



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de las Facultades de
Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales de la UTMACH**

**PRIETO CONZA JEREMY JOSUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CAMACHO ALAÑA ANGEL WLADIMIR
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 las
Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales de la
UTMACH**

**PRIETO CONZA JEREMY JOSUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CAMACHO ALAÑA ANGEL WLADIMIR
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 las
Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales de la
UTMACH**

**PRIETO CONZA JEREMY JOSUE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CAMACHO ALAÑA ANGEL WLADIMIR
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

TUSA JUMBO EDUARDO ALEJANDRO

COTUTOR: ARMIJOS CARRION JORGE LUIS

**MACHALA
2024**

TRABAJO DE PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR - Prieto Jeremy y Camacho Angel

5%

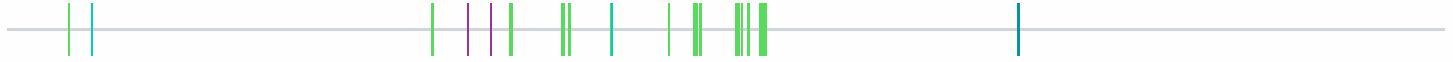
Textos sospechosos

3% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TRABAJO DE PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR - Prieto Jeremy y Camacho Angel.pdf ID del documento: b293193c2d1756616b47c03f44474c58623c5107 Tamaño del documento original: 5,16 MB Autores: []	Depositante: EDUARDO ALEJANDRO TUSA JUMBO Fecha de depósito: 20/3/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 20/3/2025	Número de palabras: 16.686 Número de caracteres: 110.344
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Cumbico Merwin y Jose Rubio TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULA... #53b92f El documento proviene de mi grupo 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (379 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23021/1/Nieves Pucha, Oscar 03- TINF... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
3	repository.unicatolica.edu.co https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/129/FUCLG0013656.pdf... 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	jeffrychaves.com Blender: Descarga Gratuita Crea Gráficos 3D y Animaciones ... https://jeffrychaves.com/blog/blender-descarga-gratuita-y-guia-completa-para-crear-graficos-...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
2	repositorio.utp.edu.co Diseño e implementación de un entorno de realidad virt... https://repositorio.utp.edu.co/home	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

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

Los que suscriben, PRIETO CONZA JEREMY JOSUE y CAMACHO ALAÑA ANGEL WLADIMIR, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales 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.



PRIETO CONZA JEREMY JOSUE

0750491201



CAMACHO ALAÑA ANGEL WLADIMIR

0706164126

UNIVERSITAS
MAGISTRO-
RUM
ET SCHOLAR-
IUM

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por su apoyo incondicional, tanto económico como emocional, ha sido fundamental en este camino. A mis hermanos, por su constante compañía y respaldo. Gracias a todos por estar a mi lado y por inspirarme a alcanzar mis metas.

Prieto Conza Jeremy Josue

Dedico este trabajo a mis padres y a mi hermano, quienes han sido un pilar fundamental en mi proceso de desarrollo tanto profesional como personal. Gracias por brindarme siempre su apoyo incondicional y por motivarme cada día a alcanzar mis objetivos.

Camacho Alaña Angel Wladimir

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido de manera directa e indirecta al desarrollo de este trabajo de titulación. A la Ing. Jennifer Céleri, por su valiosa gestión y apoyo en el área de TICs de la Universidad, facilitando los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. A Jorge Luis Armijos, mi tutor y guía, por su inestimable orientación y conocimientos compartidos durante el proceso de creación del metaverso. A Eduardo Tusa, por sus ideas innovadoras y su apoyo constante en las fases de diseño y desarrollo. También agradezco a mis compañeros y amigos, quienes me brindaron su apoyo moral y motivación en cada etapa del trabajo. Sin cada uno de ustedes, este proyecto no habría sido posible.

Prieto Conza Jeremy Josue

Primero quiero expresar mi más profunda gratitud a mis padres, por su apoyo a lo largo de este proceso y por creer siempre en mí. A mi tutor, el Ing. Eduardo Tusa y a mi cotutor, el Ing. Jorge Armijos, por su valiosa orientación y sus consejos durante el desarrollo de este proyecto de titulación.

También deseo agradecer a la Ing. Jennifer Céleri por su gestión y colaboración, al facilitarnos los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo. Finalmente, a mis compañeros y amigos, quienes, con sus ideas y sugerencias contribuyeron en la mejora del metaverso.

Camacho Alaña Angel Wladimir

RESUMEN

En los últimos años, el metaverso ha ganado terreno en los ámbitos empresarial, académico y profesional debido a su potencial en comercio, marketing y colaboración global. El metaverso es una tecnología que combina el mundo real con el digital a través de un mundo virtual, proporcionando una plataforma que permita interactuar y participar a los usuarios mediante entidades virtuales llamadas avatares [1]. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar un metaverso de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), como un espacio digital, para que los estudiantes exploren las instalaciones de tal forma que se les pueda ofrecer una experiencia única, y que posea el potencial de expandirse para incluir nuevas funcionalidades de actividades académicas. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar el metaverso de la UTMACH utilizando herramientas como Unity3D y Blender, con el fin de ofrecer a los estudiantes un espacio digital donde puedan recorrer la infraestructura de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales. Para lograr este propósito, se utilizará la metodología SCRUM por su flexibilidad y adaptabilidad para establecer y segmentar el proyecto en tareas más pequeñas y manejables. Los resultados evidenciaron que el metaverso cumple con las expectativas en cuanto a usabilidad, interactividad y familiarización, aunque existen áreas de mejora. Se logró la construcción de modelos 3D detallados de las infraestructuras, integrando un chatbot para proporcionar información de la universidad y mejorando la experiencia inmersiva mediante mecánicas interactivas. La evaluación con los estudiantes confirmó la viabilidad de esta plataforma como herramienta digital complementaria para la exploración y orientación en el entorno universitario. Se concluye que el metaverso desarrollado mejora la experiencia de exploración de los estudiantes, permitiéndoles familiarizarse con las instalaciones de manera virtual. Se recomienda seguir incrementando los indicadores de rendimiento y funcionalidad considerando las necesidades de los usuarios.

Palabras clave

blender, educación, metaverso, modelos 3D, SCRUM, unity

ABSTRAC

In recent years, the metaverse has gained ground in business, academic, and professional fields due to its potential in commerce, marketing, and global collaboration. The metaverse is a technology that merges the real and digital worlds through a virtual environment, providing a platform where users can interact and participate via virtual entities called avatars [1]. In this context, the need arises to develop a metaverse for the Technical University of Machala (UTMACH) as a digital space where students can explore the campus facilities, offering them a unique experience with the potential to expand and include new functionalities for academic activities. The main objective of this project is to develop the UTMACH metaverse using tools such as Unity3D and Blender to provide students with a digital space where they can navigate the infrastructure of the Faculties of Business Sciences and Social Sciences. To achieve this goal, the SCRUM methodology will be employed due to its flexibility and adaptability in structuring and segmenting the project into smaller, more manageable tasks. The results demonstrated that the metaverse meets expectations regarding usability, interactivity, and familiarity, although there are areas for improvement. The development successfully created detailed 3D models of the university's infrastructure, integrated a chatbot to provide institutional information, and enhanced the immersive experience through interactive mechanics. Student evaluations confirmed the feasibility of this platform as a complementary digital tool for exploration and orientation within the university environment. It is concluded that the developed metaverse enhances students' exploration experience, allowing them to familiarize themselves with the facilities virtually. It is recommended to continue increasing performance and functionality indicators while considering user needs.

Keywords

Blender, education, metaverse, 3D models, SCRUM, unity

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
i. Declaración y formulación del problema	11
ii. Objeto de estudio y campo de acción	13
iii. Objetivos	13
iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación	14
v. Justificación	15
vi. Organización del documento	16
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	18
1.1. Antecedentes de la Investigación	18
1.2. Antecedentes Históricos	21
1.3. Antecedentes Teóricos	24
1.4. Antecedentes Contextuales	33
1.4.1. Delimitaciones del Proyecto	35
1.4.2. Ámbito de aplicación	36
1.4.3. Establecimiento de requerimientos	36
CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	37
2.1. Definición del prototipo	37
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo	39
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación	39
2.2.2. Unidades de análisis	39
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	41
2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados	41
2.2.5. Metodología o métodos específicos	42
2.2.6. Herramientas y/o Materiales	43
2.3. Desarrollo del prototipo	43
2.3.1. Fase 1: Product Backlog	43
2.3.2. Fase 2: Sprint Planning	45
2.3.3. Fase 3: Sprint	46
2.3.4. Fase 4: Review	66
2.3.5. Fase 5: Repeat	68
2.4. Ejecución del prototipo	68
CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO	74
3.1. Plan de evaluación	74

3.1.1.	Objetivo	74
3.1.2.	Cronograma	74
3.1.3.	Participantes	75
3.1.4.	Indicadores de evaluación	75
3.1.5.	Instrumentos y herramientas	75
3.1.6.	Tareas	76
3.1.7.	Diseño de la encuesta	76
3.1.8.	Procedimiento	78
3.1.9.	Resultados esperados	79
3.2.	Resultados de la evaluación	80
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		98
ANEXOS		102
Anexo 1 - Script “NewScene.cs”		102
Anexo 2 - Script “PlayerScript.cs”		103
Anexo 3 - Script “Mainmenu.cs”		104
Anexo 4 - Script “FloatingText.cs”		104
Anexo 5 - Script “teleportSameScene.cs”		105
Anexo 6 – Evaluación del prototipo en un laboratorio de la FCS		106
Anexo 7 – Prueba del prototipo con los estudiantes		106
Anexo 8 – Evaluación del prototipo en un laboratorio de la FCE		107
Anexo 9 – Prueba del prototipo con los estudiantes		107
Anexo 10 – Reunión virtual con el tutor		108
Anexo 11 – Reunión virtual con el cotutor		108
Anexo 12 – Formulario de Microsoft Forms		109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables independientes y dependientes.....	15
Tabla 2 Preguntas de investigación.....	18
Tabla 3 Criterios de inclusión y exclusión.....	19
Tabla 4 Datos de la Facultad de Ciencias Empresariales.....	33
Tabla 5 Tabla de datos de la Facultad de Ciencias Sociales.....	34
Tabla 6 Establecimiento de requerimientos.....	36
Tabla 7 Población de FCE.....	40
Tabla 8 Población de FCS.....	40
Tabla 9 Población total.....	40
Tabla 10 Técnicas e instrumentos.....	41
Tabla 11 Metodología SCRUM.....	42
Tabla 12 Herramientas.....	43
Tabla 13 Características del prototipo.....	44
Tabla 14 Tareas del Sprint Planning.....	45
Tabla 15 Detalles del sprint.....	46
Tabla 16 Equipo SCRUM.....	46
Tabla 17 Cronograma del plan de evaluación.....	74
Tabla 18 Indicadores de evaluación.....	75
Tabla 19 Instrumentos y herramientas para la evaluación.....	75
Tabla 20 Diseño de la encuesta.....	76
Tabla 21 Distribución de estudiantes por facultad y carrera.....	80
Tabla 22 Porcentajes de respuestas positivas.....	92
Tabla 23 Tiempos de los estudiantes de la FCE.....	92
Tabla 24 Tiempos de los estudiantes de la FCS.....	93
Tabla 25 Promedio, mediana, varianza y desviación estándar de los tiempos por tarea.....	93
Tabla 26 Comparación de los tiempos.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de Problema.....	12
Figura 2 Cantidad de artículos.....	20
Figura 3 Cantidad de artículos por año.....	20
Figura 4 Antecedentes históricos.....	21
Figura 5 Antecedentes teóricos.....	24
Figura 6 Metodología SCRUM.....	30
Figura 7 Gráfico de estudiantes FCE.....	34
Figura 8 Gráfico de estudiantes FCS.....	35
Figura 9 Planos de las facultades.....	35
Figura 10 Diseño del prototipo.....	37
Figura 11 Toma de fotografías de las instalaciones de las Facultades.....	47
Figura 12 Fotografía de referencia.....	47
Figura 13 Creación de un plano en Blender.....	48
Figura 14 Edición del plano.....	48
Figura 15 Proceso de creación de paredes del modelo 3D.....	49

Figura 16 Aplicación de cortes en las paredes	49
Figura 17 Eliminación de caras del plano	49
Figura 18 Edición de las paredes del modelo 3D.....	50
Figura 19 Creación de las paredes internas del modelo 3D	50
Figura 20 Modelo 3D finalizado	51
Figura 21 Creación de un nuevo material	51
Figura 22 Materiales aplicados al modelo 3D.....	52
Figura 23 Modelo 3D del interior del edificio principal FCS	52
Figura 24 Modelo 3D del interior del edificio principal FCE.....	52
Figura 25 Modelo 3D de la Facultad de Ciencias Empresariales	52
Figura 26 Ejemplo de uso de Polycam para generar un modelo 3D a partir de fotografías	53
Figura 27 Modelo 3D de una estatua de FCS.....	53
Figura 28 Creación de un material en Materialize	54
Figura 29 Material importando a Blender	55
Figura 30 Creación de un nuevo proyecto en Blender	55
Figura 31 Exportación de modelos 3D a formato FBX	55
Figura 32 Incorporación de un terreno en Unity	56
Figura 33 Incorporación del modelo 3D en Unity	56
Figura 34 Ejemplo de bloque básico para la zona de cambio de escena.....	57
Figura 35 Configuración de los parámetros de entrada del Script "NewScene"	58
Figura 36 Configuración del texto indicativo en el cambio de escena.....	58
Figura 37 Proceso general de la implementación del avatar en tercera persona en Unity	59
Figura 38 Proceso general de creación del avatar personalizado	59
Figura 39 Integración del modelo de avatar personalizado.....	60
Figura 40 Implementación del Script "PlayerScript"	60
Figura 41 Creación de los elementos necesarios para el menú	60
Figura 42 Configuración de los botones del menú.....	61
Figura 43 Panel de inicio del menú.....	61
Figura 44 Configuración de los elementos del Panel de opciones.....	62
Figura 45 Panel de opciones del menú.....	62
Figura 46 Diagrama de teletransportación entre puntos en la escena	63
Figura 47 Configuración de los portales	63
Figura 48 Dashboard de creación y personalización del npc en el sitio oficial de convai.....	64
Figura 49 Importación de convai en el proyecto de Unity	65
Figura 50 Configuración de la API de convai e ID del NPC	65
Figura 51 Configuración para el funcionamiento del NPC en una escena.....	66
Figura 52 Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint.....	67
Figura 53 Evidencia fotográfica de la reunión virtual de revisión del Sprint	67
Figura 54 Pantalla de carga del prototipo.....	68
Figura 55 Menú del prototipo.....	68
Figura 56 Pantalla de ejecución del prototipo	69
Figura 57 Vista frontal de la Facultad de Ciencias Empresariales (FCE).....	69
Figura 58 Edificios de las aulas de la FCE.....	69
Figura 59 Vista trasera de la FCE	70
Figura 60 Biblioteca de la FCE	70
Figura 61 Edificio principal de la FCE	70
Figura 62 Vista frontal de la Facultad de Ciencias Sociales (FCS)	71

Figura 63 Biblioteca y edificio de aulas de la FCS	71
Figura 64 Vista trasera de la FCS.....	71
Figura 65 Departamento de la UMMOG de la FCS.....	72
Figura 66 Interacción con el NPC	72
Figura 67 Interacción con el NPC II	72
Figura 68 Comedor de la UTMACH.....	73
Figura 69 Vista frontal del CRAI.....	73
Figura 70 Vista trasera del CRAI.....	73
Figura 71 Gráficos estadísticos Pregunta 1	81
Figura 72 Gráficos estadísticos Pregunta 2.....	82
Figura 73 Gráficos estadísticos Pregunta 3.....	82
Figura 74 Gráficos estadísticos Pregunta 4.....	83
Figura 75 Gráficos estadísticos Pregunta 5	83
Figura 76 Promedios de las preguntas de Usabilidad	84
Figura 77 Gráficos estadísticos Pregunta 6.....	84
Figura 78 Gráficos estadísticos Pregunta 7.....	85
Figura 79 Gráficos estadísticos Pregunta 8.....	85
Figura 80 Gráficos estadísticos Pregunta 9.....	86
Figura 81 Gráficos estadísticos Pregunta 10.....	86
Figura 82 Promedios de las preguntas de Interactividad.....	87
Figura 83 Gráficos estadísticos Pregunta 11	87
Figura 84 Gráficos estadísticos Pregunta 12.....	88
Figura 85 Gráficos estadísticos Pregunta 13.....	88
Figura 86 Gráficos estadísticos Pregunta 14.....	89
Figura 87 Gráficos estadísticos Pregunta 15.....	89
Figura 88 Promedios de las preguntas de Familiaridad	90
Figura 89 Gráficos estadísticos Pregunta 16.....	90
Figura 90 Gráficos estadísticos Pregunta 17	91
Figura 91 Promedio general	91
Figura 92 Anexo 6.....	106
Figura 93 Anexo 7.....	106
Figura 94 Anexo 8.....	107
Figura 95 Anexo 9.....	107
Figura 96 Anexo 10.....	108
Figura 97 Anexo 11.....	108
Figura 98 Anexo 12 1 – 7.....	109
Figura 99 Anexo 12 2 – 7.....	109
Figura 100 Anexo 12 3 – 7.....	110
Figura 101 Anexo 12 4 – 7.....	111
Figura 102 Anexo 12 5 – 7.....	112
Figura 103 Anexo 12 6 – 7.....	113
Figura 104 Anexo 12 7 – 7.....	113

GLOSARIO

Avatares: Representaciones gráficas de usuarios en entornos virtuales.

Marketing digital: Estrategias y técnicas utilizadas para promocionar productos o servicios a través de medios digitales.

Modelado: Proceso de crear representaciones digitales tridimensionales de objetos.

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

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

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

Chatbot: Es un software diseñado para simular una conversación con un usuario, imitando la comunicación humana.

NPC: Por sus siglas en inglés de non-player character, es un personaje en un juego que no es controlado por un jugador.

LLM: Por sus siglas en inglés de Large language models, es un modelo de gran escala, generalmente basado en inteligencia artificial y aprendizaje profundo.

INTRODUCCIÓN

La creación del metaverso UTMACH, enfocado en las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales, responde a la creciente necesidad de incorporar tecnologías inmersivas en el ámbito educativo para mejorar la accesibilidad y familiarización con los entornos universitarios. Este proyecto se fundamenta teóricamente en la importancia de la realidad virtual como herramienta educativa, la cual ofrece nuevas formas de interacción y aprendizaje a través de entornos simulados. Así también el problema identificado radica en la falta de experiencias inmersivas que permitan a los estudiantes explorar y conocer detalladamente la infraestructura de sus facultades. La solución propuesta implica el desarrollo de un metaverso utilizando Unity3D y Blender, siguiendo la metodología SCRUM, para crear un espacio digital interactivo y accesible. En particular, las contribuciones de este proyecto incluyen el diseño de modelos 3D precisos de las instalaciones, la implementación de algoritmos para la animación de avatares y demás funciones, y la evaluación de los estudiantes sobre la usabilidad, interacción y familiarización de esta herramienta innovadora, proporcionando así una plataforma tecnológica que mejora significativamente la experiencia de entornos virtuales.

i. Declaración y formulación del problema

En la era actual, caracterizada por un constante cambio y la aparición de nuevos desafíos, las personas están recurriendo a innovadoras soluciones para abordar estos retos. Una de estas soluciones emergentes es el metaverso, que ofrece un vasto espectro de posibilidades dentro del ámbito digital, abarcando áreas tan diversas como la educación, la salud, los negocios, el entretenimiento y el trabajo.

El fenómeno del metaverso ha cobrado relevancia desde su conceptualización por Neal Stephenson en 1992, como una forma de describir mundos virtuales tridimensionales. Sin embargo, fue durante una rueda de prensa en noviembre de 2021 que el término adquirió una notoriedad significativa gracias a que Mark Zuckerberg CEO de Facebook, anunció la transformación de su empresa a Meta Platforms Inc. con una visión innovadora centrada en un metaverso, planteando el concepto de metaverso en una serie de desafíos y oportunidades a nivel global [1].

En el ámbito educativo, los metaversos tienen el potencial de revolucionar el proceso de enseñanza y aprendizaje al proporcionar entornos virtuales envolventes y dinámicos que fomentan la participación de los estudiantes y estimulen su curiosidad.

En América Latina, la adopción del metaverso en el ámbito educativo aún enfrenta ciertos desafíos, principalmente por la desigualdad económica en muchos lugares de la región, además de no contar en ocasiones con la infraestructura tecnológica adecuada; por lo tanto, la UNESCO propone a las instituciones educativas redefinir sus políticas educativas, a fin de garantizar la inclusión y la calidad en los procesos de enseñanza virtual en la región [1].

En Ecuador, uno de los principales problemas radica en la falta de infraestructura adecuada para su implementación efectiva, en este sentido, la creación de un metaverso para una institución educativa, como la Facultad de Ciencias Empresariales y la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), podría implicar una serie de desafíos técnicos, financieros y organizativos.

En este contexto, es crucial abordar estos desafíos para aprovechar plenamente el potencial del metaverso como herramienta innovadora en la educación superior. La identificación y resolución de estos problemas permitirá a la UTMACH ofrecer a sus estudiantes una experiencia inmersiva, al tiempo que fortalecerá su posición como institución líder en la adopción de tecnologías emergentes.

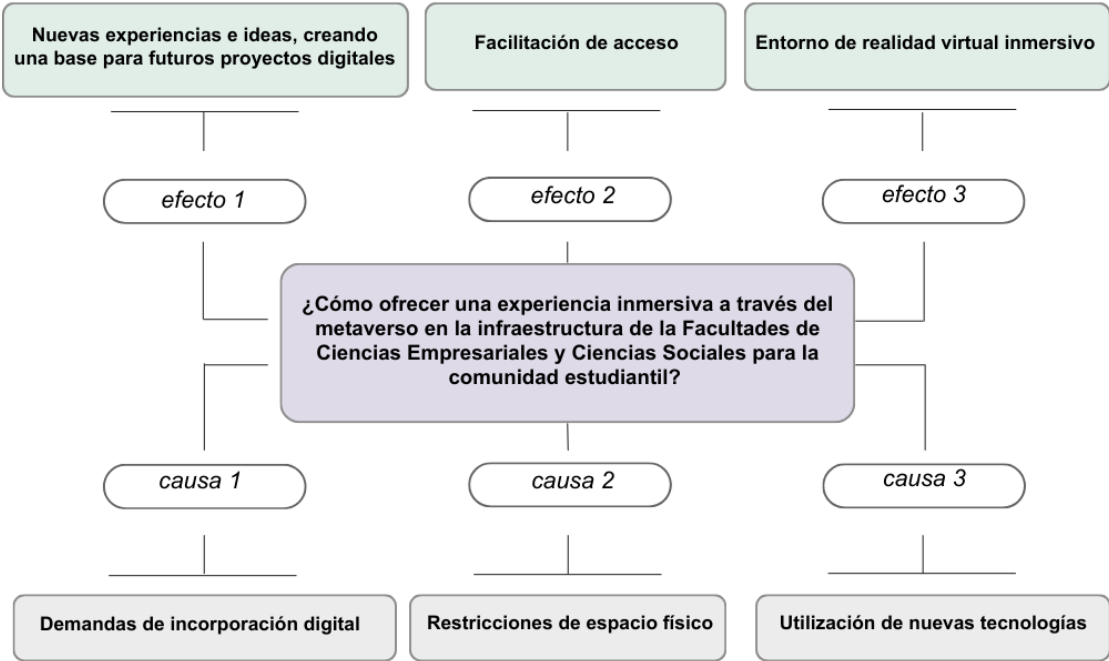


Figura 1 Árbol de Problema

Formulación del problema

¿Cómo ofrecer una experiencia inmersiva a través del metaverso en la infraestructura de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales para la comunidad estudiantil?

Problemas específicos:

- ¿Qué tecnologías y plataformas de realidad virtual son más adecuadas para implementar un metaverso en la UTMACH?
- ¿Cómo hacer el levantamiento de los edificios de ambas facultades en una plataforma de desarrollo para entornos virtuales?
- ¿Cuáles son las funciones necesarias para implementar en el metaverso?
- ¿Cómo diseñar y programar los avatares, incluyendo tanto su apariencia visual como sus capacidades de movimiento?
- ¿Qué herramientas y estrategias se pueden implementar para facilitar la creación y evaluación del contenido dentro del entorno del metaverso?

ii. Objeto de estudio y campo de acción

Objeto de estudio

- El metaverso como plataforma tecnológica para la simulación de entornos reales mediante el uso de realidad virtual.

Campo de acción

- Metaverso aplicado para la exploración de las instalaciones.

iii. Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar el metaverso UTMACH de las Facultades de Ciencias Empresariales y Sociales, utilizando técnicas de modelamiento y programación en entornos virtuales 3D, para la creación de un ambiente digital inmersivo dirigido a la comunidad estudiantil.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre la implementación y efectividad de los metaversos en entornos educativos, para la identificación de las mejores prácticas que puedan ser aplicadas en el desarrollo del metaverso UTMACH.
- Diseñar modelos 3D detallados de las infraestructuras externas e internas disponibles de las facultades de ciencias empresariales y ciencias sociales, utilizando herramientas de modelado avanzado para la creación de simulaciones que mejoren la inmersión y la interacción en el metaverso.
- Utilizar los algoritmos necesarios para la animación y funcionamiento eficaz de avatares, jugabilidad y funcionalidades, mediante el lenguaje de programación C#.
- Integrar un modelo de lenguaje (LLM) en un chatbot, incorporado en un NPC, para que los usuarios dispongan de información administrativa sobre la UTMACH.
- Evaluar la usabilidad, interacción y familiaridad del metaverso en la comunidad estudiantil de las dos facultades.

iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación

Hipótesis principal

- El desarrollo de un prototipo de Metaverso para las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales de la Universidad Técnica de Machala, mejorará la experiencia de exploración de las instalaciones a la comunidad estudiantil, mediante la evaluación de indicadores como usabilidad, interactividad y familiarización.

Variables y dimensionamiento

En la **Tabla 1** se presentan las variables y dimensionamiento.

Tabla 1 Variables independientes y dependientes

Variables	Categorías	Indicadores	Técnicas
Variable Independiente: Desarrollo del metaverso UTMACH de las facultades de Ciencias Empresariales y Sociales.	1. Modelamiento en 3D. 2. Realidad virtual.	1. Fotografías de las instalaciones de las facultades. 2. Desarrollo de código para las funcionalidades del entorno 3D. 3. Desarrollo del prototipo en Unity.	1. Recopilación de información de la infraestructura de cada edificio. 2. Evaluación de la programación de scripts. 3. Levantamiento de los modelos 3D de las instalaciones y avatares.
Variable Dependiente: Experiencia inmersiva de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales y Sociales con la familiaridad y navegación a las instalaciones.	1. Interacción del usuario.	1. Encuesta a los estudiantes de las facultades de Ciencias Sociales y Empresariales.	1. Recopilación de datos y aplicación de técnicas estadísticas.

v. Justificación

La justificación se fundamenta en la necesidad de implementar una nueva tecnología en el ámbito educativo, con el propósito de ofrecer una experiencia virtual que pueda dar a conocer las amplias posibilidades de la aplicación que esta tecnología puede generar a la Universidad Técnica de Machala, específicamente en las facultades de Ciencias Empresariales y Sociales. Según Crespo, Sánchez y Membiela [2], el metaverso tendrá un gran impacto en el mundo por su capacidad para

crear economías extraterritoriales, generar estados virtuales, desarrollar nuevas competencias e ideologías que supondrán una revolución en el actual statu quo.

En el contexto de la realidad virtual basada en la web (WebVR), que es una tecnología que permite experimentar entornos virtuales a través de navegadores web, se puede mencionar al Virtual Campus del Tecnológico de Monterrey, que es un espacio diseñado específicamente para que los estudiantes puedan asistir a clases utilizando avatares personalizados, además de llevar a cabo sesiones temáticas y cursos completos en el metaverso [3].

La reciente pandemia y las restricciones en las redes sociales, así como los cambios en los comportamientos y actividades diarias, han impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías de interacción para mitigar el impacto del aislamiento social, lo cual reafirma la idea de un "metaverso" integrado que podría reemplazar las actividades diarias, incluso en situaciones de estrés físico, aislamiento y movilidad limitada, por lo tanto, en este contexto se resalta la importancia de explorar soluciones innovadoras que ofrezcan alternativas efectivas para la interacción social y el aprendizaje en entornos educativos, como el desarrollo del metaverso UTMACH propuesto en esta investigación [4].

La investigación bibliográfica prevista permitirá comprender el estado del arte sobre el uso del metaverso en diferentes áreas, identificando buenas prácticas, desafíos y oportunidades de aplicación. Este análisis crítico de la literatura proporcionará una base sólida para el diseño y desarrollo del metaverso para las facultades de Ciencias Empresariales y Sociales.

La elaboración de modelos 3D de los edificios y oficinas de ambas facultades, junto con la programación de funciones interactivas, contribuirá a la creación de un entorno virtual dinámico. También, con las pruebas y depuración del prototipo del metaverso se podrá identificar posibles fallos o áreas de mejora, garantizando la calidad y eficacia del sistema final.

Este proceso iterativo de desarrollo y evaluación es fundamental para asegurar que el metaverso cumpla con los estándares de calidad y funcionalidad esperados, y para maximizar su impacto positivo en la experiencia educativa de los estudiantes.

vi. Organización del documento

Este documento está organizado en tres capítulos que detallan las actividades realizadas durante el proceso de titulación. A continuación, se ofrece una breve descripción del contenido de cada capítulo.

Capítulo I: Este capítulo ofrece la base teórica del trabajo, abarcando las tecnologías utilizadas y la información relevante. Incluye antecedentes de la investigación, tanto históricos como teóricos y contextuales.

Capítulo II: En este capítulo se detalla el desarrollo del prototipo, cubriendo su definición, las metodologías de desarrollo empleadas, así como su elaboración y ejecución.

Capítulo III: Finalmente, este capítulo se dedica a la realización de pruebas al prototipo, presentando un plan de evaluación y el análisis de los resultados obtenidos.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

Para llevar a cabo la revisión del estado del arte y establecer una base teórica sólida, emplearemos la metodología SRL (Revisión Sistemática de la Literatura).

La metodología SRL consiste en un método de investigación que implica la identificación y evaluación crítica de investigaciones relevantes, y que tiene como objetivo principal recopilar y analizar toda la evidencia empírica que responda a una pregunta particular de investigación, siguiendo criterios de inclusión y exclusión preestablecidos [5].

a) Preguntas de investigación

En la **Tabla 2** se describen las preguntas de investigación, que se formularon para guiar la búsqueda bibliográfica del proyecto.

Tabla 2 Preguntas de investigación

Preguntas de investigación	Descripción y motivación
¿Qué es un metaverso?	La pregunta pretende indagar en la definición de metaverso, características clave, casos de uso, oportunidades y las dificultades sobre su implementación.
¿Cuál es la mejor herramienta para desarrollar modelos 3D de entornos o escenarios reales?	El objetivo de esta pregunta es identificar las herramientas y software disponibles para el desarrollo de modelos 3D, con el propósito de examinar sus características y funcionalidades para el modelado de diversas estructuras y edificaciones.
¿Cuál plataforma de desarrollo de entornos virtuales es recomendable utilizar para incorporar modelos 3D?	El propósito de esta pregunta es indagar acerca de diferentes plataformas de desarrollo de entornos virtuales, con el objetivo de analizar sus características principales, al igual que sus ventajas y desventajas en la creación de mundos virtuales.
¿Qué oportunidades puede ofrecer la implementación de esta tecnología a la universidad?	Esta pregunta busca analizar las posibilidades que ofrece el desarrollo de un metaverso en el ámbito educativo.

b) Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda

Durante la fase de búsqueda de información, se implementaron estrategias que incluyeron la utilización de cadenas de búsqueda compuestas por términos clave, y que se utilizaron en diversas bases de datos y revistas científicas de renombre, tales como ScIELO, ERIC, REDALYC, Dialnet, ScienceDirect, Scopus, y DOAJ.

Para la cadena de búsqueda se identificaron las siguientes palabras clave que facilitaron la localización de material relevante para el estudio.

Cadena de búsqueda en español:

- (“Metaverso” OR “Realidad Virtual”) AND (“Educación” OR “Universidad” OR “Entornos” OR “Salud” OR “Industria” OR “Turismo”) AND (“Blender” OR “Unity”)

Cadena de búsqueda en inglés:

- (“Metaverse” OR “Virtual Reality”) AND (“Education” OR “University” OR “Environments” OR “Health” OR “Industry” OR “Tourism”) AND (“Blender” OR “Unity”)

c) Criterios de inclusión y exclusión

En la **Tabla 3** se indica los criterios de inclusión y exclusión que se tomaron en consideración para la selección de documentos relevantes para la investigación.

Tabla 3 Criterios de inclusión y exclusión

#	Criterios de inclusión
1	Artículos de revistas científicas.
2	Estudios publicados desde el año 2020.
3	Estudios relacionados con el metaverso.
4	Estudios relacionados con la realidad virtual.
5	Estudios relacionados con la implementación del metaverso en diferentes áreas de la sociedad.
6	Estudios relacionados con herramientas de modelado 3D.
7	Estudios relacionados con herramientas de desarrollo de mundos virtuales.

#	Criterios de exclusión
1	Estudios publicados antes de 2019.
2	Estudios con menos de 2 páginas.
3	Estudios que no tienen relación con el tema de investigación.

d) Proceso y resultados de la búsqueda

Primero, se realizó una exploración exhaustiva en diversas bases de datos científicas, utilizando los términos previamente establecidos para la cadena de búsqueda. Luego, se llevó a cabo un proceso de filtrado de los artículos de revistas obtenidos, con el fin de identificar y seleccionar los trabajos más relevantes. En la **Figura 2** se presenta la cantidad de artículos identificados en cada etapa de este proceso.

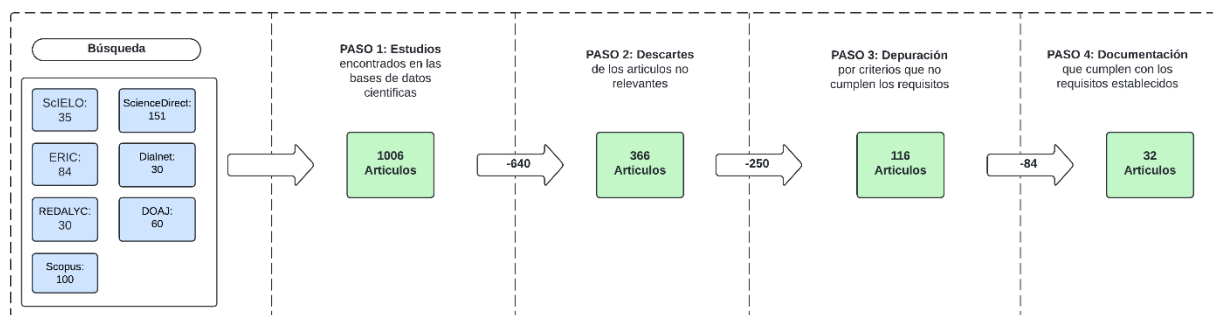


Figura 2 Cantidad de artículos

En la **Figura 3** se puede apreciar la cantidad de trabajos seleccionados para esta investigación por año.

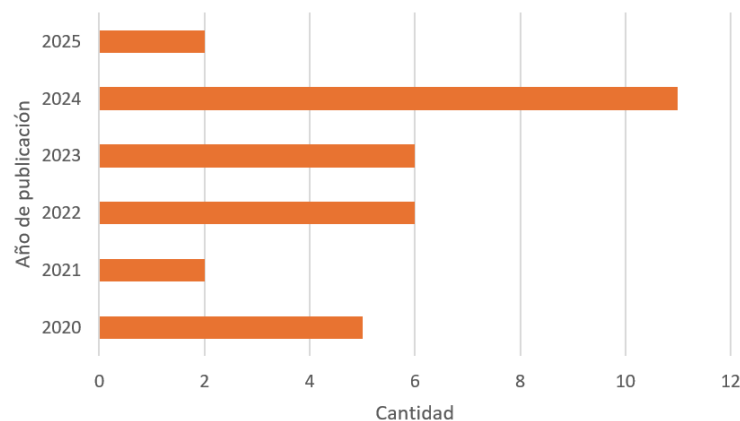


Figura 3 Cantidad de artículos por año

1.2. Antecedentes Históricos

En la **Figura 4** se muestra un gráfico cronológico de los antecedentes históricos.

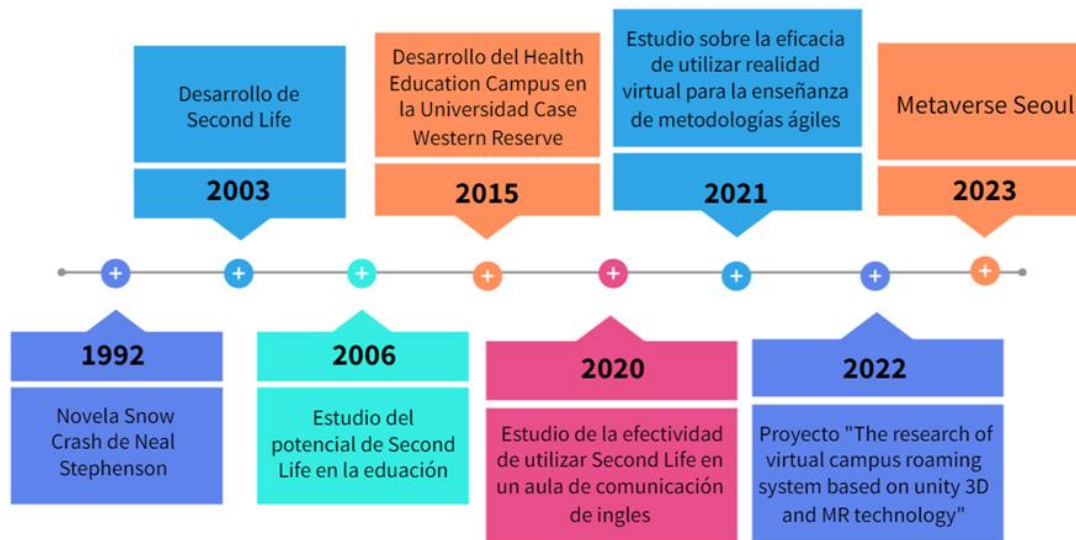


Figura 4 Antecedentes históricos

Según [1] el término metaverso se empezó a mencionar a partir del año 1992 por la novela Snow Crash de Neal Stephenson, donde se lo describe como un entorno para el trabajo, el ocio y el comercio. Sin embargo, no fue hasta el año 2021 cuando este término tomó más relevancia al rededor del mundo, debido al anuncio del CEO de Facebook Mark Zuckerberg sobre el desarrollo de su propio entorno virtual.

Antes de este anuncio, ya se habían desarrollado programas de entornos virtuales. En 2003, la empresa Linden Lab creó un software de realidad virtual denominado Second Life, donde los usuarios pueden crear sus propios avatares e interactuar dentro de un entorno virtual tridimensional simulado [6].

En años posteriores, se ha utilizado este software para el desarrollo de prototipos que evalúan la efectividad de utilizar entornos de realidad virtual en la educación. En 2006 Kemp y Livingstone [7] examinaron el potencial de integrar mundos virtuales como Second Life con sistemas de gestión del aprendizaje tradicional, con el fin de mejorar los procesos educativos. Ambos autores destacan la importancia de integrar esta tecnología con sistemas de gestión del aprendizaje, ya que puede mejorar significativamente las experiencias de enseñanza y aprendizaje en entornos virtuales.

Otro ejemplo del uso del metaverso en la educación es en la universidad de Berkeley que reconstruyó su campus en el videojuego de sandbox Minecraft, y además realizó una ceremonia de graduación dentro del juego [8].

En 2015, la Universidad Case Western Reserve, en colaboración con Cleveland Clinic, desarrolló el Campus de Educación para la Salud, un espacio innovador que integra la realidad mixta y la tecnología de auriculares de realidad virtual. Este entorno permite a los estudiantes de medicina explorar detalladamente los órganos y sistemas del cuerpo humano, así como realizar simulaciones de procedimientos y experimentos médicos en un entorno virtual. Esta metodología ha transformado el proceso de aprendizaje, facilitando una comprensión más profunda y práctica de los conceptos médicos fundamentales [9].

En el año 2020, se realizó un estudio que analizó la efectividad de utilizar Second Life en un aula de comunicación en inglés para los estudiantes de primer año de la Universidad de Prince de Songkla en Tailandia, cuyos resultados mostraron que Second Life es una herramienta eficaz para desarrollar habilidades comunicativas de inglés entre los estudiantes, además de servir como un modelo para la implementación de clases virtuales de idiomas [6].

En septiembre del 2021, Jesús y Daniel [10] presentan un estudio sobre la eficacia de la realidad virtual en la enseñanza, específicamente en la adquisición de metodologías ágiles como Scrum, un marco para segmentar y gestionar el proyecto de desarrollo de manera eficiente y adaptable; evidenciando que el metaverso se puede utilizar para aprender metodologías ágiles.

El uso del metaverso también se ha presenciado en la divulgación educativa, siendo una innovación ante métodos tradicionales como gráficos y textos, como es el caso del proyecto “The research of virtual campus roaming system based on unity 3D and MR technology” en noviembre del 2022 donde los autores Yuxuan Lia y Yingying Zhu proponen el uso de tecnologías inmersivas y juegos virtuales para mejorar la educación y aumentar el interés en la clasificación de basura, usando las herramientas Unity3D, 3D Max y el SDK de Shadow Creator, enfatizando en el potencial que tienen estas tecnologías para ser extendidas a otros campos ofreciendo nuevas formas de aprendizaje, interacción y entretenimiento [11].

En el mismo estudio [11], los autores también explican las ventajas de Unity3D como motor de desarrollo; además, plantean un diseño para su proyecto que se basa en acercarse a la realidad, el cual es logrado gracias a la integración de Unity3D con el motor de física NVIDIA PhysX, que proporciona a los objetos propiedades físicas realistas como aceleración, colisión, gravedad y

fricción, lo que mejora la autenticidad del usuario en la simulación. En [12] se destaca que los motores de juegos como Unity3D han llegado a aparecer en áreas mucho más allá de los juegos, como la arquitectura, la inteligencia artificial, la manufactura, la planificación pública y la producción de cine y televisión, lo que los convierte en actores influyentes en todos los ámbitos sociales y económicos que dependen de los motores de juegos para el suministro de software o servicios; demostrando que estos motores han surgido como un nuevo tipo importante de plataforma que exige atención académica y pública, ya que proporcionan componentes cruciales en la digitalización de la vida económica, política y social.

Existe otra herramienta que también es usada para el desarrollo de mundos virtuales, conocida como Blender. Es una herramienta de modelado 3D de código abierto, lo que permite un acceso libre y sin costo; además, ofrece un conjunto completo de funciones para crear animaciones 3D detalladas y realistas, siendo crucial para una aplicación educativa de realidad virtual. Blender también es altamente compatible con Unity, lo que facilita la integración de modelos 3D en el desarrollo de aplicaciones móviles; en otros términos, estas características hacen de Blender una opción ideal para desarrollar contenido educativo interactivo y visualmente atractivo [13].

En el ámbito gubernamental, algunas agencias ya han empezado a implementar esta tecnología, desarrollando metaversos para mejorar la eficiencia de las funciones administrativas y crear replicas virtuales de sus ciudades [5]; así como también para proporcionar una plataforma para que los empleados o usuarios extraigan valor compartido a través de interacciones comunitarias [14]. Un ejemplo destacado es el metaverso de la ciudad de Seúl, que en el año 2023 se lanzó la primera etapa de este proyecto. El metaverse Seoul permite a los usuarios jugar, chatear, celebrar reuniones, acceder a servicios administrativos de la ciudad, visitar sitios turísticos y ofrecer apoyo a empresas en dificultades [15]. Asimismo, el concepto de inmersión no solo se limita a la interacción digital con entornos virtuales, sino que también se manifiesta como una herramienta clave para explorar y comprender nuevas realidades culturales y sociales, en este sentido, un ejemplo notable es el uso del diario como un medio multifacético para que estudiantes internacionales se familiaricen con su país anfitrión, tal como se describe en el contexto del curso de "Comunicación Intercultural" impartido en la Facultad de Filología de la Universidad de Vilna, esto implica que los estudiantes puedan sumergirse en el entorno cultural y social de Lituania, promoviendo una exploración activa y una reflexión crítica en las páginas de sus diarios [16].

1.3. Antecedentes Teóricos

En la **Figura 5** se muestra un gráfico de los antecedentes teóricos.

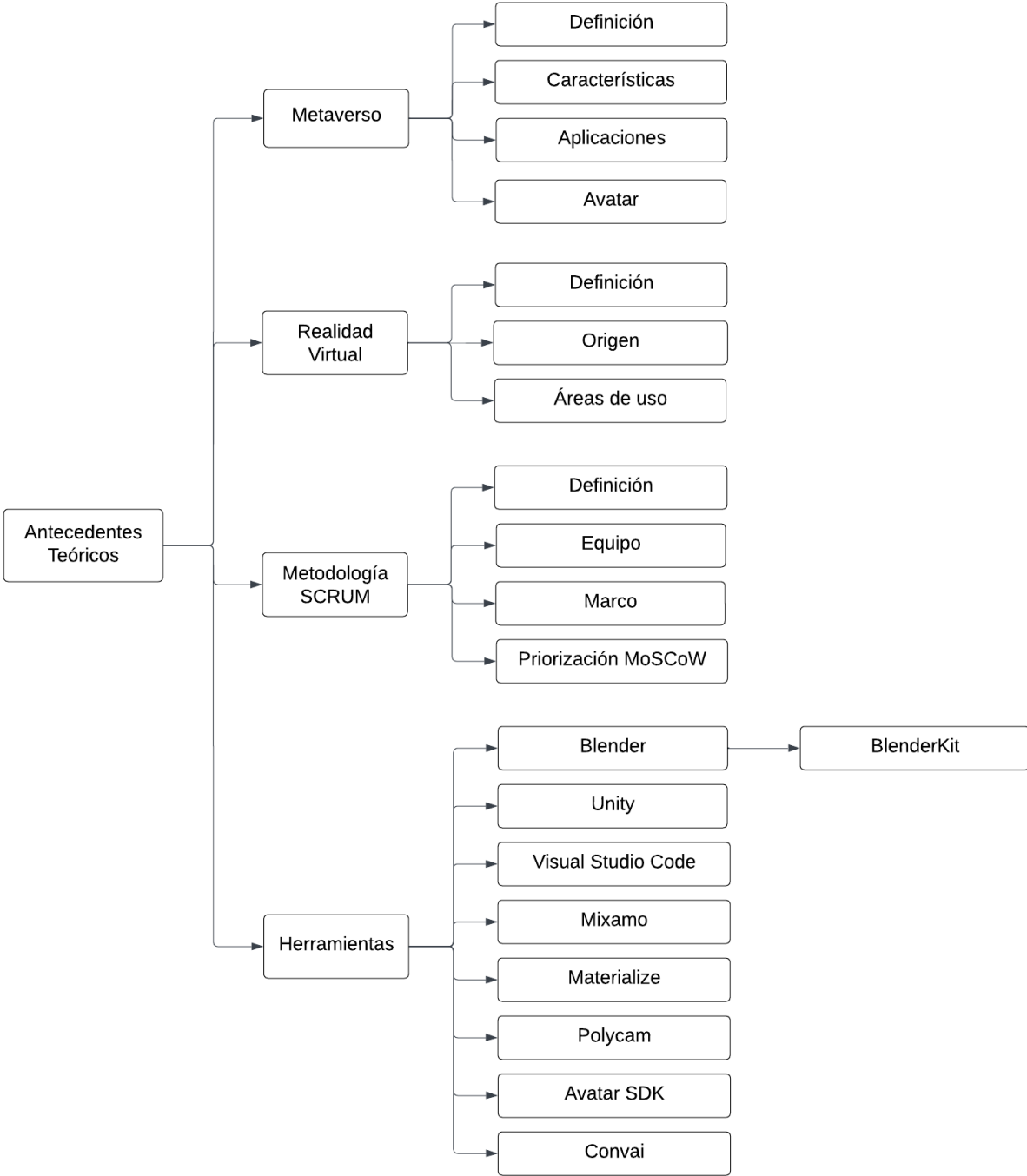


Figura 5 Antecedentes teóricos

Metaverso

Según Ball [17], el metaverso es una vasta y conectada red de mundos virtuales 3D renderizados en tiempo real, que pueden ser experimentados de forma simultánea y continua por un número ilimitado de usuarios. El término metaverso es una trascendencia de meta y universo, que hace referencia a un mundo virtual tridimensional donde los usuarios pueden participar en diferentes actividades [18].

El metaverso puede interpretarse como un espacio tridimensional universal, unificado e interoperable que puede trascender el mundo físico que nos rodea [19]. Es un universo virtual que permite a las personas interactuar entre sí y con objetos digitales. Además de explorar entornos digitales tridimensionales, los metaversos pueden crear estructuras y diseños geométricos coloridos para introducir al usuario en una atmósfera creativa [20].

También en otros ámbitos, el metaverso se caracteriza por su capacidad de integrar tecnologías emergentes como Web 3.0, Blockchain, NFT y criptomonedas, lo que abre nuevas posibilidades en términos de economía digital y propiedad virtual [21]. Estas innovaciones, junto con los avances en realidad virtual, realidad aumentada e inteligencia artificial, han captado la atención de la industria tecnológica hacia el metaverso [22].

En este escenario, la inteligencia artificial (IA) juega un rol fundamental en el progreso del metaverso, al facilitar el desarrollo de algoritmos que pueden aprender y ajustarse de forma autónoma mediante técnicas como el aprendizaje automático (ML), una rama de la IA [23]. Asimismo, la IA habilita la creación de gemelos digitales en el metaverso, reproduciendo acciones virtuales en el entorno físico, y promueve la integración de personajes capaces de adquirir conocimientos y modificar su comportamiento en función de su interacción con los usuarios [23]. De acuerdo con [24], esta capacidad se ve favorecida por atributos del metaverso como la inmersión, la sociabilidad y la fusión de espacios físicos y virtuales, lo que permite generar interacciones más dinámicas y personalizadas. Esto resalta la importante contribución de la IA al avance del metaverso, al incorporar tecnologías avanzadas que enriquecen tanto la inmersión como la interacción en estos espacios digitales.

Características del metaverso

Según [25], el metaverso debe tener las siguientes características:

- Los usuarios deben poder comunicarse e interactuar dentro del espacio compartido.

- Debe estar sujeto a las leyes de la física y a otros conceptos de la realidad.
- Debe estar disponible y funcionando en todo momento, de tal forma que siempre se mantengan los datos que cree el usuario.

Aplicaciones del metaverso:

Las aplicaciones más relevantes del metaverso se han desarrollado en las áreas de negocios, educación, finanzas y salud, las cuales se detallarán a continuación.

Negocios

Los metaversos ofrecen a las empresas una nueva forma de promocionar sus productos, relacionarse con sus clientes y realizar sus operaciones [4], donde incluso algunas de estas ya han invertido en tierras o marcas virtuales [26], debido a que se pueden crear tiendas digitales que permitan ofrecer una experiencia inmersiva de compra personalizada para cada cliente con base en sus hábitos de consumo. También reduce las restricciones físicas de los negocios, de tal forma que las empresas no tienen que preocuparse por la ubicación para la construcción del local; además de que se pueden desarrollar nuevos sistemas de pagos basados en criptomonedas [27].

Educación

Según [28], el metaverso puede considerarse como un entorno educativo mejorado por tecnologías inmersivas que se fusionan con elementos virtuales y reales. El metaverso tiene un gran potencial en la educación debido a que puede cambiar la forma en que los estudiantes aprenden [4]. Ofrece la posibilidad de simular escenarios del mundo real en entornos controlados, lo que favorece el aprendizaje activo [29]; además, permite que los estudiantes no tengan que asistir físicamente a las instalaciones educativas, ya que pueden conectarse a sus clases desde una computadora o un smartphone y en cualquier momento.

Además, se pueden crear campos virtuales que permitan a los estudiantes explorar y aprender sobre diferentes lugares, eventos y períodos históricos de forma realista e inmersiva [4].

Finanzas

Como señala [30], el metaverso tiene el potencial de transformar los servicios financieros tradicionales mediante la incorporación de experiencias inmersivas e interactivas, donde este avance permite a emprendedores, artistas, empresas y organizaciones explorar nuevas formas de

darse a conocer al público y promocionar sus productos o creaciones, ya que dentro de estos entornos virtuales, los usuarios pueden realizar transacciones utilizando métodos de pago modernos, como las criptomonedas, lo que ya ha sido implementado por empresas y organizaciones que han desarrollado sus propios metaversos, como plataformas de videojuegos basadas en el metaverso, como Roblox, Minecraft, Fortnite y The Sandbox. Estas empresas han evidenciado estas posibilidades al ofrecer experiencias inmersivas donde los usuarios pueden socializar, comprar y vender activos digitales, y participar en actividades diversas.

El metaverso también ofrece a las instituciones financieras una nueva forma de operar e interactuar con sus clientes, ya que permite construir bancos virtuales que ofrezcan a los usuarios la posibilidad de realizar sus transacciones financieras y acceder a diferentes servicios bajo la dirección del personal del banco [4].

Salud

Dentro del metaverso se pueden crear clínicas virtuales y hospitales que faciliten a los pacientes acceder a diferentes servicios de salud de forma cómoda y segura [4]. Con el uso de experiencias inmersivas se pueden recrear cirugías que proporcionen orientación en tiempo real y acceso a información al cirujano, lo que ayuda a mejorar la precisión y flexibilidad quirúrgica [31].

El desarrollo de simulaciones basadas en distintas condiciones de salud del mundo real puede ayudar a los médicos a tomar decisiones más precisas y a prevenir riesgos o posibles enfermedades, lo que podría reducir la necesidad de citas regulares y disminuir los tiempos de espera de los pacientes para acceder a atención médica [32].

El metaverso también ayuda en la educación y capacitación de estudiantes y doctores; al facilitar el desarrollo de simulaciones de cirugías, realizar diagnósticos por imágenes y gestionar la atención y rehabilitación del paciente [31].

Avatar

Generalmente, un avatar puede ser considerado como un personaje o una herramienta, que puede ser controlado dentro de un entorno virtual, sin ninguna conexión física directa con el usuario [33]. El avatar no solo permite al usuario experimentar la inmersión en el entorno virtual, sino que también genera una sensación psicológica de presencia, al punto de que el usuario llega a ignorar el medio que media en esta interacción. En el contexto actual, las personas manejan múltiples

identidades entre lo virtual y lo real, y en el metaverso pueden elegir y proyectar libremente la versión de sí mismos que desean mostrar [34].

Realidad virtual

La realidad virtual representa gráficamente entornos tridimensionales generados por computadora, para ayudar a los usuarios a transferir conocimientos al mundo real de una mejor forma que los métodos tradicionales de enseñanza [35]. La tecnología de la realidad virtual combina el hardware y el software para proporcionar experiencias inmersivas a los usuarios; los componentes de hardware, como visores o gafas de realidad virtual, permiten la estimulación sensorial, mientras que el software genera el entorno virtual mediante gráficos y geometría 3D [36]. Las aplicaciones de realidad virtual también se pueden utilizar en dispositivos con pantallas planas, como computadoras y dispositivos móviles, así como en plataformas semi-inmersivas, como los simuladores de vuelo [37].

Origen de la realidad virtual

La realidad virtual tiene su origen en el siglo XX, con el desarrollo del primer simulador de vuelo de Edwin Link denominado Blue Box y también con el dispositivo de inmersividad Sensorama; sin embargo, en 2012 aparece el primer prototipo de gafas VR desarrolladas por Palmer Luckey y que dio origen a varios de los depósitos de VR de la actualidad [38].

Áreas de uso

La realidad virtual tiene múltiples usos en varias áreas, por ejemplo:

- En medicina, ayuda a tratar diferentes patologías y permite a los estudiantes realizar prácticas sin poner en riesgo la vida de pacientes [38].
- En el ejército, al ayudar a entrenar a los soldados y en labores humanitarias [38].
- En arquitectura, permite mostrar los resultados de un proyecto antes de comenzar la obra [38].
- En educación, desarrollando nuevas metodologías de enseñanza, que incluyen simulaciones de situaciones y entornos de aprendizaje [38].
- En el turismo, ofreciendo nuevas formas de exploración de diferentes destinos en el mundo, haciéndolos más accesibles para cualquier persona, incluso con limitaciones físicas [39].

Metodología SCRUM

Scrum es una metodología ágil para la gestión de proyectos de desarrollo de software, caracterizada por ser iterativa e incremental, la cual está diseñada para gestionar los proyectos con requisitos que cambian rápidamente con el tiempo, mejorando la comunicación entre los desarrolladores, los propietarios y otros miembros del equipo [40].

La metodología SCRUM se caracteriza por la adaptabilidad de los equipos de trabajo para abordar diferentes problemas y por su compromiso con la entrega de productos de máximo valor mediante un enfoque iterativo e incremental [41].

Equipo SCRUM

Los equipos SCRUM están conformados por el propietario del producto, un Scrum master y el equipo de desarrollo; además son multifuncionales y autoorganizados, y están diseñados para ser flexibles, creativos y productivos [42].

Marco de SCRUM

SCRUM está conformado por las siguientes etapas:

Product Backlog: También conocido como la lista de pendientes del producto, el product backlog es la etapa inicial donde se realiza una lista de los elementos o características más importantes del proyecto, mencionados por el propietario del producto. Esta etapa ayuda a garantizar la claridad de los elementos del proyecto, así como el impacto y los riesgos [42].

Sprint Planning: El equipo de desarrollo elige los elementos más importantes en los que va a trabajar, con base a su nivel de prioridad. En esta etapa, el equipo de desarrollo aprovecha para hacer preguntas al propietario del producto y a las partes interesadas sobre las características requeridas en el producto [42].

The Sprint: En esta etapa, el equipo de desarrollo trabaja en los elementos seleccionados en la etapa anterior. El sprint comienza con una reunión diaria para verificar que todo esté yendo según lo planeado y, por lo general, no dura más de un mes [42].

Review: Una vez que el sprint terminó, se programa una reunión para revisar los elementos que funcionaron y aquellos que no [42].

Repeat: El ciclo del proyecto se repite varias veces desde la primera etapa, con el fin de mejorar los procesos, experimentar con nuevas ideas y perfeccionar el trabajo, con el objetivo de alcanzar una alta calidad de desempeño [42].

En la **Figura 6** se muestra el ciclo de la metodología SCRUM.



Figura 6 Metodología SCRUM

Priorización MoSCoW

MoSCoW es una técnica de priorización usualmente utilizada en la metodología SCRUM, que consiste en asignar prioridades en cuatro grupos denominados Must have, Should have, Could have y Wont have [43]. La priorización es su capacidad para ver qué tareas y objetivos son más importantes en el momento actual [43].

- **Must have (Imprescindibles):** Los requisitos de este grupo deben implementarse en el software antes de su lanzamiento.
- **Should have (Deberían tener):** Si se implementan los requisitos de este grupo, será beneficioso para el software.
- **Could have (Podrían tener):** La inclusión de los requisitos de este grupo sería positiva para el proyecto o software.
- **Won't have (No tendrán en esta fase):** Los requisitos de este grupo no se implementarán en la iteración actual, ya que tienen baja prioridad [43].

Herramientas:

Blender

Blender es una herramienta gratuita y de código abierto para la creación de modelos y animaciones 3D con una variedad de propósitos [44], lo que la hace ideal para artistas, diseñadores y animadores.

Es una herramienta multiplataforma, debido a que puede ejecutarse en sistemas Linux, macOS y Windows, donde su interfaz emplea OpenGL, lo que lo hace ideal para soportar gráficos complejos y proporcionar una experiencia consistente en cualquier plataforma compatible [45].

Blender se ha popularizado a lo largo de los años debido a su interfaz intuitiva para realizar tareas como cambiar la posición de un objeto, el tamaño y su orientación, lo que lo hace ideal para principiantes; además es compatible con otros programas de creación y motores de videojuegos, como Unreal Engine o Unity [38].

BlenderKit

BlenderKit es una plataforma en línea que proporciona una base de datos de materiales, pinceles y modelos 3D a los que se puede acceder directamente desde Blender a través de su complemento [46], lo que lo hace ideal para artistas y diseñadores 3D, debido a que ayuda a agilizar los procesos de diseño. Aunque BlenderKit proporciona algunos modelos de forma gratuita, otros recursos requieren de una suscripción a la plataforma para poder utilizarlos.

Unity

Unity es un motor gráfico de videojuegos multiplataforma, que permite la creación, diseño, programación y funcionamiento de un videojuego; además ofrece otras funcionalidades como desarrollar escenarios 3D y 2D, renderizar gráficos, realizar animaciones y scripts para la programación de diferentes objetos [38]. Unity es capaz de compilar en diferentes plataformas, como web, móviles, consolas, Smart TV e incluso dispositivos de realidad aumentada, lo que lo convierte en un motor de desarrollo universal [44].

Esta plataforma también es utilizada ampliamente en múltiples estudios, como la generación de modelos de peces animados, salud, realidad virtual y sistemas de agentes inteligentes [47]. Además, Unity3D usa scripts para la lógica de programación del juego; estos scripts son enlazados

a demás componentes y son programados con el lenguaje C# con un framework similar a .NET FRAMEWORK [48].

Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código gratuito y de código abierto desarrollado por Microsoft, el cual es versátil y fácil de usar, lo que lo hace ideal para cualquier persona; también es compatible con varios lenguajes de programación, como Python, Java, C++, C#, JavaScript, etc [49].

Mixamo

Mixamo es una plataforma en línea desarrollada por Adobe que ofrece herramientas y recursos para animación 3D; también posee una amplia colección de personajes 3D y animaciones ya desarrolladas, permitiendo a su vez a los usuarios subir sus propios modelos de personajes 3D para aplicar cualquiera de las animaciones de su biblioteca y personalizarlas [50].

Materialize

Es una herramienta de código abierto que permite crear materiales y texturas a partir de imágenes, para luego importarlos e incorporarlos en modelos 3D, lo que lo hace ideal para el desarrollo de juegos y entornos virtuales [51].

Polycam

Polycam es una aplicación móvil de edición de video que proporciona a los usuarios la posibilidad de escanear su entorno para crear modelos tridimensionales realistas; además, ofrece la capacidad de editar estos modelos e incorporar efectos de realidad aumentada, animaciones y objetos virtuales. Esta aplicación también brinda a los usuarios la opción de crear videos con experiencias inmersivas y sorprendentes [52].

Avatar SDK

Avatar SDK es una plataforma en línea desarrollada por la empresa Itseez3D que permite la creación de avatares 3D realistas a partir de selfies con su herramienta MetaPerson Creator; además permite personalizarlos para utilizarlos en diversas aplicaciones, como realidad virtual, realidad aumentada, videoconferencias, videojuegos, marketing y el metaverso [53].

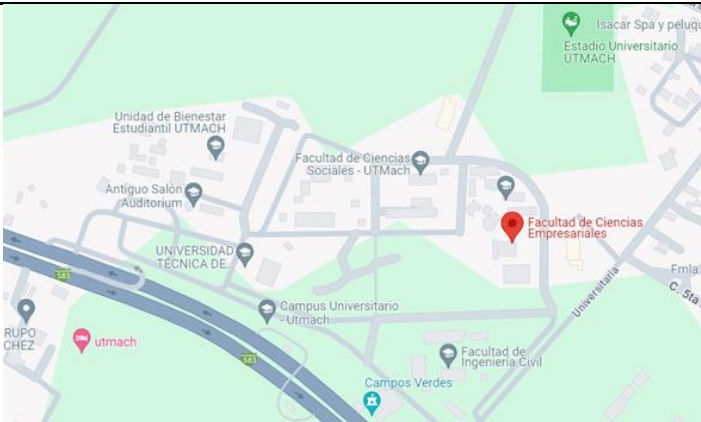
Convai

Convai es una plataforma web que posibilita el diseño y desarrollo de personajes virtuales interactivos con inteligencia artificial. La plataforma proporciona a los desarrolladores de videojuegos y de mundos virtuales funcionalidades avanzadas de inteligencia artificial para crear personajes capaces de hablar, escuchar, responder preguntas y actuar en tiempo real dentro de entornos virtuales [54].

1.4. Antecedentes Contextuales

En la **Tabla 4 y 5** se presentan algunos datos de las dos facultades [55], además de un gráfico estadístico de la distribución de estudiantes en cada facultad, como se muestra en la **Figura 7 y 8**.

Tabla 4 Datos de la Facultad de Ciencias Empresariales

Facultad de Ciencias Empresariales	
Autoridades	Decano: Ing. Javier Alejandro Bermeo Pacheco, MBA Subdecano: Ab. Ernesto Xavier Gonzáles Ramón, Mgs.
Carreras	<ul style="list-style-type: none">• Administración de Empresas• Turismo• Comercio Exterior• Finanzas y Negocios digitales• Mercadotecnia• Contabilidad y Auditoría• Economía
Número de estudiantes	3545
Ubicación	 <p>Fuente: [56]</p>

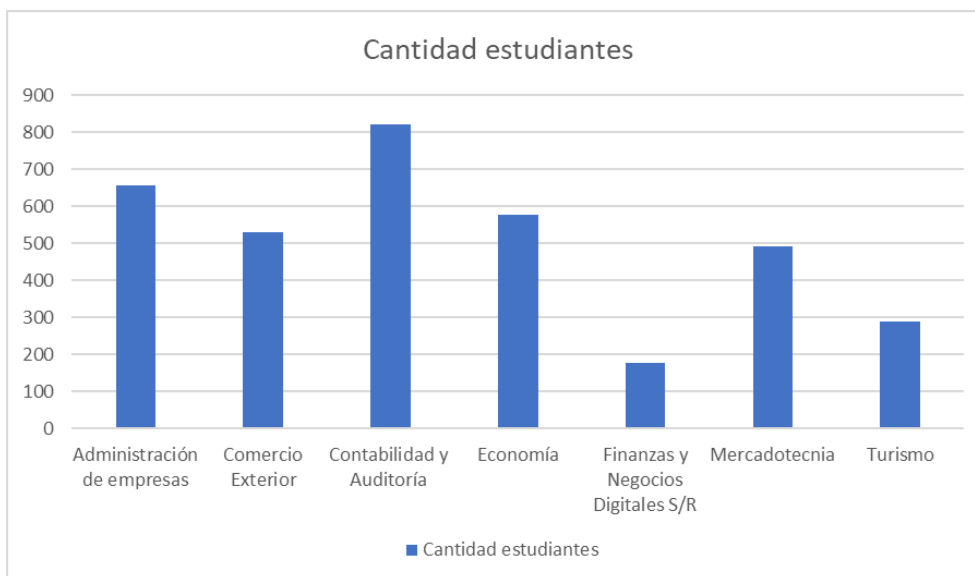



Figura 7 Gráfico de estudiantes FCE

Tabla 5 Tabla de datos de la Facultad de Ciencias Sociales

Facultad de Ciencias Sociales	
Autoridades	Decano: Ab. José Eduardo Correa Calderón, Mg. Subdecana: Lcda. Rosa Mirian Caamaño Zambrano, Mg.
Carreras (Campus Principal)	<ul style="list-style-type: none"> • Pedagogía de la Actividad Física y Deporte • Educación Básica • Educación Inicial • Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros • Psicopedagogía
Número de estudiantes	1395
Ubicación	 <p>Fuente: [56]</p>

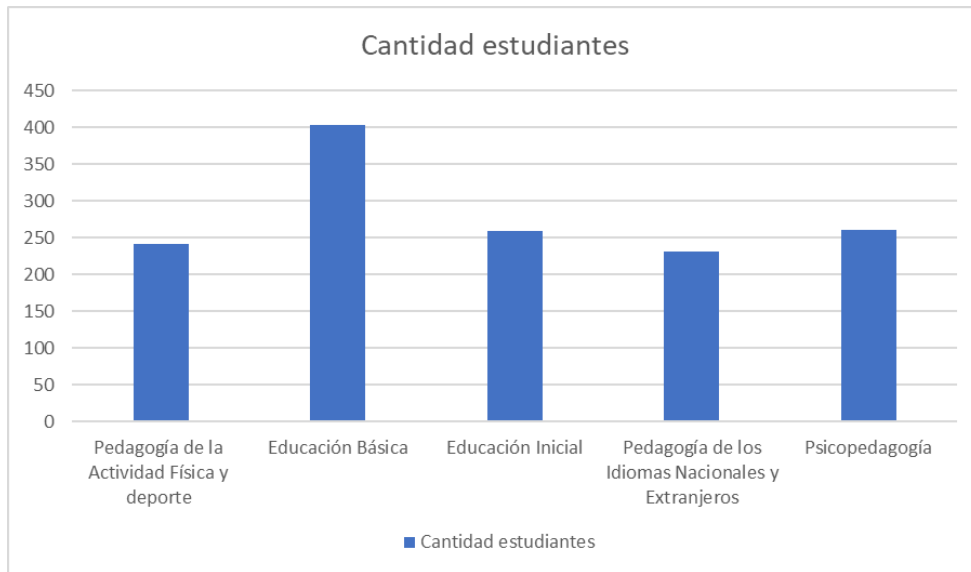


Figura 8 Gráfico de estudiantes FCS

1.4.1. Delimitaciones del Proyecto

Las autoridades del proyecto institucional del metaverso han proporcionado los planos correspondientes que delimitan las áreas específicas en las que trabajará cada equipo involucrado en el desarrollo del metaverso. Como se aprecia en la **Figura 9**, en este proyecto de titulación, se centrará en la recreación digital de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales hasta los límites que indican el plano.

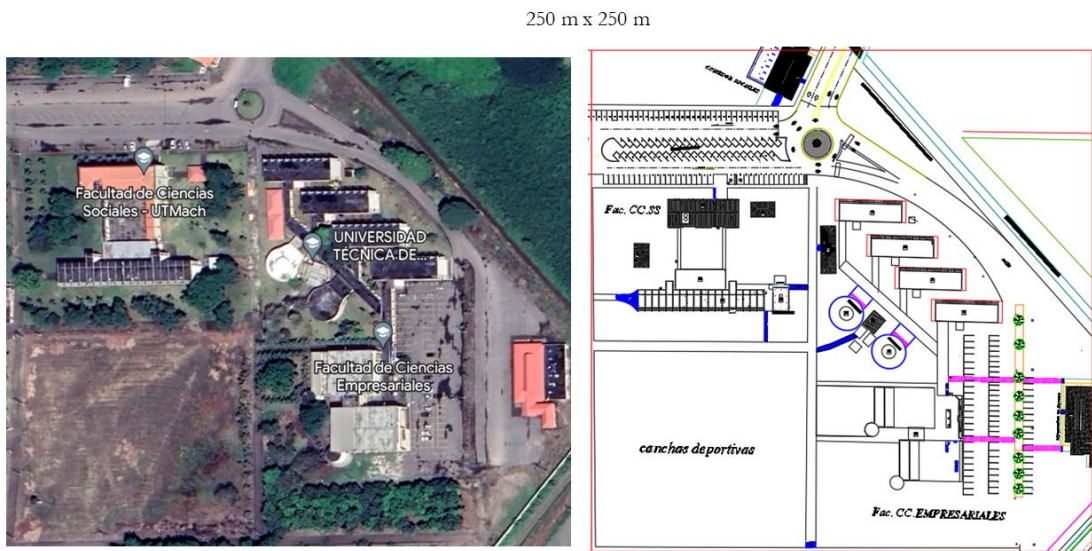


Figura 9 Planos de las facultades

1.4.2. **Ámbito de aplicación**

El metaverso UTMACH está diseñado para ser una herramienta educativa innovadora que mejore la accesibilidad y familiarización de los estudiantes con sus entornos académicos. Este proyecto se aplicará inicialmente a los estudiantes matriculados en las diversas carreras ofrecidas por estas facultades, quienes podrán explorar virtualmente las instalaciones mediante un entorno digital inmersivo desarrollado con Unity3D y Blender. Para su prueba y validación, se seleccionarán grupos específicos de estudiantes para evaluar su experiencia y satisfacción con el metaverso, utilizando encuestas y análisis estadísticos. La implementación de esta tecnología tiene el potencial de revolucionar la forma en que los estudiantes interactúan con su entorno universitario, facilitando un acceso más intuitivo y detallado a las instalaciones, y mejorando así su integración y adaptación al entorno académico.

1.4.3. **Establecimiento de requerimientos**

En la **Tabla 6** se mencionan los requerimientos.

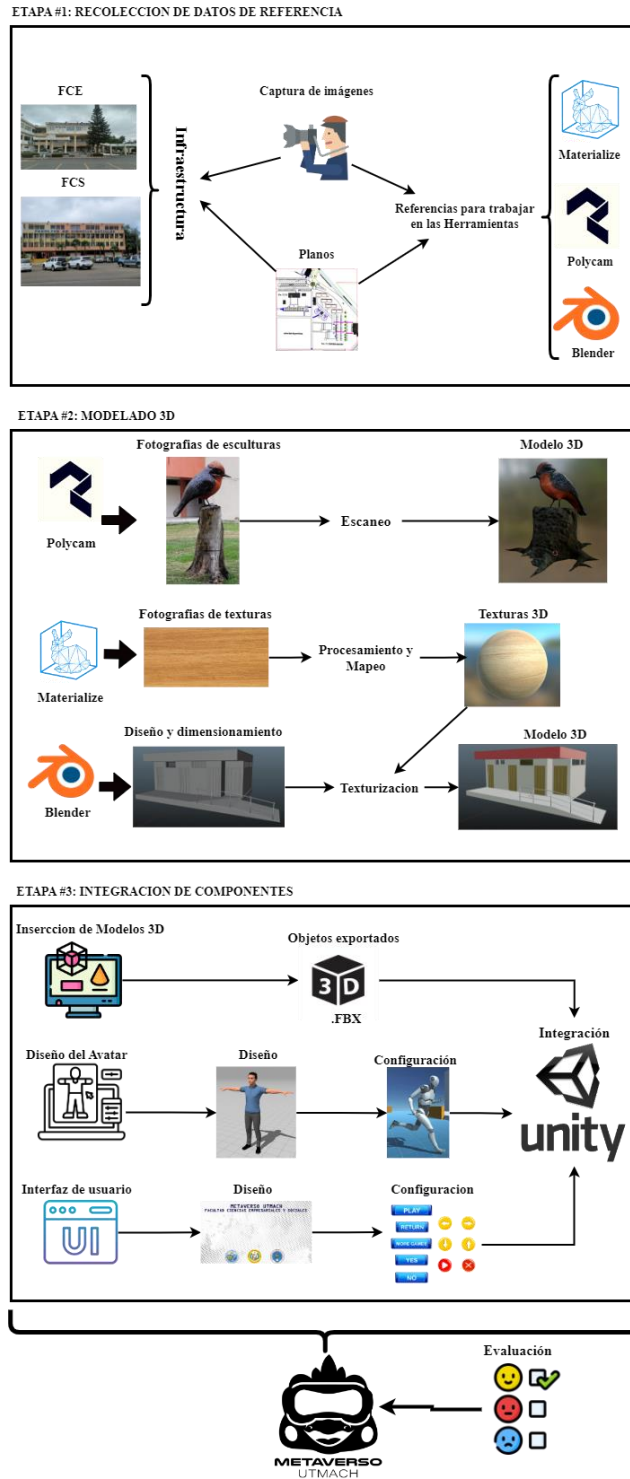
Tabla 6 Establecimiento de requerimientos

Requerimiento	Descripción Detallada	Prioridad
Creación del avatar	Incorporar avatares que permitan al usuario moverse e interactuar en el metaverso.	Alta
Modelados 3D de las instalaciones reales	Elaborar modelos 3D de las instalaciones de las facultades.	Alta
Interfaz de usuario	Desarrollar una interfaz de usuario que facilite a los estudiantes acceder y navegar por el metaverso.	Media
Creación del chatbot	Desarrollar un chatbot que proporcione información sobre la universidad a los usuarios.	Alta
Pruebas y validación	Llevar a cabo pruebas para evaluar el rendimiento del metaverso.	Alta

CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

2.1. Definición del prototipo

En la **Figura 10** se ilustra el diseño del prototipo.



El prototipo del metaverso UTMACH permitirá a la comunidad universitaria explorar virtualmente las instalaciones de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales. El desarrollo del prototipo implica una serie de actividades que requieren el uso de múltiples herramientas, por lo que se diseñó trabajar en 3 etapas en conjunto con la metodología SCRUM.

En la primera etapa de recolección de datos de referencia, el objetivo es obtener toda la información y el material necesario para comenzar a trabajar con el prototipo. Esto incluye la toma de fotografías (tanto de la infraestructura interna como externa) y la obtención de los planos de las facultades, contando con el permiso correspondiente de las autoridades. Esta información es fundamental para iniciar el trabajo con las herramientas Materialize, Blender y Polycam, permitiendo modelar y texturizar según las dimensiones y colores reales de la infraestructura de ambas facultades.

El objetivo de la segunda etapa de modelado 3D es diseñar los objetos que conforman la infraestructura basándose en la información recolectada de referencia. Este proceso incluye el uso de tres herramientas específicas: Polycam, Materialize y Blender. Polycam se utiliza para obtener modelos 3D de las estructuras más complejas, como estatuas o esculturas ubicadas en las áreas de las facultades, a partir de las imágenes correspondientes. Materialize se emplea para el procesamiento y mapeo de texturas fotográficas reales a formatos digitales, que luego se aplican a los modelos 3D. Finalmente, el trabajo más complejo y elaborado se realiza en Blender, donde se diseñan los objetos 3D desde cero y se asignan las texturas obtenidas a través de Materialize.

La tercera etapa del desarrollo del metaverso UTMACH se centra en la integración de todos los componentes necesarios en el motor de desarrollo Unity. Esta fase incluye la inserción de los modelos 3D, el diseño y configuración de avatares, y el desarrollo de la interfaz de usuario.

El primer paso es la importación de los modelos 3D previamente creados en un formato compatible con Unity, como el formato FBX. Para el diseño del avatar, se parte de imágenes del rostro de una persona y se personaliza su vestimenta utilizando el sitio web AvatarSDK. Una vez diseñado el avatar básico, se utiliza la herramienta Mixamo para finalizar su configuración, añadiendo detalles y movimientos. En Unity, el avatar se programa para realizar movimientos en 3D, como correr, caminar, saltar y cambiar de perspectiva, utilizando un asset específico de la Unity Asset Store.

Todos estos procesos culminan en Unity, donde se integran los componentes individuales para formar un prototipo cohesivo del metaverso UTMACH. Finalmente, se realizarán pruebas de usuario para evaluar el nivel de aceptación y satisfacción de los estudiantes, utilizando

cuestionarios digitales. Este enfoque asegura que el prototipo no solo sea técnicamente robusto, sino también altamente relevante y útil para la comunidad universitaria.

2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Este trabajo sigue un enfoque cuantitativo para evaluar el impacto del prototipo del Metaverso UTMACH en la experiencia de exploración de las instalaciones de las facultades. A través del uso de un cuestionario estructurado y análisis estadísticos, se medirá cómo los indicadores clave, como la usabilidad, la interactividad y la familiarización, influyen en la percepción y satisfacción de los estudiantes al utilizar este entorno virtual inmersivo.

En cuanto al alcance, este trabajo comenzará con un enfoque exploratorio, evolucionando hacia un enfoque descriptivo. En la primera fase, se realizará una búsqueda bibliográfica sobre el metaverso, herramientas de diseño 3D y desarrollo de entornos virtuales. El objetivo de esta fase es comprender el estado actual de estas tecnologías y sus aplicaciones educativas, identificando áreas desconocidas y generando ideas sobre cómo abordar la implementación de estas tecnologías en un contexto universitario. Posteriormente, el enfoque será descriptivo debido a que, en esta fase, se aplicarán las características y funcionalidades necesarias para el metaverso, para luego medir y analizar la variable relacionada con la aceptación del metaverso en la comunidad universitaria, permitiendo así una evaluación de su impacto, importancia y utilidad.

El diseño de investigación será cuasi-experimental debido a que se desarrollará el prototipo del metaverso y se observará su impacto en la experiencia de los estudiantes al visitar virtualmente las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales.

2.2.2. Unidades de análisis

Población (universo)

Se tomó como población a la Facultad de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales, la cual se segmentó por carrera, considerando a todos los estudiantes matriculados en las diferentes carreras ofrecidas por las facultades, como se indica en los Antecedentes Contextuales.

En la **Tabla 7** y la **Tabla 8** se presenta el total de estudiantes que cursan una carrera en el periodo 2024-E2 en las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales de la Universidad Técnica de Machala, y en la **Tabla 9** se muestra el valor total de la población.

Tabla 7 Población de FCE

Población en el periodo 2024-E1	
Estudiantes que comenzaron oficialmente clases en:	Cantidad
Administración de empresas	658
Comercio Exterior	530
Contabilidad y Auditoría	822
Economía	577
Finanzas y Negocios Digitales S/R	178
Mercadotecnia	491
Turismo	289
Facultad de Ciencias Empresariales (Total Población)	3545

Tabla 8 Población de FCS

Población en el periodo 2024-E1	
Estudiantes que comenzaron oficialmente clases en:	Cantidad
Pedagogía de la Actividad Física y deporte	241
Educación Básica	403
Educación Inicial	259
Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros	231
Psicopedagogía	261
Facultad de Ciencias Sociales (Total Población)	1395

Tabla 9 Población total

Población en el periodo 2024-E1	
Facultad	Cantidad
Facultad de Ciencias Empresariales	3545
Facultad de Ciencias Sociales	1395
Población total	4940

Muestra

Para este estudio se utilizará una muestra de 30 estudiantes, debido a que se aplicará una prueba de usabilidad. El tamaño reducido de la muestra se basa en las recomendaciones de Jakob Nielsen, quien indica que una muestra pequeña de entre 5 y 20 usuarios es suficiente para encontrar entre el 80% y el 95% de los problemas clave de usabilidad de un sistema, debido a que, en muestras más grandes, los problemas más comunes tienden a repetirse entre los participantes [57].

Para garantizar una distribución equitativa de la muestra entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales y la Facultad de Ciencias Sociales, se conformarán dos grupos de 15 estudiantes cada uno. La selección de los participantes se realizará de manera aleatoria, sin importar la carrera a la que pertenezcan.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para esta investigación se utilizará la técnica de recolección de datos de tipo encuesta, como se indica en la **Tabla 10**.

Tabla 10 Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumento
Observación	Imágenes fotográficas de las instalaciones para el diseño 3D.
Encuesta	Cuestionario o test digital, que incluye preguntas basadas en la escala de Likert, para medir la satisfacción de los estudiantes.

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

La técnica utilizada para el análisis de los resultados de la encuesta fue el análisis descriptivo, para obtener una visión general de la aceptación de nuestro metaverso en la comunidad universitaria, presentando los resultados en gráficos de barras simples, columnas simples y pastel.

2.2.5. Metodología o métodos específicos

Para el desarrollo del metaverso se decidió usar la metodología SCRUM, la cual consta de las siguientes fases: Product Backlog, Sprint Planning, The Sprint, Review, Repeat, como se representa en la **Tabla 11**.

Tabla 11 Metodología SCRUM

Fase	Actividad
Product Backlog	En esta primera fase se han identificado y priorizado las funciones y características más importantes que tendrá el prototipo del metaverso.
Sprint Planning	En la segunda fase, se establecerán las actividades que realizará cada miembro del equipo, como el desarrollo de los modelos 3D, la toma de fotografías de las instalaciones de las facultades y la programación en Unity.
Sprint	Se realizarán reuniones semanales para ver el progreso en los modelos 3D y en los scripts del prototipo, y discutir los obstáculos que se vayan presentando.
Review	Una vez finalizado el sprint, se llevará a cabo una reunión de revisión para presentar los avances en el prototipo y recibir sugerencias sobre correcciones necesarias.
Repeat	Se repiten de nuevo las fases de la metodología según sea necesario, para aplicar las correcciones sugeridas en la fase anterior, y así lograr que nuestro prototipo funcione correctamente.

2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Se muestra la clasificación y herramientas en la **Tabla 12**.

Tabla 12 Herramientas

Clasificación	Herramientas y/ Materiales
Software	Unity Student plan Blender Mixamo Materialice Polycam AvatarSDK Convai
Hardware	Computadoras Celulares
Datos	Imágenes fotográficas

2.3. Desarrollo del prototipo

Metodología SCRUM

2.3.1. Fase 1: Product Backlog

Durante esta fase, se llevó a cabo una serie de actividades colaborativas para definir claramente los requisitos del proyecto y establecer un plan de acción ordenado y manejable.

Identificación de funcionalidades o características:

El equipo de desarrollo, en colaboración con representantes del proyecto, realizó sesiones de reuniones para identificar las funcionalidades críticas del metaverso. Se consideraron aspectos como la accesibilidad, la interactividad, la precisión en la representación de las instalaciones y la usabilidad general del entorno virtual, y además se priorizó según su importancia para los usuarios finales utilizando la técnica MoSCoW, como se muestra en la **Tabla 13**.

Tabla 13 Características del prototipo

Prioridad	Características Identificadas
M (Must have)	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de modelos tridimensionales de las infraestructuras de ambas facultades, con detalles arquitectónicos clave, como la forma, tamaño, texturas de las fachadas, ventanas, puertas y elementos distintivos o relevantes. • Diseño de una interfaz fácil de usar. • Desarrollar y aplicar encuestas para evaluar el metaverso. • El metaverso debe ser accesible descargando una aplicación. • Implementar avatares animados que representen a los estudiantes dentro del metaverso. • Los estudiantes deben poder acceder y explorar virtualmente las instalaciones de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales. • Representación de los espacios exteriores, incluyendo senderos, jardines, estacionamientos y otros elementos paisajísticos.
S (Should have)	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar la posibilidad de que los usuarios interactúen con ciertos elementos del entorno, como puertas y muebles. • Modelos optimizados para mantener un equilibrio entre calidad visual y rendimiento. • Texturas de media resolución para las superficies visibles más cercanas al usuario.
C (Could have)	<ul style="list-style-type: none"> • Detalles adicionales como letreros, papeleras y otros elementos menores deben ser modelados de manera sencilla pero reconocible. • Vegetación modelada con niveles de detalle que varían según la distancia del usuario (Level of Detail - LoD), utilizando texturas y modelos más simples para elementos lejanos y más complejos para los cercanos.
W (won't have)	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir la posibilidad de jugar con gafas de realidad virtual. • Implementar funcionalidades de chat y comunicación entre usuarios dentro del metaverso. • Permitir a los usuarios personalizar sus avatares dentro del metaverso.

A pesar de que las características mencionadas en la categoría "Won't have" no se incluirán en este proyecto de titulación, se prevé su implementación en futuras fases del desarrollo del metaverso, dado que es un proyecto institucional. El progreso logrado hasta la tesis constituirá solo la primera fase del proyecto institucional y estas mejoras se abordarán en etapas posteriores para garantizar que el metaverso evolucione y se adapte a las necesidades de la comunidad universitaria, promoviendo un entorno digital cada vez más completo y funcional.

2.3.2. Fase 2: Sprint Planning

En esta fase se establecieron las actividades específicas que cada miembro del equipo debía realizar para desarrollar el prototipo del metaverso UTMACH. Esta planificación detallada es crucial para asegurar un progreso organizado y eficiente hacia la meta principal del proyecto. A continuación, en la **Tabla 14** se describen los pasos y asignaciones realizadas durante esta fase:

Tabla 14 Tareas del Sprint Planning

Definición de Tareas		
Categoría	Área de trabajo	Actividades
Modelado 3D	Equipo de modelado.	Utilización de Blender para crear modelos tridimensionales detallados de los edificios y oficinas de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales. Esto incluyó la toma de fotografías de las instalaciones reales para asegurar la precisión en la recreación digital.
Texturización y Materiales	Equipo de diseño gráfico.	Uso de herramientas como Materialize y Polycam para crear y aplicar texturas realistas a los modelos 3D, mejorando la inmersión visual del metaverso.
Programación	Equipo de programación.	Desarrollo de scripts en C# para la animación y funcionalidad de avatares en Unity3D, lo cual abarca la programación de movimientos e interacciones de los avatares dentro del metaverso.
Integración y Testing	Equipo de integración y testing.	Integración de todos los elementos (modelos 3D, scripts, texturas) en Unity3D. Realización de pruebas para identificar y solucionar errores o inconsistencias en el funcionamiento del prototipo.

A continuación, se presentan en la **Tabla 15** los aspectos clave que se tomaron en cuenta durante los sprints de desarrollo:

Tabla 15 Detalles del sprint

Características del Sprint	
Duración del Sprint	Se determinó que el sprint duraría dos semanas, con revisiones semanales para evaluar el progreso.
Objetivos Semanales	Cada semana se fijaron objetivos específicos que debían alcanzarse, como completar un cierto porcentaje de los modelos 3D o lograr que los avatares realizaran movimientos básicos.
Reuniones Semanales	Se planificaron reuniones semanales para revisar el progreso de cada equipo, discutir los obstáculos encontrados y ajustar las tareas según fuera necesario.
Herramientas de Comunicación	Se utilizaron herramientas de comunicación y colaboración en línea para mantener una comunicación constante y fluida entre todos los miembros del equipo.

El equipo SCRUM estará compuesto por los siguientes roles, como se muestra en la **Tabla 16**.

Tabla 16 Equipo SCRUM

Conformación del equipo de trabajo	
PRODUCT OWNER	
Nombre: Jorge Luis Armijos Carrion	
EQUIPO SCRUM	
ORD	NOMBRES
1	Jeremy Josue Prieto Conza
2	Angel Wladimir Camacho Alaña

2.3.3. Fase 3: Sprint

Se implementaron las actividades planificadas para avanzar en la creación del prototipo. Cada sprint se planificó para tener una duración de dos semanas, permitiendo iteraciones rápidas y la incorporación de feedback continuo. A continuación, se detalla el desarrollo de esta fase:

- **Captura de imágenes:** Se recorrieron las instalaciones de ambas facultades, como se muestra en la **Figura 11**, las oficinas administrativas, los diferentes departamentos, bibliotecas, baños y aulas, con el fin de ir tomando fotografías para utilizarlas como referencia en el desarrollo de los modelos 3D en Blender. También para ver los colores y materiales de cada objeto físico, para replicarlo dentro de los modelos 3D.



Figura 11 Toma de fotografías de las instalaciones de las Facultades

- **Modelado 3D:** Una vez obtenidas las imágenes fotográficas necesarias, se empezó a realizar los modelos 3D en Blender, tomando como referencia la **Figura 12**.



Figura 12 Fotografía de referencia

El proceso general abarca lo siguiente: en un nuevo archivo de Blender, se crea un plano con el comando SHIFT + A. Después, se escala el plano con el comando S para hacerlo más grande y con las teclas S + X se escala en el eje X del programa, con el fin de aumentar la anchura del plano, como se muestra en las **Figuras 13**.

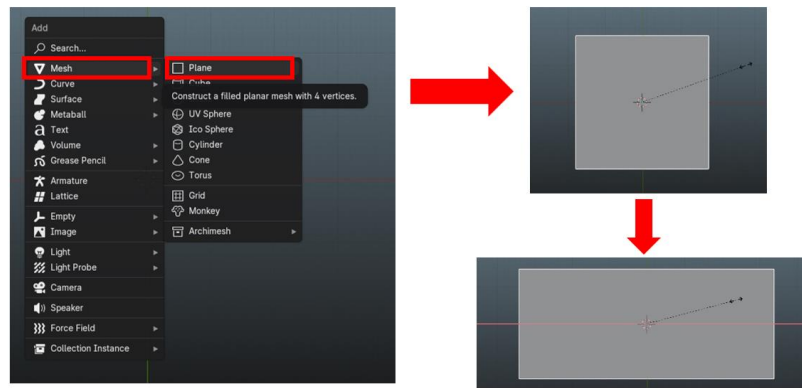


Figura 13 Creación de un plano en Blender

Se procede a editar el plano; para ello, con el objeto seleccionado accedemos al modo edición de Blender con el comando TAB. Se realizan cortes en el plano para crear las paredes del objeto con el comando SHIFT + R o escogiendo la opción Loop Cut como se muestra en la **Figura 14**.

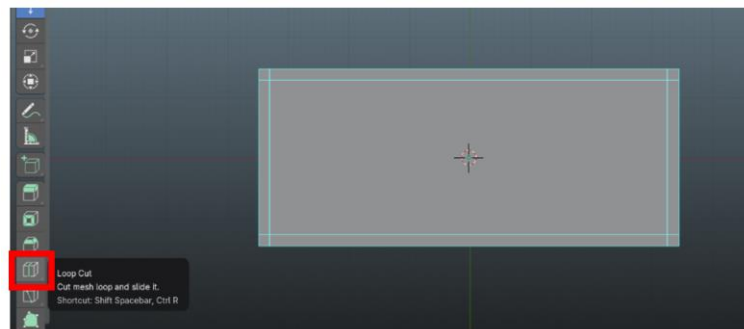


Figura 14 Edición del plano

Luego se seleccionan las nuevas caras o cuadros que se crearon después de realizar los cortes; se cambia la perspectiva de la pantalla con la tecla 7 para poder visualizar el eje Z y con el comando E o la opción “Extrude Region” se extruyen las caras hacia arriba para crear las paredes del objeto. Se puede observar mejor este proceso en la **Figura 15**.

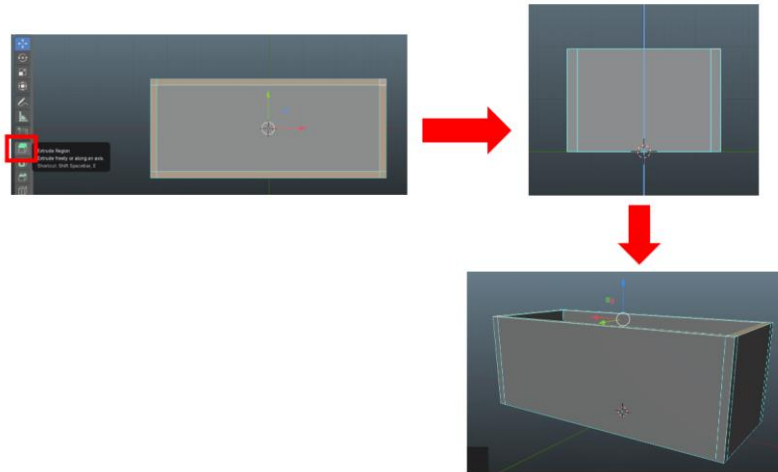


Figura 15 Proceso de creación de paredes del modelo 3D

Una vez creadas las paredes, se realizan más cortes para poder identificar mejor los lugares donde irán las ventanillas y las puertas del modelo, como se aprecia en la **Figura 16**.

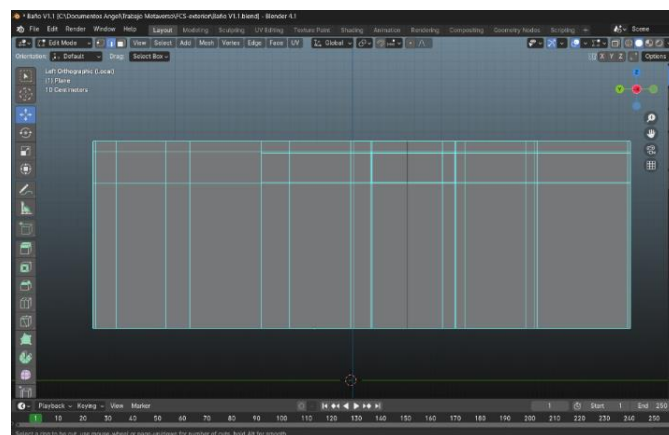


Figura 16 Aplicación de cortes en las paredes

Tras realizar los cortes necesarios, usando el comando X y escogiendo la opción faces, se eliminan las caras o cuadros donde se ubicarán los elementos anteriormente mencionados, como se observa en la **Figura 17**.

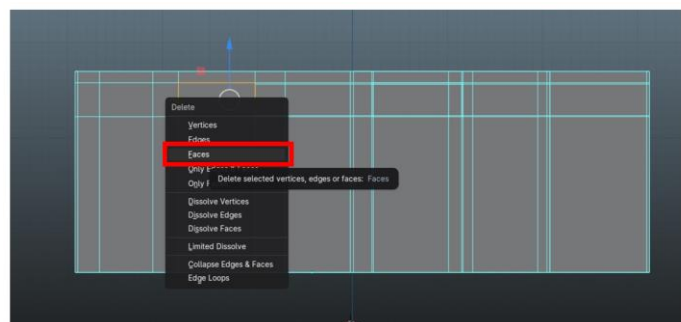


Figura 17 Eliminación de caras del plano

En la **Figura 18** se seleccionan las caras que se encuentran en el extremo derecho del cubo y se extruyen las caras hacia adentro de la figura, es decir se llevan dichas caras hacia el interior del cubo.

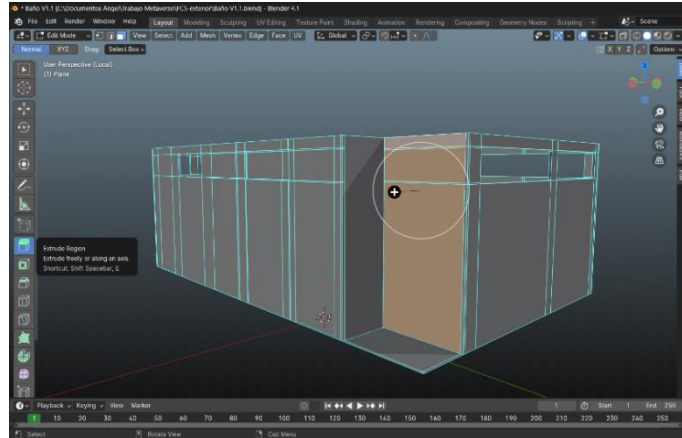


Figura 18 Edición de las paredes del modelo 3D

En la **Figura 19**, se procede a colocar las caras en el interior del cubo, para agregar las paredes interiores del modelo. Para ello, con la tecla 2 se cambia la selección a edges o bordes y se seleccionan los bordes donde queremos que haya una pared y se presiona la tecla F para rellenar ese espacio con una nueva cara.

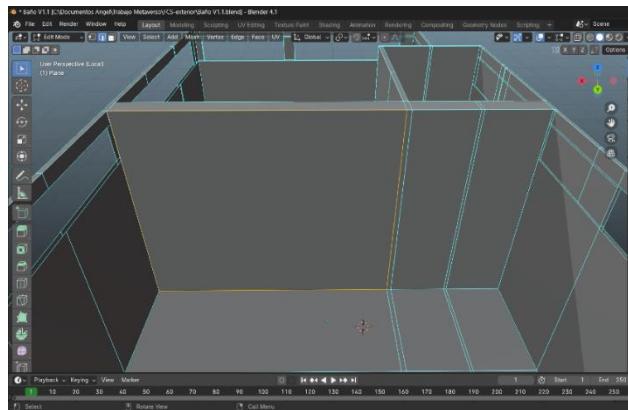


Figura 19 Creación de las paredes internas del modelo 3D

Una vez terminado de editar la estructura principal, se empiezan a realizar los demás objetos del modelo como las ventanas, puertas, techo, piso y barandales. En la **Figura 20** se muestra cómo queda el modelo 3D de la **Figura 12** que se tomó como referencia.



Figura 20 Modelo 3D finalizado

Para asignar colores o materiales a nuestro modelo 3D, en la parte derecha del programa de Blender se encuentran algunas opciones de edición de propiedades. En la penúltima opción “Material” se podrán crear nuevos materiales para ser agregados a los modelos; estos materiales también pueden ser simples colores. En la **Figura 21** se observan estas opciones de edición.

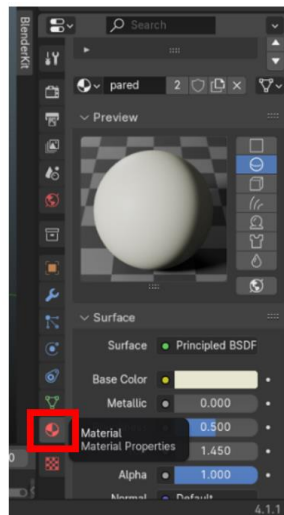


Figura 21 Creación de un nuevo material

Para visualizar los colores y materiales que hemos aplicado a nuestro modelo 3D, se ubica en la parte superior derecha y escogemos la opción “Material Preview”, como se muestra en la **Figura 22**.

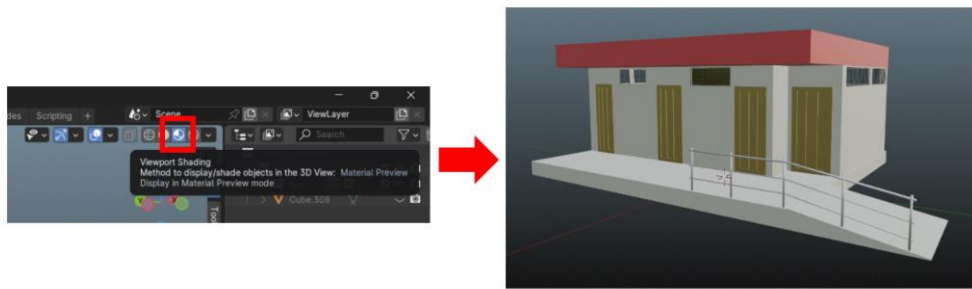


Figura 22 Materiales aplicados al modelo 3D

Se continua con el mismo proceso, para crear los modelos 3D de las demás instalaciones de las facultades. En las **Figuras 23, 24 y 25** se observa el progreso de este proceso.

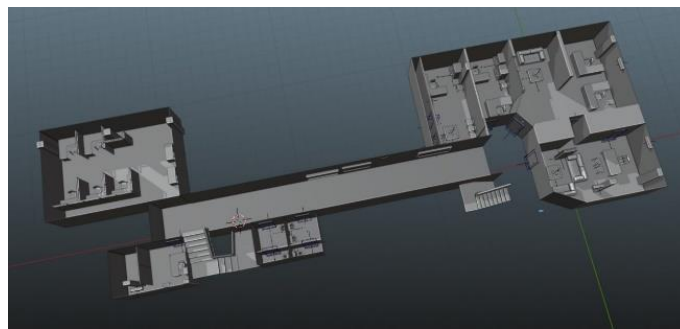


Figura 23 Modelo 3D del interior del edificio principal FCS



Figura 24 Modelo 3D del interior del edificio principal FCE



Figura 25 Modelo 3D de la Facultad de Ciencias Empresariales

Integración de Polycam para la digitalización de estatuas

Se utilizó Polycam para capturar y digitalizar estatuas presentes en las instalaciones. Esta técnica permitió una representación más precisa y realista de los elementos decorativos y culturales en el metaverso.

Utilizando un dispositivo móvil con la aplicación Polycam, se realizaron múltiples escaneos de las estatuas desde diferentes ángulos para capturar todos los detalles posibles. La aplicación utiliza la cámara del dispositivo y tecnologías de fotogrametría para generar un modelo 3D del objeto escaneado, como se observa en **Figura 26**.

Polycam procesa las imágenes capturadas y las convierte en un modelo 3D detallado. Este modelo incluye texturas y geometrías que representan fielmente la estatua original.

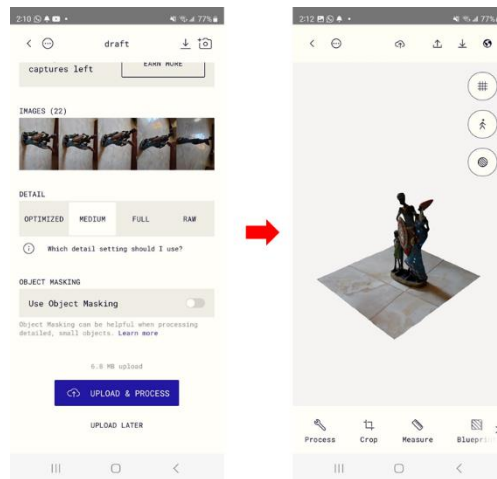


Figura 26 Ejemplo de uso de Polycam para generar un modelo 3D a partir de fotografías

Una vez generado, el modelo 3D se exporta desde Polycam en un formato compatible con Blender.



Figura 27 Modelo 3D de una estatua de FCS

- **Texturización:** Para realizar modelos 3D realistas, es necesario aplicar texturas y materiales que se asemejen a los elementos de las instalaciones físicas de las facultades. Para ello, se usó la herramienta de Materialize que permite crear texturas a partir de una imagen.

En la herramienta Materialize se carga la imagen de referencia de la textura. Luego, en las opciones de “Height Map” y “Normal Map”, se crean las imágenes que contendrán las características de rugosidad, relieve y sombra de nuestra textura; una vez que se obtienen las imágenes las exportamos para poder ser usadas en Blender. En la **Figura 28** se puede observar este proceso.

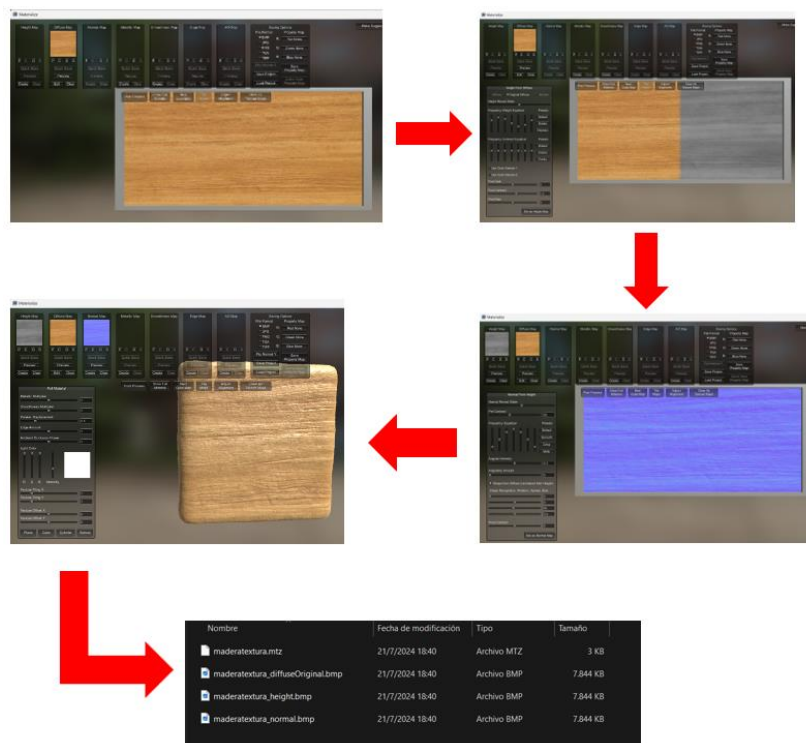


Figura 28 Creación de un material en Materialize

Dentro de la herramienta Blender, se utiliza nodos para incorporar las imágenes creadas anteriormente y así elaborar la textura para aplicarla en el modelo 3D, como se aprecia en la **Figura 29**.

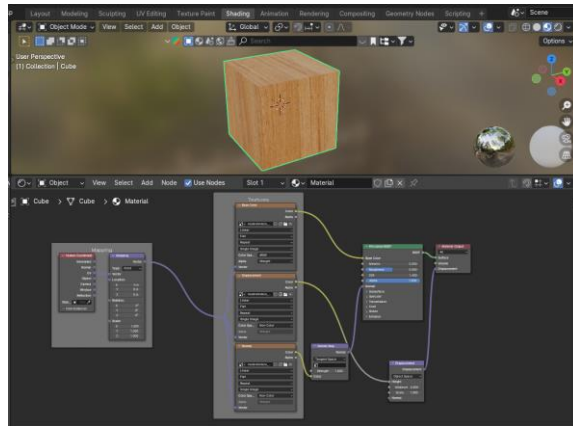


Figura 29 Material importando a Blender

- **Integración:** Integración de los modelos, avatar y scripts en Unity3D.

Este proceso en general llevó lo siguiente: Primero se crea un proyecto con características 3D en Unity. Dicho proyecto permitirá integrar los modelos 3D desarrollados en el proceso anterior, de tal forma que se cree un entorno virtual.

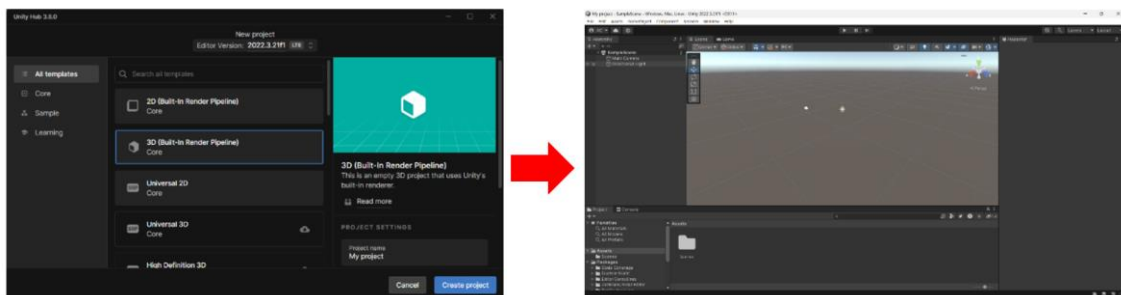


Figura 30 Creación de un nuevo proyecto en Blender

Para poder integrar los modelos 3D dentro de la escena del proyecto de Unity, primero se debe exportar dichos modelos en el formato FBX. En la **Figura 31** se puede observar este proceso.

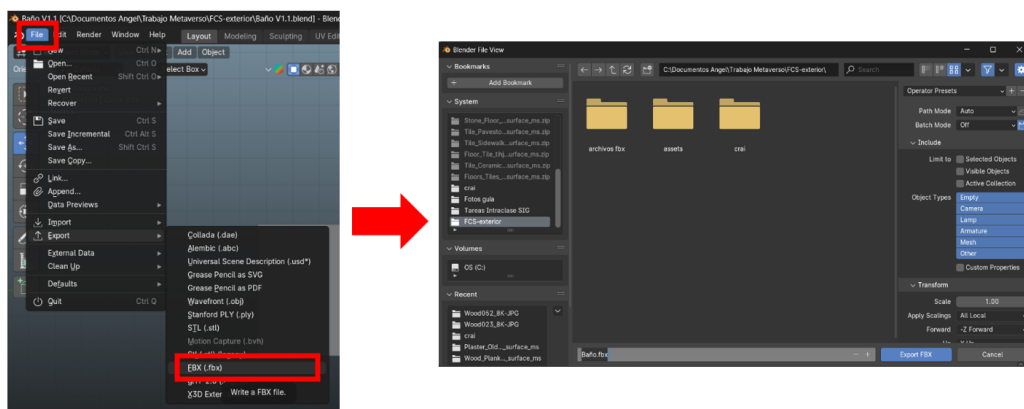


Figura 31 Exportación de modelos 3D a formato FBX

Unity permite crear algunos objetos 3D y otros elementos como luces, video, audio, imágenes, texto, avatares, etc. Se agrega un terreno dentro del proyecto, luego se añaden los archivos FBX y se extraen las texturas y materiales del modelo. Después, se arrastran el modelo a la escena y este ya se integrará con las texturas que se han aplicado; este proceso se repite con los demás modelos. En las **Figuras 32 y 33** se aprecia este proceso.

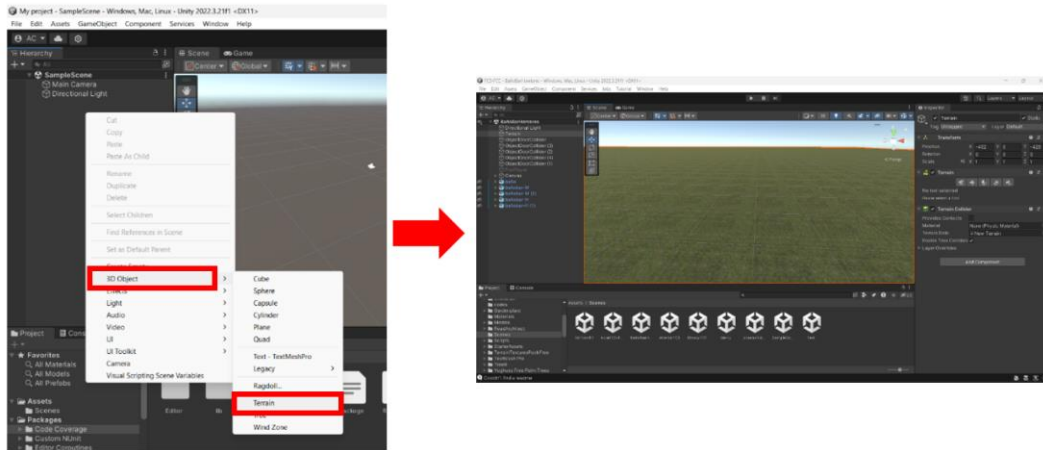


Figura 32 Incorporación de un terreno en Unity

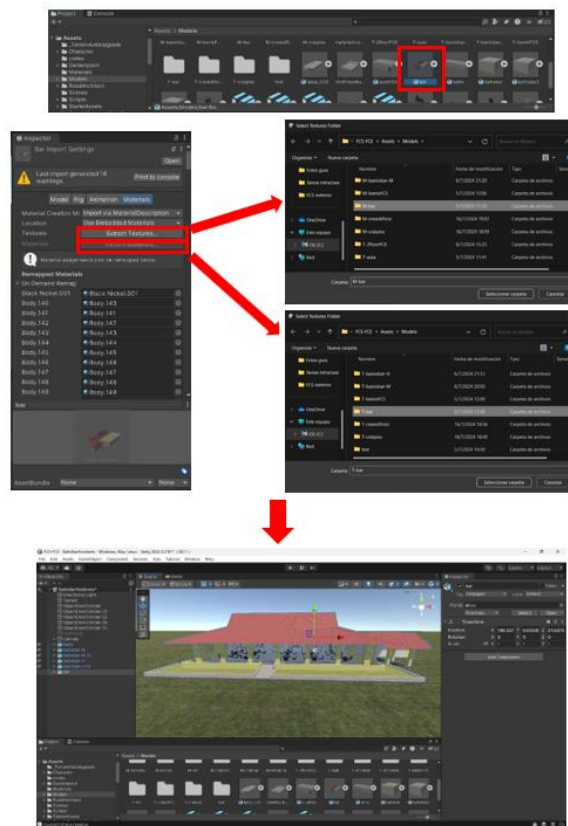


Figura 33 Incorporación del modelo 3D en Unity

- **Programación:** En esta fase del Sprint, también nos enfocamos en la programación y desarrollo de scripts en C# para implementar la lógica e interacción dentro del entorno de Unity3D.

A continuación, se explica el proceso de implementación de las funciones más importantes que hicieron uso de scripts.

Cambió de escenas

Para implementar el cambio de escenas, utilizamos el sistema de escenas de Unity. Se creó un script en C# que permite cambiar entre diferentes escenas del metaverso. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se realizó:

El script (ver en **Anexo 1**) gestiona la transición de escenas cuando el jugador interactúa con una zona de salida específica en el juego, presionando una tecla; además de recordar la última salida utilizada para posicionar correctamente al jugador en la nueva escena. La zona de cambio de escena para el avatar será un bloque ajustado en tamaño y ubicación, colocado en las entradas y salidas de las puertas entre cada escena, como se puede apreciar en la **Figura 34**.

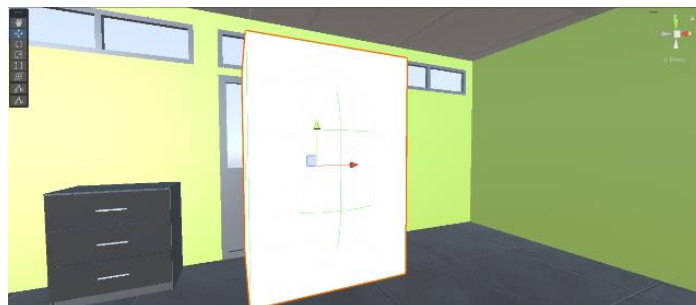


Figura 34 Ejemplo de bloque básico para la zona de cambio de escena

Después de añadir los bloques que actúan como zonas para cambiar de escena, se agrega el script "NewScene.cs" a estos bloques en Unity. Esto hace que aparezcan opciones de configuración en el panel de propiedades, como se ilustra en la **Figura 35**.

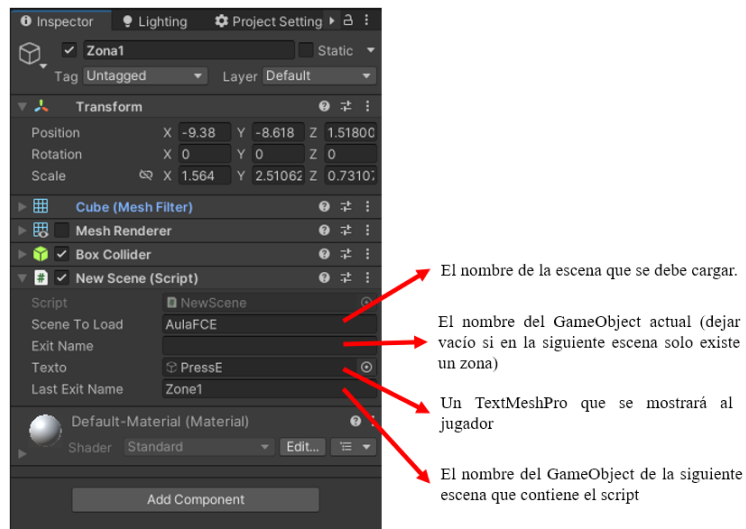


Figura 35 Configuración de los parámetros de entrada del Script "NewScene"

Para el parámetro "Texto" es necesario crear un GameObject y configurar sus dimensiones en el panel 2D de configuración de escena, como se muestra en **Figura 36**.

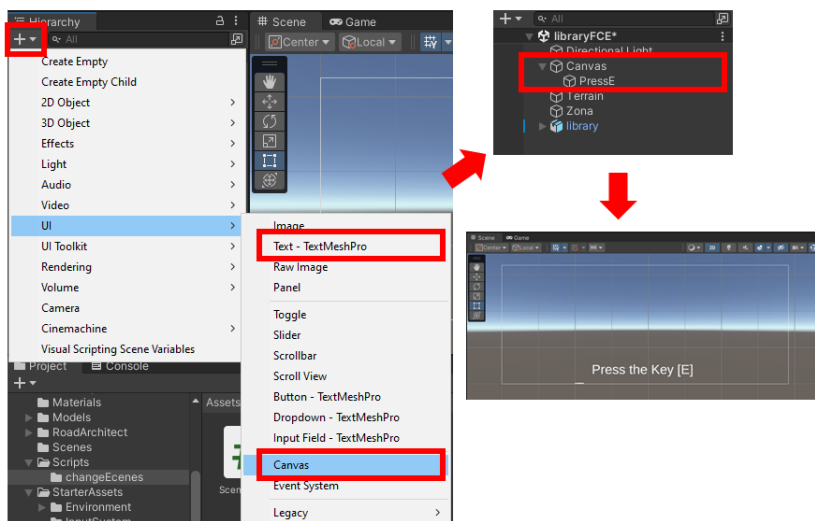


Figura 36 Configuración del texto indicativo en el cambio de escena

Avatar

El control de avatares es esencial para la inmersión del usuario en el metaverso. Para lograrlo, se utilizaron los recursos Starter Assets – ThirdPerson de la AssetStore, Mixamo y Avatar SDK. Primero, se realiza la instalación del Starter Asset en Unity, se importa y se configura como se ilustra en la **Figura 37**.

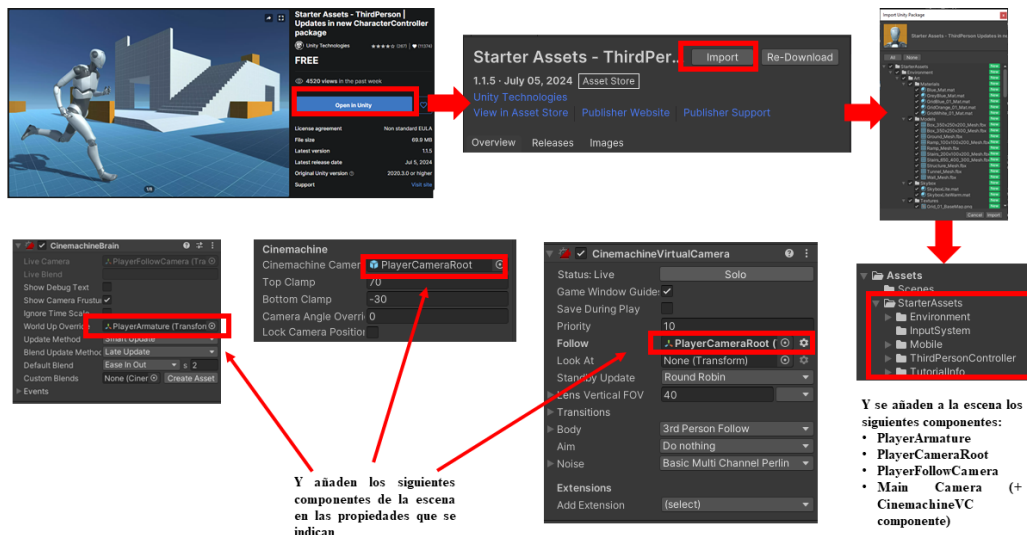


Figura 37 Proceso general de la implementación del avatar en tercera persona en Unity

Posteriormente, se accede a la página de Avatar SDK, que permite crear un personaje a partir de una foto de un rostro. Se carga la fotografía del rostro, se personaliza la vestimenta del personaje y se exporta como un archivo FBX. Sin embargo, este archivo FBX no es completamente compatible con Unity, por lo que se utiliza Mixamo. Se carga el archivo en Mixamo y se exporta específicamente como un FBX para Unity, tal como se muestra en la **Figura 38**.

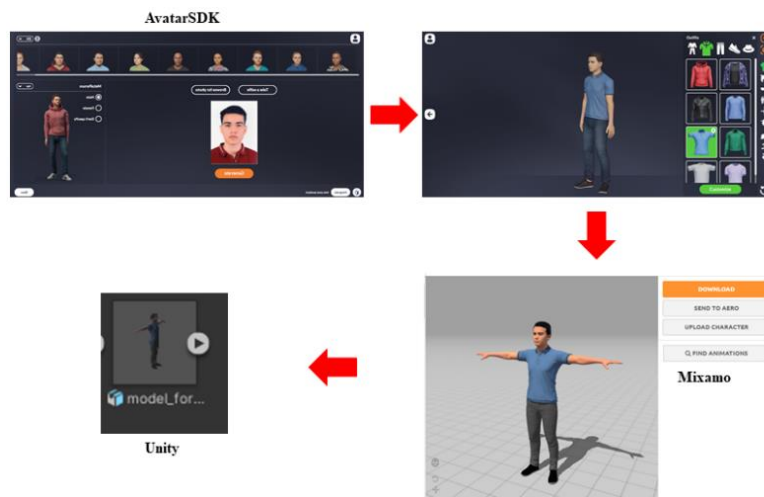


Figura 38 Proceso general de creación del avatar personalizado

Finalmente, se carga el archivo FBX en Unity y se inserta en los componentes del Starter Asset, proporcionando una piel al personaje base.

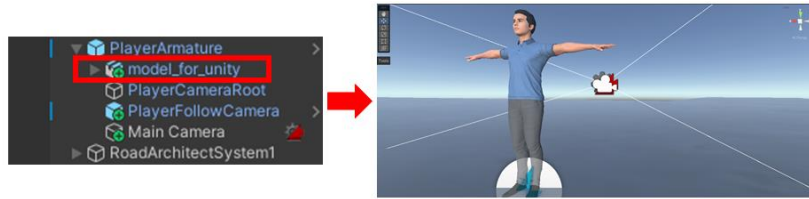


Figura 39 Integración del modelo de avatar personalizado

Además, se creó el script `PlayerScript.cs` del **Anexo 2**, diseñado para gestionar un objeto de jugador persistente en Unity, para asegurar que el jugador permanezca constante y accesible a lo largo del juego, incluso cuando se cambian las escenas, tal como se indica en **Figura 40**.

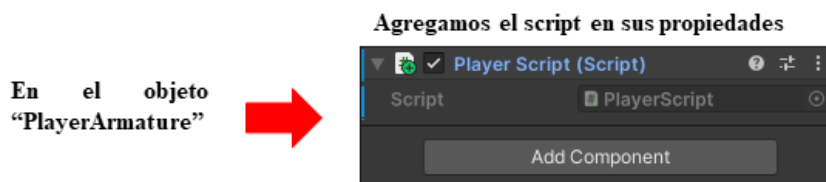


Figura 40 Implementación del Script "PlayerScript"

Menú de usuario

Para el desarrollo del menú, se utilizó un video e imágenes ya previamente realizadas en herramientas de diseño gráfico con el fin de tener un estilo acorde al metaverso. En una nueva escena se crearon los `GameObjects` que conformaran la estructura del menú, como se aprecia en la **Figura 41**, en los cuales se realizó su respectiva configuración en su función a ejecutar en pantalla.

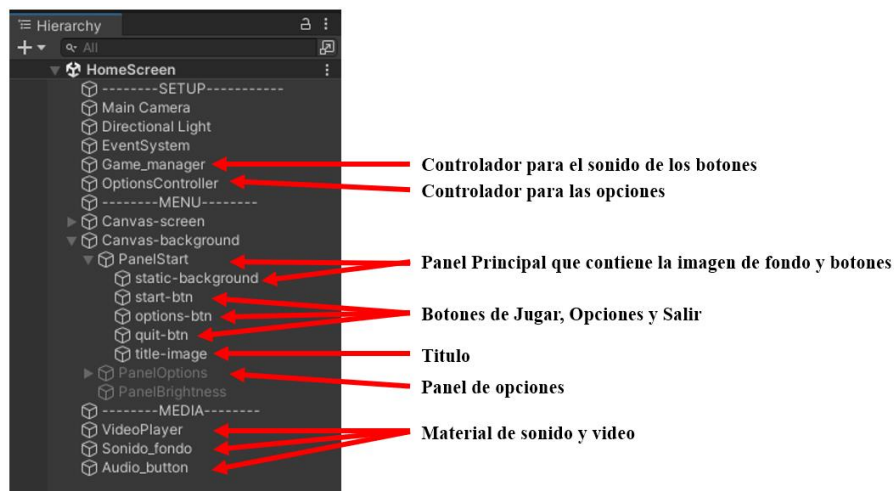


Figura 41 Creación de los elementos necesarios para el menú

El menú está dividido en dos secciones importantes, “PanelStart” el cual es la primera pantalla presentada al usuario y “PanelOptions” el cual será mostrado como menú de configuración. Además del diseño virtual, se configuró que cada botón esté vinculado a su función correspondiente al script, tal como se muestra en la **Figura 42**, el cual se encuentra como componente en el GameObject “Canvas-background” para que los demás botones puedan hacer uso de este script.

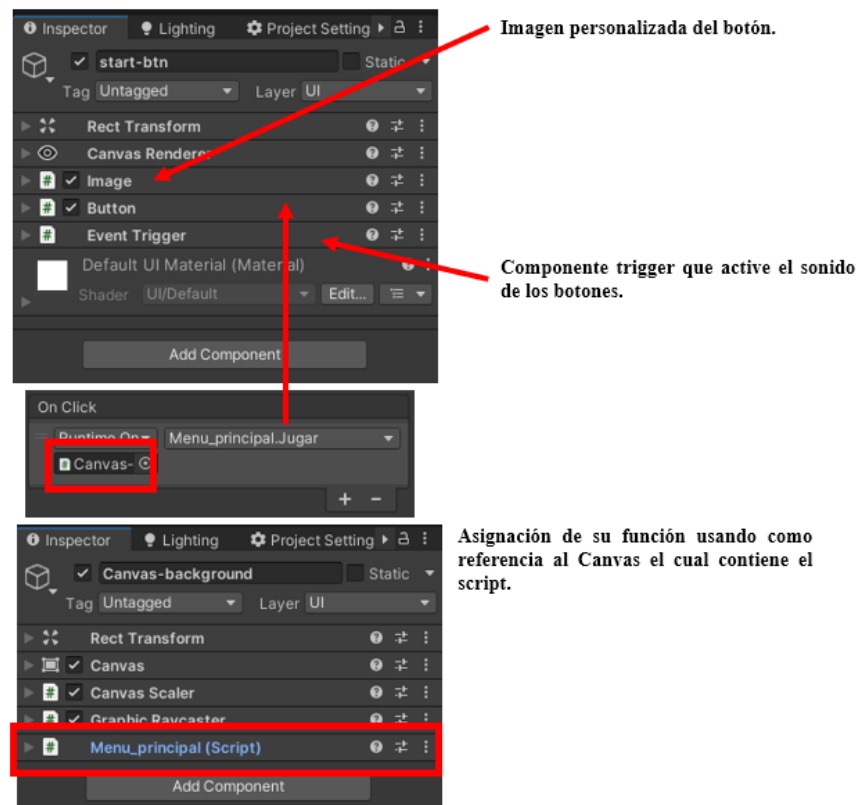


Figura 42 Configuración de los botones del menú

El "PanelStart" se presenta completamente configurado, con cada botón debidamente ajustado y la animación del video de presentación integrada en la escena, tal como se muestra en la **Figura 43**.



Figura 43 Panel de inicio del menú

El desarrollo del "PanelOptions" implicó la creación de diversos GameObjects diseñados tanto para aspectos visuales como funcionales, incluyendo botones y otros elementos interactivos, tal como se muestra en la **Figura 44**. Además de los botones, se utilizaron GameObjects como sliders, dropdowns y toggles, con el objetivo de ofrecer una presentación más adecuada y funcional para cada característica, como, por ejemplo, se implementó un slider para ajustar el volumen y dropdowns para configurar la calidad gráfica y la resolución, proporcionando una interfaz más intuitiva y adaptada a las necesidades del usuario.

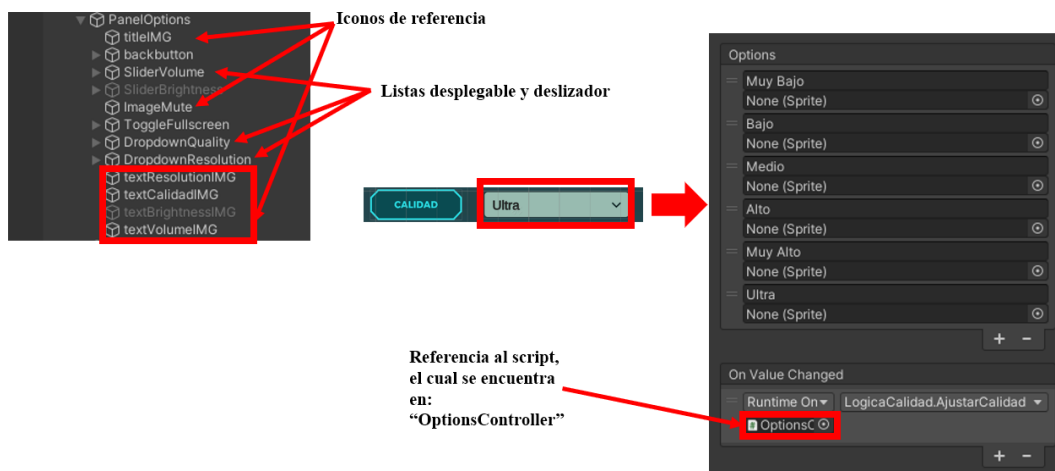


Figura 44 Configuración de los elementos del Panel de opciones

Tras completar la configuración, el "PanelOptions" quedó estructurado de la siguiente manera, tal como se muestra en la **Figura 45**.



Figura 45 Panel de opciones del menú

Teletransportación

Se implementó un sistema de teletransporte para el jugador o avatar dentro de la escena principal, permitiendo su traslado inmediato a diferentes puntos de interés. Esta funcionalidad optimiza el proceso de exploración y recorrido de los lugares en la escena, facilitando su navegación, tal como se ilustra en la **Figura 46**.

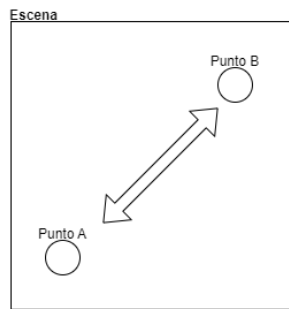


Figura 46 Diagrama de teletransportación entre puntos en la escena

En la escena principal, se incorporó un modelo 3D previamente creado en Blender, diseñado con un estilo de portal futurista para facilitar su comprensión e integración. Además de este modelo, se añadió un cubo dentro de él, que contiene el script de teletransportación (ver el **Anexo 5**), como se muestra en la **Figura 47**. También se incorporó un texto flotante, que siempre apunta hacia la cámara del jugador, indicando de manera clara el siguiente destino al que el jugador se teletransportará. Para lograr esto, se incluyó un canvas dentro de la escena, donde se personalizó el componente TextMeshPro y se asignó el script necesario para su funcionamiento (ver el **Anexo 4**).

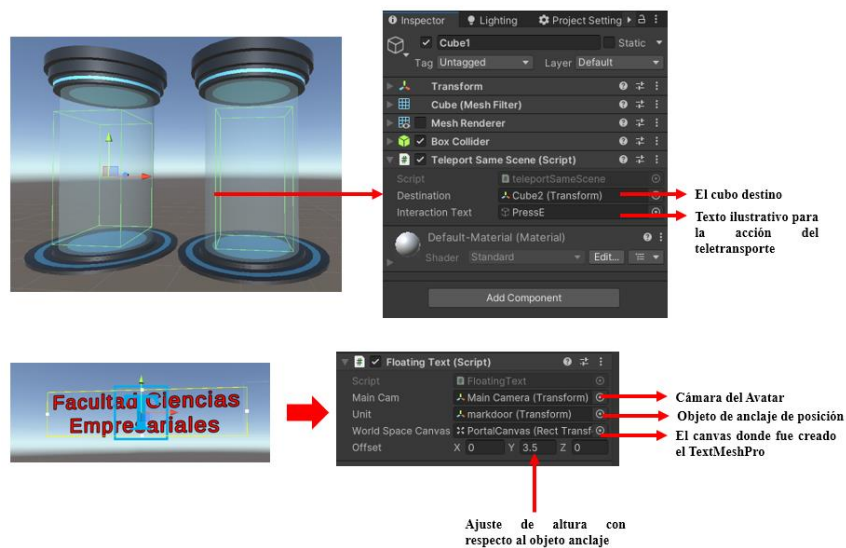


Figura 47 Configuración de los portales

NPC

Para la implementación del NPC, se optó por utilizar un servicio basado en inteligencia artificial llamado Convai. El primer paso fue crear una cuenta en su sitio oficial, convai.com, antes de integrarlo en Unity. En la **Figura 48**, se muestra el panel de creación del NPC, donde se pueden configurar diversos aspectos, como el nombre y el ID del NPC, que son fundamentales para la integración con Unity. Además, en este panel se puede configurar el banco de datos o conocimiento del NPC mediante la carga de archivos .txt entre otras funciones.

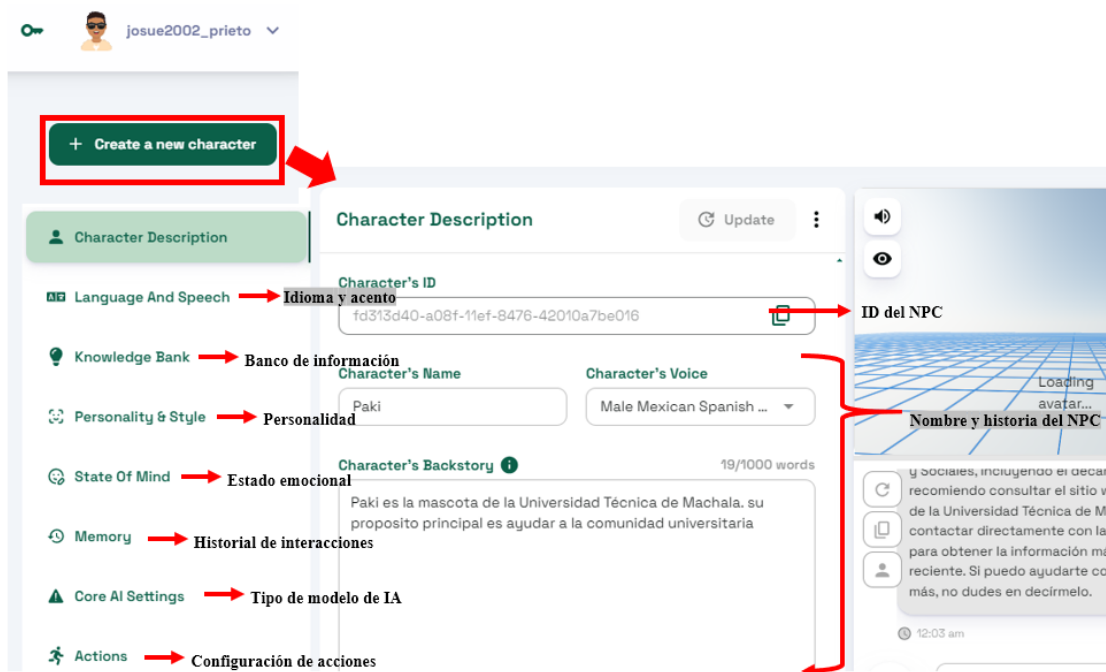


Figura 48 Dashboard de creación y personalización del npc en el sitio oficial de convai

Una vez creada la cuenta y configurado el NPC, el siguiente paso es instalar el servicio en Unity. Para ello, buscamos Convai en la Unity Asset Store. Después de encontrarlo, lo agregamos a nuestros assets y lo descargamos e importamos en el proyecto de Unity en el que estamos trabajando, tal como se muestra en la **Figura 49**.

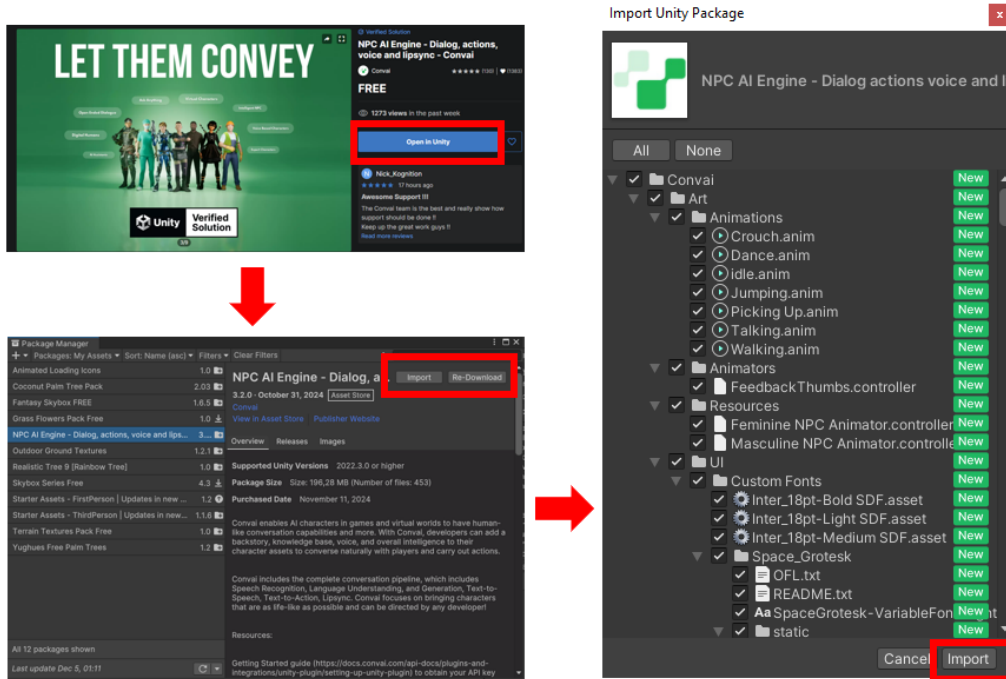


Figura 49 Importación de convai en el proyecto de Unity

Una vez importado, se habilitará una nueva sección en la parte superior de las herramientas de Unity llamada Convai. Esta sección se utilizará para agregar el NPC al proyecto. El primer paso es añadir la API de Convai, la cual se obtiene desde la cuenta de Convai, y es esencial para el funcionamiento del NPC. Luego, para agregar el NPC a la escena, se hace clic en “Character Importer”, lo que abrirá una ventana en la que se ingresará la ID del NPC previamente creada en Convai. Al hacer clic en “Import Character”, se añadirá un GameObject en el Hierarchy de Unity, como se puede ver en la **Figura 50**.

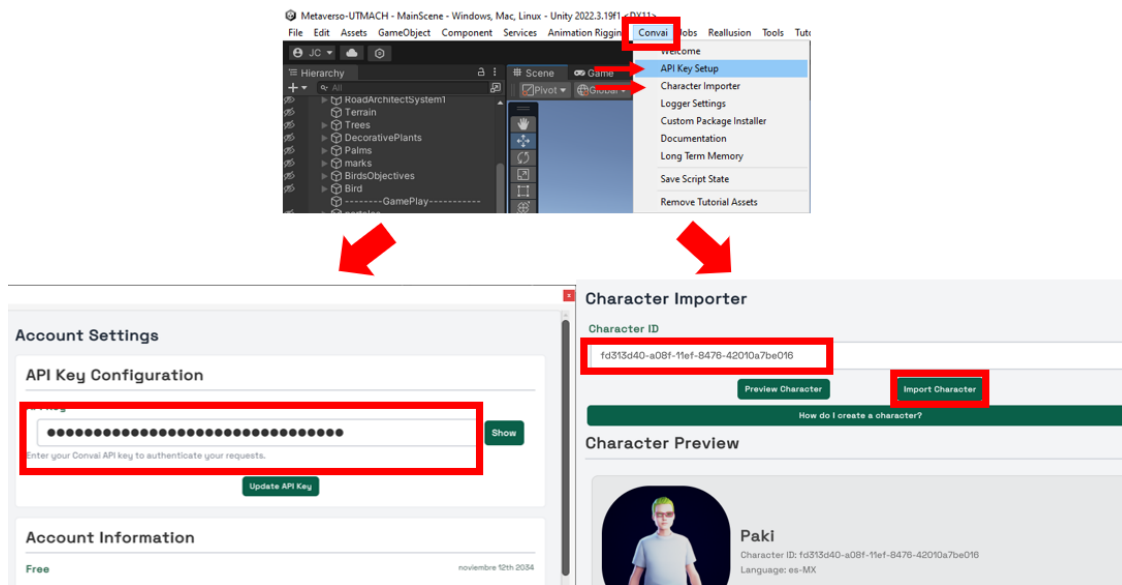


Figura 50 Configuración de la API de convai e ID del NPC

Además, para que el NPC funcione correctamente, es necesario agregar otros GameObjects a la escena. Estos objetos se copian desde las escenas de demostración que vienen con el asset de Convai, como se muestra en la **Figura 51**. También es necesario agregar ciertos scripts al Player para que el NPC pueda reconocerlo. Estos scripts también están incluidos en los assets de Convai, como se puede observar en la **Figura 51**.

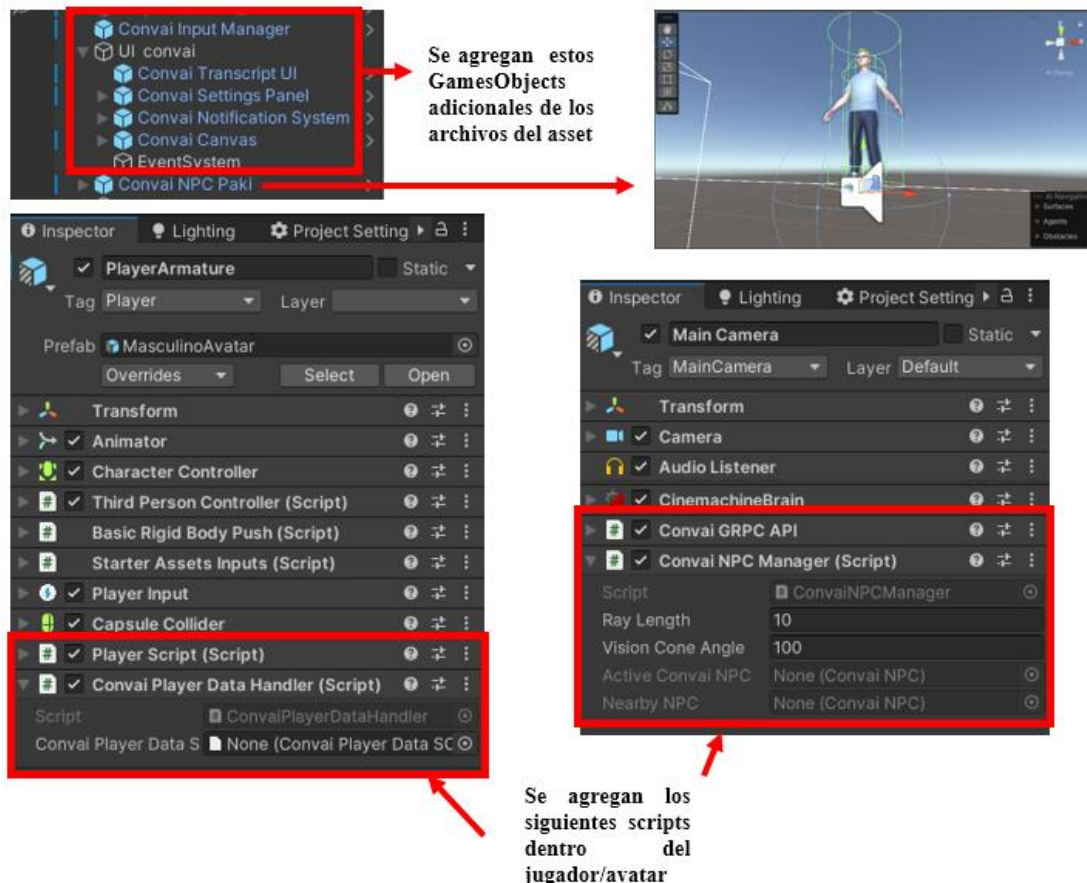


Figura 51 Configuración para el funcionamiento del NPC en una escena

Resultados del Sprint

Al concluir los sprints planificados, el prototipo del metaverso UTMACH incluyó modelos 3D detallados de las facultades, avatares animados y funcionalidad básica de navegación.

2.3.4. Fase 4: Review

Se llevó a cabo una reunión de revisión con todos los miembros del equipo y responsables del proyecto una vez finalizado cada sprint, teniendo como objetivo principal evaluar los avances alcanzados en el desarrollo del metaverso UTMACH y recibir retroalimentación constructiva para realizar ajustes y mejoras.

El proceso de revisión se estructuró en presentación de avances:

- Modelos 3D: Se exhibieron los modelos tridimensionales de los edificios y oficinas creados en Blender, destacando el nivel de detalle y la fidelidad con respecto a las instalaciones reales. Se mostraron las texturas aplicadas y los efectos de iluminación que contribuyen a la inmersión en el metaverso.
- Funcionalidades implementadas: Se demostró el funcionamiento en el avance de los componentes del metaverso.



Figura 52 Evidencia fotográfica de la reunión de revisión del Sprint

- Retroalimentación: Se recibieron recomendaciones sobre las falencias identificadas, así como sugerencias para mejoras y correcciones necesarias.

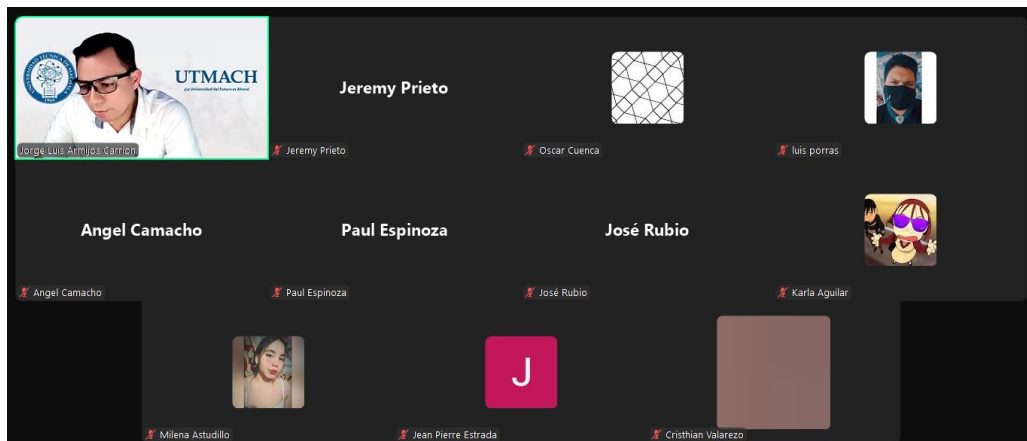


Figura 53 Evidencia fotográfica de la reunión virtual de revisión del Sprint

2.3.5. Fase 5: Repeat

Una vez concluida la revisión, se repite el ciclo de la metodología SCRUM para incorporar las mejoras sugeridas por parte de los responsables del proyecto, en caso de ser necesario. Esta fase se lleva a cabo como un ciclo iterativo enfocado en la revisión y mejora continua del prototipo, basado en la retroalimentación obtenida durante las fases anteriores. Este proceso asegura que el proyecto evolucione conforme a las necesidades y expectativas de los usuarios finales, en este caso, la comunidad universitaria de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales.

2.4. Ejecución del prototipo

A continuación, se detalla el proceso de ejecución del prototipo.

Primero, se reproduce un video que muestra el porcentaje de carga de ejecución del prototipo (ver **Figura 54**).

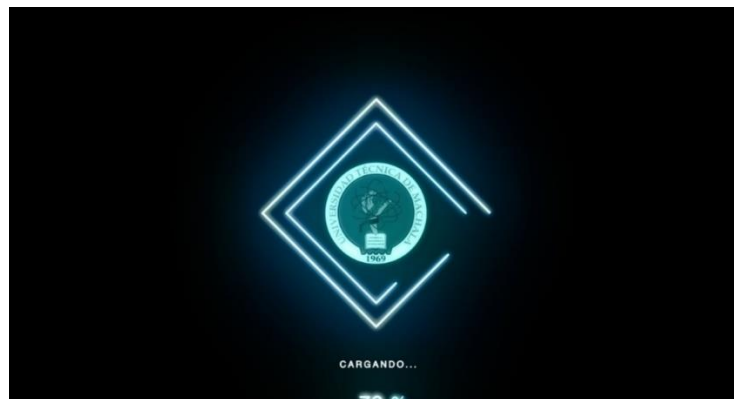


Figura 54 Pantalla de carga del prototipo

Una vez cargado el prototipo, aparece un menú con tres botones: iniciar, opciones y salir (ver **Figura 55**). Para entrar al metaverso se debe oprimir el botón de “INICIAR”.



Figura 55 Menú del prototipo

A continuación, en la **Figura 56** se observa el avatar y los edificios de las facultades.



Figura 56 Pantalla de ejecución del prototipo

Tal como se observa en las **Figuras 57, 58, 59, 60 y 61**, el avatar puede explorar las instalaciones de la Facultad de Ciencias Empresariales, al igual que la parte interior.



Figura 57 Vista frontal de la Facultad de Ciencias Empresariales (FCE)



Figura 58 Edificios de las aulas de la FCE



Figura 59 Vista trasera de la FCE



Figura 60 Biblioteca de la FCE



Figura 61 Edificio principal de la FCE

De igual forma, el avatar puede recorrer los edificios de la Facultad de Ciencias Sociales, como se ilustra en las **Figuras 62, 63, 64 y 65**.



Figura 62 Vista frontal de la Facultad de Ciencias Sociales (FCS)



Figura 63 Biblioteca y edificio de aulas de la FCS



Figura 64 Vista trasera de la FCS



Figura 65 Departamento de la UMMOG de la FCS

En las Figuras 66 y 67 se puede observar como el usuario interactúa con el NPC.



Figura 66 Interacción con el NPC



Figura 67 Interacción con el NPC II

Como se evidencia en la **Figura 68**, también se pueden recorrer los comedores de ambas facultades.



Figura 68 Comedor de la UTMACH

Por último, se puede observar el CRAI de la UTMACH, como se evidencia en las **Figuras 69 y 70**.



Figura 69 Vista frontal del CRAI



Figura 70 Vista trasera del CRAI

CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de evaluación

3.1.1. Objetivo

Realizar una evaluación de usabilidad del Metaverso UTMACH de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales, mediante encuestas y análisis estadístico, para comprobar la validez de la hipótesis propuesta.

3.1.2. Cronograma

Tabla 17 Cronograma del plan de evaluación

Tarea	Fecha						
	13/01/2025	14/01/2025	15/01/2025	16/01/2025	17/01/2025	18/01/2025	19/01/2025
Elaborar el plan de evaluación del prototipo.							
Diseñar y crear la encuesta en Microsoft Forms.							
Revisar y ajustar la encuesta.							
Evaluación del metaverso y aplicación de la encuesta a los usuarios.							
Recopilar y analizar los resultados finales.							

3.1.3. Participantes

- **Población:** Estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales
- **Muestra:** 30 participantes seleccionados al azar (15 estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales y 15 estudiantes de la Facultad de Ciencias Sociales).

3.1.4. Indicadores de evaluación

Tabla 18 Indicadores de evaluación

Indicadores	Aspectos que se evaluarán
Usabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Facilidad de navegación.• Facilidad de uso de la interfaz de usuario.• Tiempo para completar las tareas propuestas.
Interacción	<ul style="list-style-type: none">• Utilidad del chatbot para proporcionar información.• Precisión de las respuestas del bot.
Familiaridad	<ul style="list-style-type: none">• Semejanza del entorno virtual con las instalaciones de las facultades.• Facilidad para reconocer áreas específicas.
Percepción general	<ul style="list-style-type: none">• Valoración general del prototipo.

3.1.5. Instrumentos y herramientas

Tabla 19 Instrumentos y herramientas para la evaluación

Instrumento	Encuesta digital Temporizador digital
Tipo de preguntas	Preguntas cerradas con escala de Likert.
Formato	Encuesta en línea
Plataforma	Microsoft Forms
Prototipo	Dos versiones del prototipo con tareas separadas, correspondientemente, a cada facultad.

3.1.6. Tareas

Los participantes deberán realizar algunas de las siguientes tareas:

- Dirigirse al bar de sociales
- Dirigirse a la oficina de la UMMOG de la Facultad de Ciencias Empresariales
- Dirigirse al laboratorio cámara de Gesell de Sociales
- Dirigirse al aula AP-02 de Sociales
- Dirigirse al subdecanato de Empresariales
- Dirigirse a la Biblioteca de Empresariales

3.1.7. Diseño de la encuesta

Tabla 20 Diseño de la encuesta

Definición conceptual	Indicadores	Preguntas
Usabilidad	1.1 Grado de facilidad para desplazarse entre las áreas.	¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
	1.2 Grado de facilidad para utilizar las funciones básicas.	¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
	1.3 Nivel de intuición percibido por el usuario.	¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso? (muy intuitivo, algo intuitivo, neutro, poco intuitivo, nada intuitivo)
	1.4 Grado de dificultad para interactuar con el menú del metaverso.	¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
	1.5 Percepción sobre el tiempo de respuesta de los controles del metaverso.	¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones? (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutro, de acuerdo, totalmente de acuerdo)

Definición conceptual	Indicadores	Preguntas
Interacción	2.1 Nivel de precisión de las respuestas del bot.	¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del bot a tus consultas? (muy precisas, algo precisas, neutral, poco precisas, nada precisas)
	2.2 Nivel de satisfacción con el tiempo de respuesta del bot.	¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el bot tardó en responder a tus preguntas? (muy satisfecho, satisfecho, neutral, insatisfecho, muy insatisfecho)
	2.3 Grado de facilidad para interactuar con el bot.	¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el bot para obtener la información que necesitabas? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
	2.4 Nivel de utilidad del bot durante la exploración.	¿Cómo calificarías la utilidad del bot en la exploración del prototipo de Metaverso? Nada útil, poco útil, normal, útil, Muy útil)
	2.5 Grado de utilidad de la información proporcionada por el bot.	¿El bot proporcionó información útil sobre la facultad? (Nada útil, poco útil, normal, útil, Muy útil)
Familiarización	3.1 Nivel de facilidad para identificar áreas clave.	¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
	3.2 Nivel de similitud con las instalaciones reales.	¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de las facultades? (Nada parecido, poco parecido, normal, parecido, muy parecido)

Definición conceptual	Indicadores	Preguntas
Familiarización	3.3 Nivel de realismo en iluminación, colores y texturas.	¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas? (Nada realista, poco realista, normal, realista, Muy realista)
	3.4 Nivel de adecuación de la atmósfera virtual.	¿Sientes que el metaverso refleja adecuadamente la atmósfera general del campus? (Completamente, En su mayoría, Algo, Poco, Nada)
	3.5 Nivel de detalle capturado en áreas representadas.	¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución? (Completamente, En su mayoría, Algo, Poco, Nada)
Evaluación general	4.1 Nivel de satisfacción general del usuario.	¿Cómo calificarías tu experiencia en el metaverso? (Muy mala, mala, normal, buena, muy buena)
	4.2 Nivel de mejora percibida en accesibilidad.	¿Consideras que el metaverso mejora la accesibilidad de los estudiantes a ciertas áreas de la Facultad? (Completamente, En su mayoría, Algo, Poco, Nada)

3.1.8. Procedimiento

Etapas 1: Preparación

En la primera etapa, se desarrollará la encuesta digital utilizando la plataforma de Microsoft Forms, y se ajustarán algunos parámetros del plan de evaluación antes de su implementación. Luego, se realizará una solicitud formal, mediante correo electrónico, dirigida a los decanos de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales, con el objetivo de gestionar el uso de un laboratorio de computación y convocar a los estudiantes para llevar a cabo la evaluación del prototipo.

Etapa 2: Implementación

Durante la etapa de implementación, se comenzará con una breve introducción dirigida a los estudiantes, explicando en qué consiste el metaverso UTMACH, sus objetivos y el propósito del estudio, además de presentar un video introductorio del prototipo para familiarizar a los participantes con su funcionamiento. Posteriormente, se proporcionarán instrucciones detalladas sobre las tareas a realizar, las cuales incluyen movilización en el entorno virtual: Los estudiantes deberán desplazarse hacia una zona específica dentro del metaverso, previamente delimitada en el prototipo, y realizar determinadas acciones. Y la interacción con el chatbot: Los participantes tendrán que formular preguntas al chatbot, diseñado para brindar información relacionada con la facultad.

Una vez explicadas las tareas, se dará inicio a la prueba práctica del prototipo, permitiendo que los estudiantes interactúen con el metaverso y completen las actividades indicadas. Durante esta fase, se registrará el tiempo que cada estudiante tarda en completar las tareas asignadas, y se documentarán los errores o dificultades que se presenten durante la ejecución. Finalmente, al concluir la interacción con el prototipo, se aplicará un cuestionario digital diseñado para evaluar la experiencia del usuario, el nivel de satisfacción y la percepción general de los estudiantes respecto al entorno virtual.

Etapa 3: Recolección de datos

En esta etapa se recopilará toda la información obtenida durante la evaluación del prototipo, incluyendo las respuestas proporcionadas por los estudiantes en el cuestionario digital, el tiempo registrado para completar cada una de las tareas indicadas y los errores o dificultades que se presentaron durante la prueba. Estos datos serán organizados y almacenados de manera estructurada para su posterior análisis estadístico.

3.1.9. Resultados esperados

Usabilidad

Se espera que el prototipo del metaverso UTMACH ofrezca una experiencia intuitiva, permitiendo a los estudiantes navegar y explorar el entorno virtual sin mayores complicaciones. Esto implica que los participantes puedan desplazarse de manera fluida por las distintas áreas de las Facultades de Ciencias Empresariales y Ciencias Sociales, así como completar las tareas asignadas, como

movilizarse hacia una zona específica o interactuar con el chatbot, sin necesidad de instrucciones adicionales o intervenciones externas.

Interactividad

Se prevé que el chatbot implementado dentro del metaverso proporcione respuestas relevantes a la mayoría de las preguntas formuladas por los estudiantes. Este nivel de interactividad permitirá no solo aclarar dudas sobre la información de las facultades, sino también mejorar la experiencia general del usuario, fomentando un entorno más dinámico y participativo.

Familiarización

Al finalizar la prueba, se espera que los estudiantes logren una adecuada familiarización con la infraestructura virtual de las facultades, siendo capaces de identificar áreas clave como aulas, oficinas administrativas, laboratorios y otras instalaciones importantes. Dicho resultado será un indicador del éxito del metaverso en brindar un entorno realista y detallado que facilite el reconocimiento de los espacios académicos.

3.2. Resultados de la evaluación

Inicialmente, se planificó encuestar a 30 estudiantes, distribuidos equitativamente entre ambas facultades; sin embargo, se logró evaluar a un mayor número de participantes, lo que permitió obtener resultados más representativos.

Como resultado, se encuestó a un total de 54 estudiantes:

Tabla 21 Distribución de estudiantes por facultad y carrera

#	Semestre	Carrera	Facultad
20	Quinto	Contabilidad y Auditoría	Facultad de Ciencias Empresariales
34	Primero	Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros	Facultad de Ciencias Sociales

Debido al tiempo limitado concedido por los docentes a cargo de las clases en los laboratorios, la demostración y evaluación se debió realizar en un periodo reducido. Como resultado, solo con los 12 estudiantes que probaron directamente el metaverso se pudo tomar el tiempo que tardaron en

completar las tareas de la plataforma, mientras que los demás participantes observaron las acciones realizadas por sus compañeros a través de un proyector.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos obtenidos a partir de las encuestas aplicadas. Los datos fueron organizados en tablas de frecuencias y representados mediante gráficos de barras para la frecuencia absoluta y gráficos de pastel para la frecuencia relativa.

Usabilidad

- ¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso?

En la **Figura 71**, se puede apreciar que un 24.07% y un 59.26% de los encuestados encontraron muy fácil y fácil moverse en el metaverso, mientras que un 11.11% le pareció normal el nivel de dificultad, y un 1.85% y 3.7% percibieron como difícil y muy difícil el desplazamiento dentro del metaverso. Con base en los datos, se puede decir que la mayoría de los participantes encuentran fácil moverse entre las diferentes áreas del metaverso.

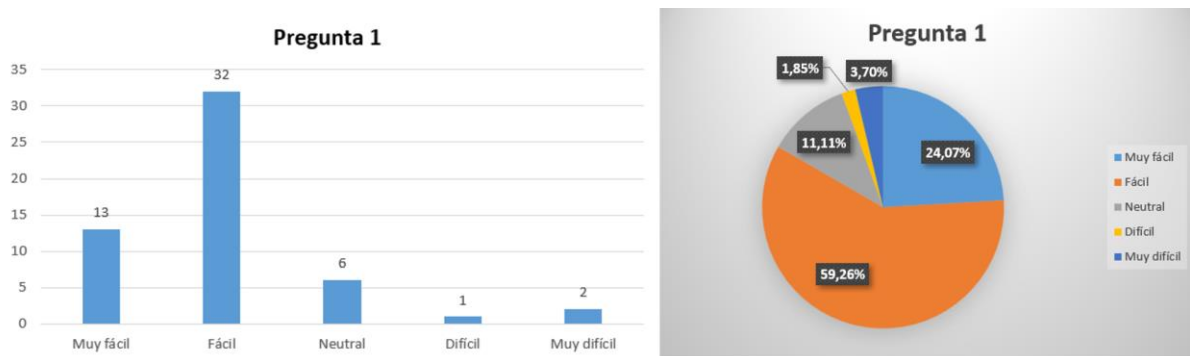


Figura 71 Gráficos estadísticos Pregunta 1

- ¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso?

En la **Figura 72**, podemos observar que un 18.52% y un 50% de los encuestados opinan que fue muy fácil y fácil, respectivamente, utilizar las funciones básicas del metaverso. En cambio, un 25.93% encontró un nivel de dificultad normal, mientras que un 3.7% y un 1.85% percibieron que fue difícil y muy difícil utilizar las funciones del metaverso. Con base en estos valores podemos concluir que las funciones básicas del metaverso son fáciles de usar para los usuarios.

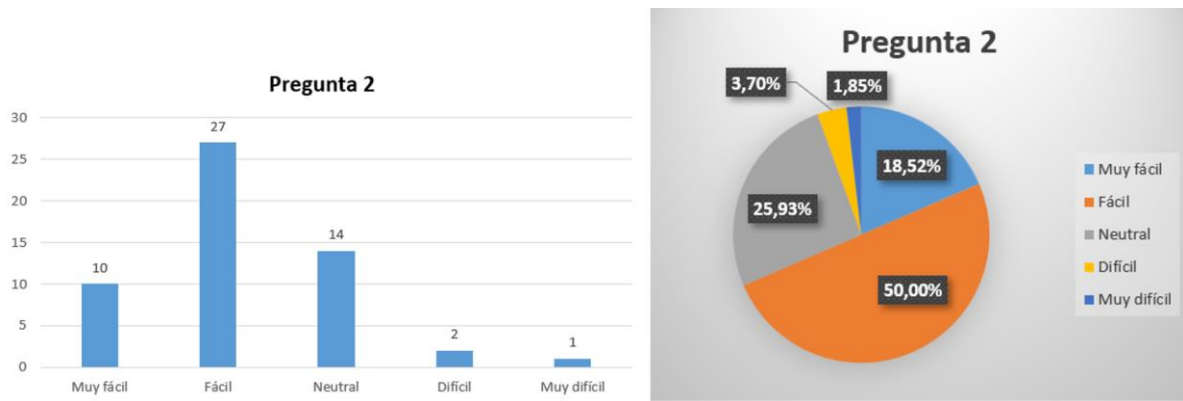


Figura 72 Gráficos estadísticos Pregunta 2

- ¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso?

En la **Figura 73**, se puede apreciar que la mayoría de los encuestados encuentran muy intuitivo navegar por el metaverso, teniendo un porcentaje de 61.11%, mientras que un 24.07% determinó que le pareció algo intuitivo navegar a través del entorno virtual. En cambio, un 12.96% de los participantes indicó que el nivel de dificultad fue normal y un 1.85% que fue poco intuitivo.

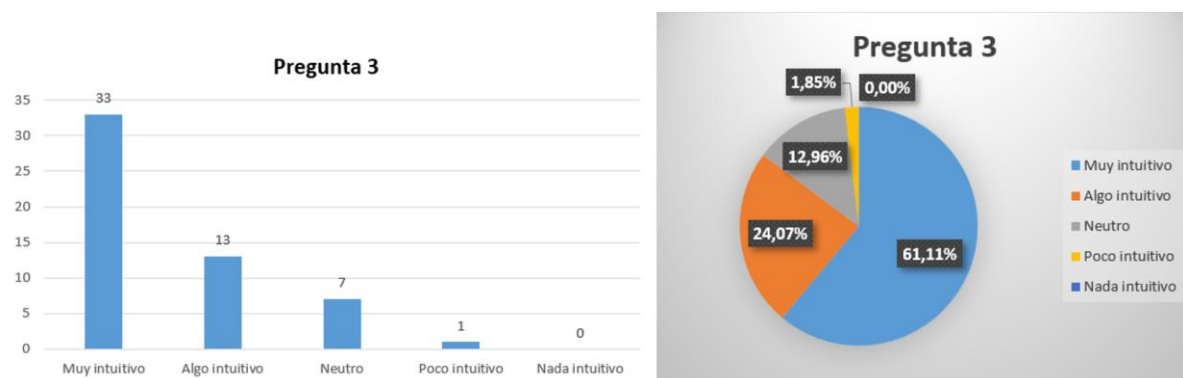


Figura 73 Gráficos estadísticos Pregunta 3

- ¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles?

En la **Figura 74**, la mayoría de los participantes indicaron que fue muy fácil (18.52%) y fácil (42.59%) interactuar con los menús disponibles en el metaverso. Por otro lado, el 35.19% de los encuestados consideraron un nivel de dificultad neutro, mientras que solo un 3.7% percibieron dificultad al utilizar los menús. A partir de esta información se puede concluir que, en general, no hay un nivel de dificultad significativo para interactuar con los menús y opciones disponibles en el metaverso.

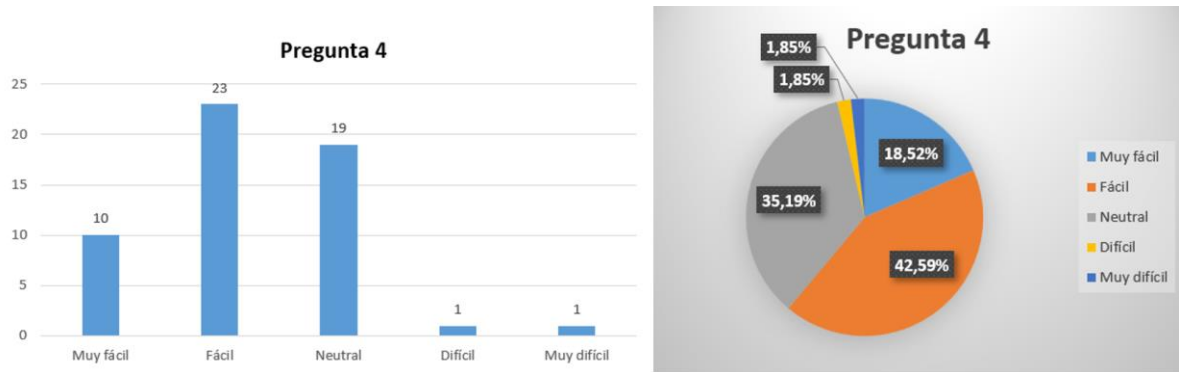


Figura 74 Gráficos estadísticos Pregunta 4

- ¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones?

Como se observa en la **Figura 5**, la mayoría de los participantes están de acuerdo en que el sistema tuvo un tiempo de respuesta rápido a sus interacciones, con un 38.98% que estaba totalmente de acuerdo y un 44.44% de acuerdo. Por otro lado, el 14.81% indicó que la velocidad de respuesta fue normal, y solo un 1.85% percibió que el tiempo de respuesta fue mayor al esperado. Con base en estos resultados se puede concluir en el que el sistema responde de forma eficiente y rápida a las interacciones de los usuarios.

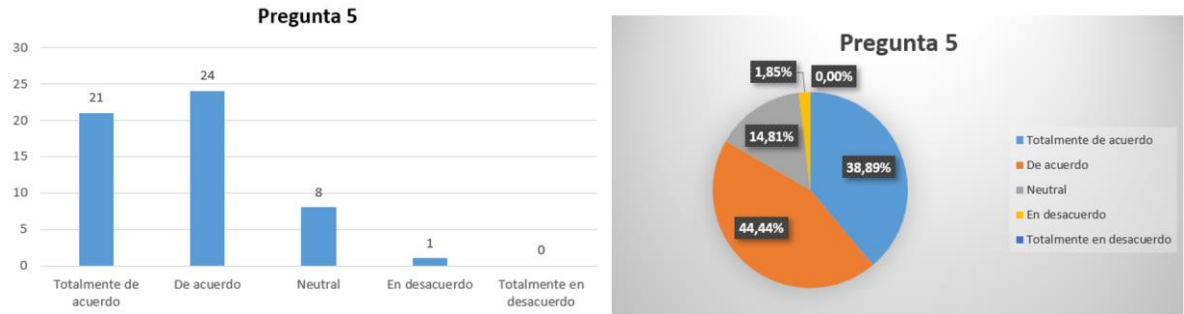


Figura 75 Gráficos estadísticos Pregunta 5

En la **Figura 76**, se puede observar el valor promedio de cada una de las 5 preguntas referentes a esta variable.

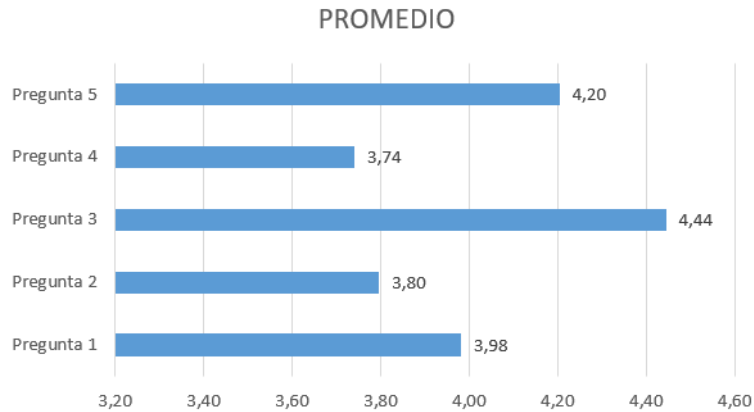


Figura 76 Promedios de las preguntas de Usabilidad

Interactividad

- ¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del bot a tus consultas?

En la **Figura 77**, el 50% de los encuestados indicó que el bot respondió de forma precisa a sus consultas, mientras que el 31.48% consideró que las respuestas fueron algo precisas. En cambio, el 16.67% determinó que el nivel de precisión fue neutral, y solo un 1.85% opinó que las respuestas del bot fueron poco precisas. Con base en esta información se puede concluir que, en general, el nivel de precisión de las respuestas del bot es bueno, sin embargo, es necesario realizar mejorar el sistema, para garantizar que todas las respuestas proporcionadas por el bot sean correctas.

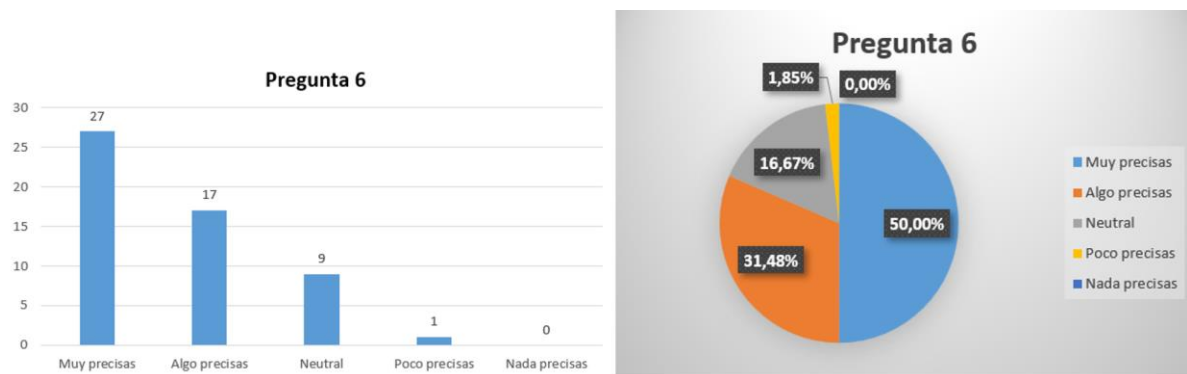


Figura 77 Gráficos estadísticos Pregunta 6

- ¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el bot tardó en responder a tus preguntas?

En la **Figura 78**, se observa que el 31.48% y el 46.3% de los participantes indicaron estar muy satisfecho y satisfecho, respectivamente, con el tiempo que tardó el bot en responder a sus consultas; mientras que el 14.81% calificó el tiempo de respuesta fue neutral y solo un 7.41% determino estar insatisfecho con este aspecto. Por lo tanto, se puede concluir que el tiempo de respuesta del bot es adecuado para la mayoría de los usuarios.

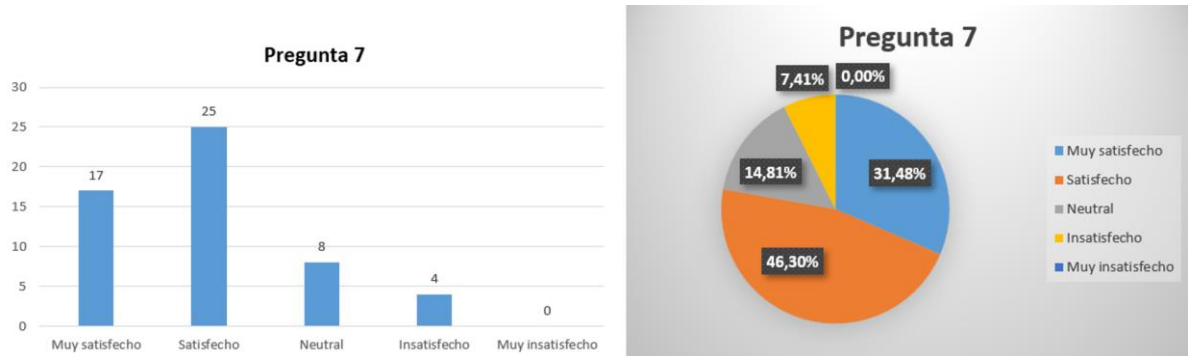


Figura 78 Gráficos estadísticos Pregunta 7

- ¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el bot para obtener la información que necesitabas?

Como se aprecia en la **Figura 79**, el 24.07% de los encuestados calificó la interacción con el bot como muy fácil, mientras que el 44.44% determinó que fue fácil, lo que indica que el nivel de dificultad de interacción con el bot es bajo. Sin embargo, aún se deben realizar mejoras para garantizar una experiencia completamente fluida, debido a que un 25.93% de los participantes calificó la interacción como neutral y un 5.56% como difícil.

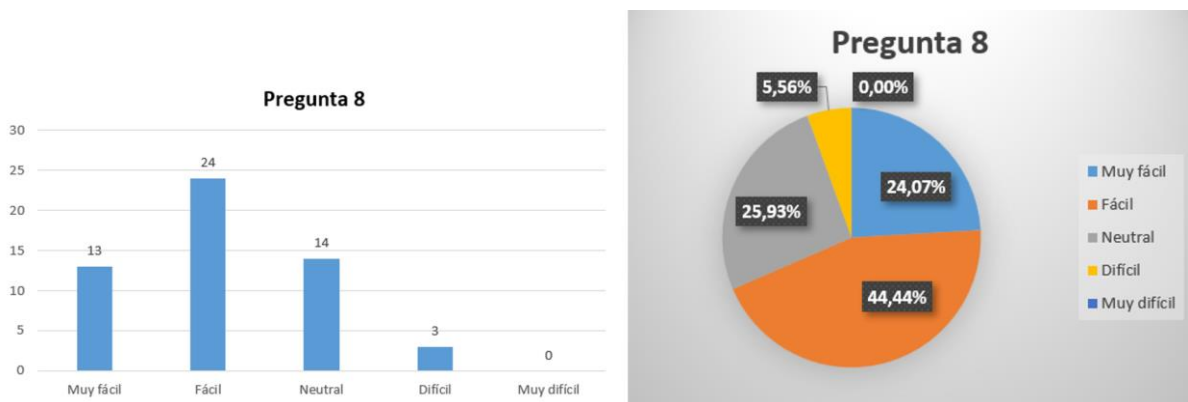


Figura 79 Gráficos estadísticos Pregunta 8

- ¿Cómo calificarías la utilidad del bot en la exploración del prototipo de Metaverso?

En la **Figura 80**, la mayoría de los participantes calificaron la utilidad del bot como muy útil (40.74%) y útil (48.15%). En cambio, un pequeño porcentaje indicó un nivel neutral (9.26%), mientras que solo el 1.85% determinó el bot era poco útil. A partir de estos resultados se puede indicar que el bot contribuye significativamente a la exploración de las diferentes áreas del metaverso, proporcionando información sobre la ubicación de lugares específicos.

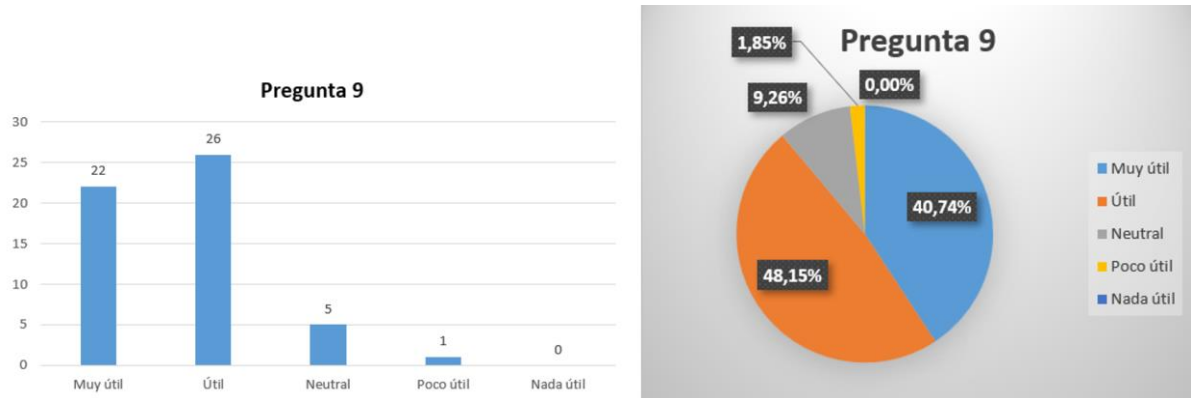


Figura 80 Gráficos estadísticos Pregunta 9

- ¿El bot proporcionó información útil sobre la facultad?

Como se observa en las siguientes imágenes, el 44.44% de los participantes calificó la información proporcionada por el bot como muy útil y el 42.59% como útil, mientras que el 11.11% consideró como neutral este aspecto, y solo un 1.85% indicó poco útil la información del bot. Con base en estos datos, se puede concluir que la información proporcionada por bot es útil para dar a conocer aspectos claves sobre las facultades representadas en el metaverso.

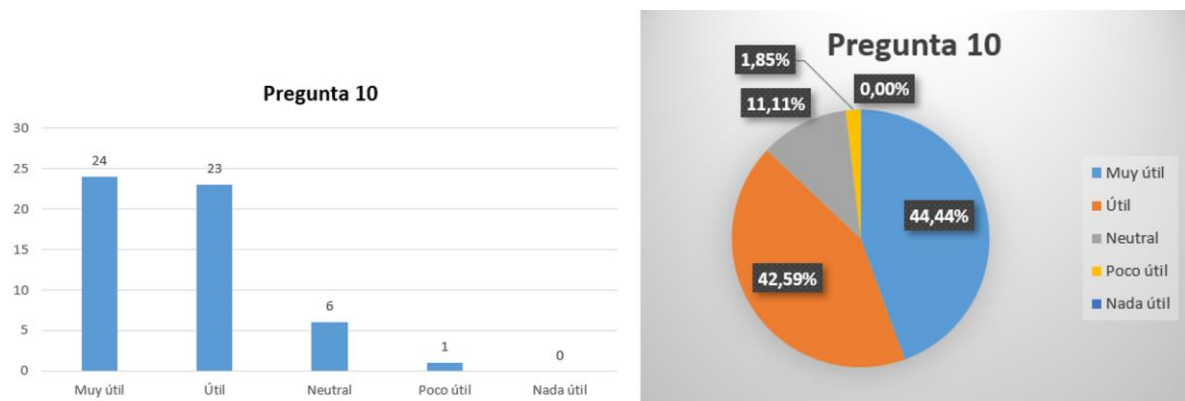


Figura 81 Gráficos estadísticos Pregunta 10

En la **Figura 82**, se observa el valor de los promedios de las 5 preguntas referentes a esta variable.

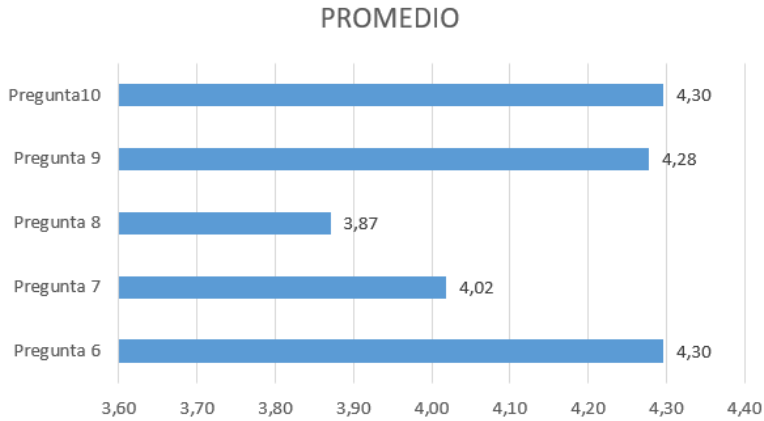


Figura 82 Promedios de las preguntas de Interactividad

Familiaridad

- ¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?

En la **Figura 83**, la mayoría de los encuestados indicaron que es muy fácil (31.48%) y fácil (44.44%) reconocer las diferentes áreas representadas en el metaverso. Por otro lado, el 22.22% calificó como neutral el nivel de dificultad y un 1.85% como difícil, lo que nos indica que, en general, es fácil para los usuarios reconocer las diferentes áreas de las facultades en el metaverso.

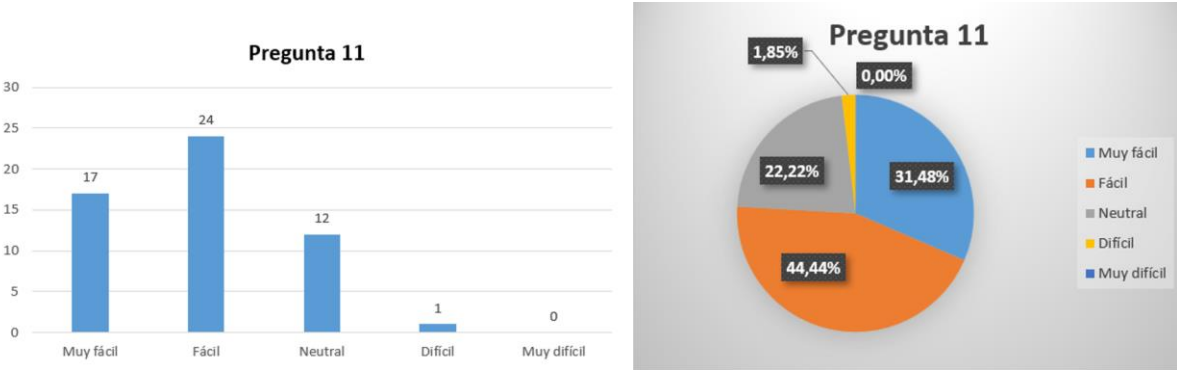


Figura 83 Gráficos estadísticos Pregunta 11

- ¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de las facultades?

En la **Figura 84**, se puede apreciar que la gran mayoría de los encuestados consideraron que el diseño del metaverso es parecido a las instalaciones reales de las facultades, debido a que el 61.11% indicó que es muy parecido, el 25.93% que es algo parecido y solo un pequeño porcentaje de 12.96% percibió como neutral el nivel de semejanza.

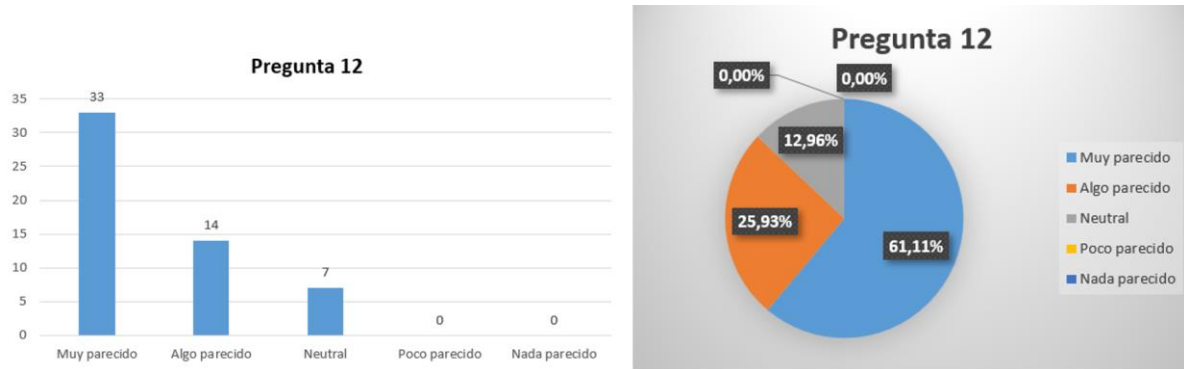


Figura 84 Gráficos estadísticos Pregunta 12

- ¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?

En la **Figura 85**, un gran porcentaje de los encuestados (42.59%) considero que el metaverso es muy realista en aspectos como la iluminación, colores y texturas en comparación con la realidad, mientras que un 33.33% indicó que es algo realistas. En cambio, un 22.22% otorgó una calificación de neutral a estos aspectos, y solo un 1.85% determino que es poco realista el entorno virtual.



Figura 85 Gráficos estadísticos Pregunta 13

- ¿Sientes que el metaverso refleja adecuadamente la atmósfera general del campus?

En la **Figura 86**, la gran mayoría de los encuestados otorgó una valoración positiva con respecto a si el metaverso refleja adecuadamente la atmosfera de las facultades. Un 38.89% calificó como completamente parecido en este aspecto, mientras que un 46.3% dio una valoración de en su mayoría. Por otro lado, solo un pequeño porcentaje de 14.81% de los participantes dio una calificación de neutral.

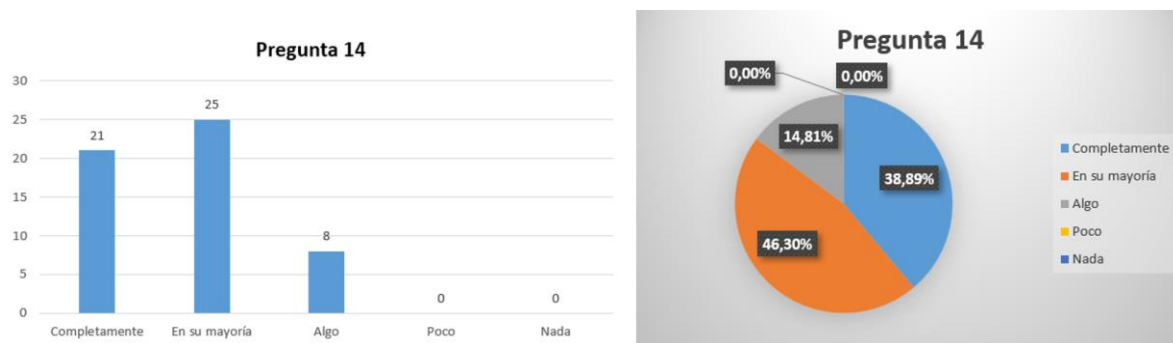


Figura 86 Gráficos estadísticos Pregunta 14

- ¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución?

Como se observa en la **Figura 87**, un gran porcentaje de los encuestados (40.74%) indicó que el metaverso captura completamente los detalles más importantes de las diferentes áreas representadas de las facultades, mientras que un 44.44% consideró que se representa en su gran mayoría estos elementos, y un pequeño porcentaje de 14.81% determinó que se representa en algo estos aspectos.

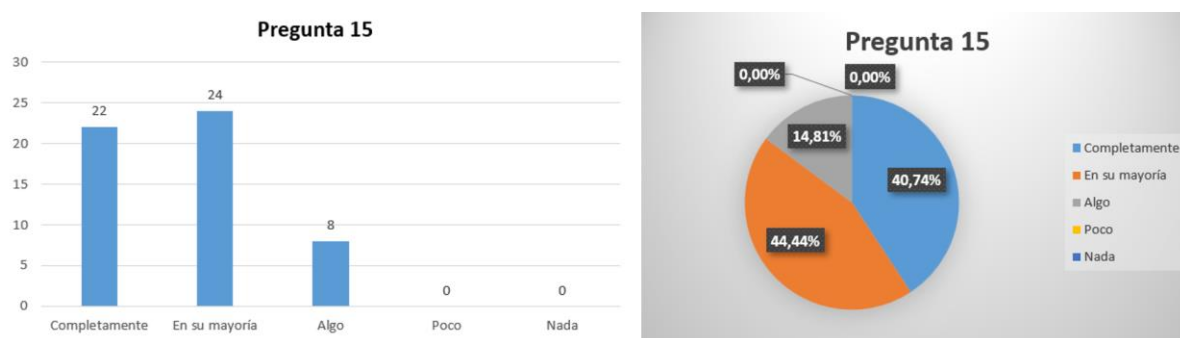


Figura 87 Gráficos estadísticos Pregunta 15

En la **Figura 88**, se aprecia los valores promedios de las 5 preguntas referentes a esta variable.

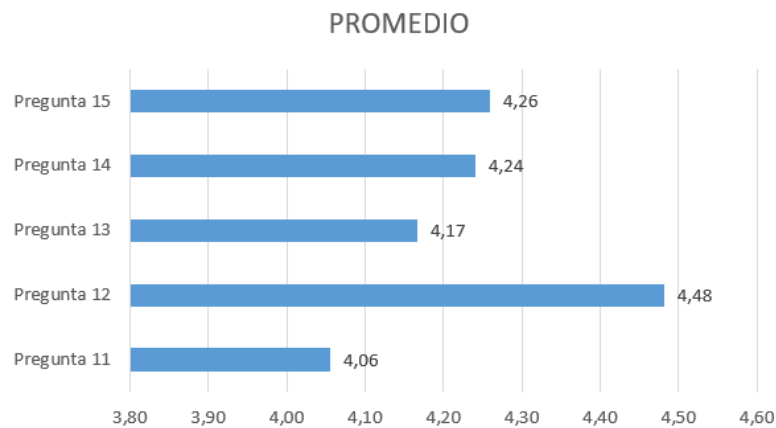


Figura 88 Promedios de las preguntas de Familiaridad

Evaluación general

- ¿Cómo calificarías tu experiencia en el metaverso?

En la **Figura 89**, la gran mayoría de los encuestados otorgó una valoración positiva sobre su experiencia con el metaverso, debido a que el 48.15% calificó la experiencia como muy buena, el 40.74% como buena y solo el 11.11% como neutral, lo que nos indica que la experiencia general del metaverso es buena para los estudiantes.

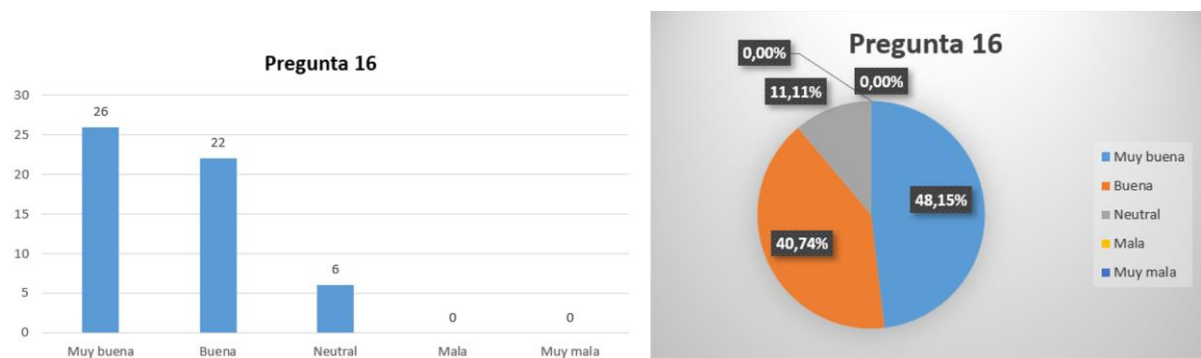


Figura 89 Gráficos estadísticos Pregunta 16

- ¿Consideras que el metaverso mejora la accesibilidad de los estudiantes a ciertas áreas de la Facultad?

Como se observa en la **Figura 90**, el 48.15% del total de encuestados indicó que el metaverso mejora completamente la accesibilidad de los estudiantes a determinadas áreas de las

facultades, mientras que el 40.74% consideró que mejora la accesibilidad en su mayoría, y solo un 11.11% calificó este aspecto como neutral.

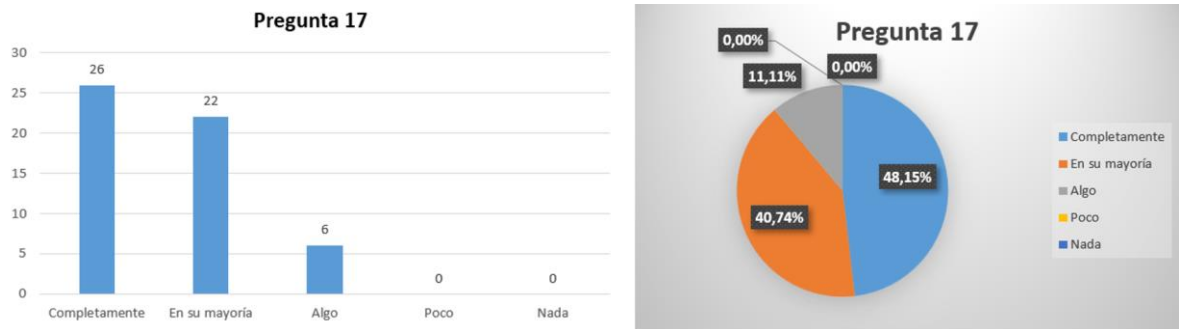


Figura 90 Gráficos estadísticos Pregunta 17

En la **Figura 91**, se muestran los promedios de las respuestas correspondientes a cada una de las tres variables. Como se observa, la variable de familiaridad obtuvo más respuestas positivas; sin embargo, el valor promedio de la variable de usabilidad es más bajo, debido a que se obtuvieron más respuestas neutras, lo que nos indica que se podrían realizar mejoras en la interfaz de usuario, para así poder optimizar la experiencia de los estudiantes en el metaverso.

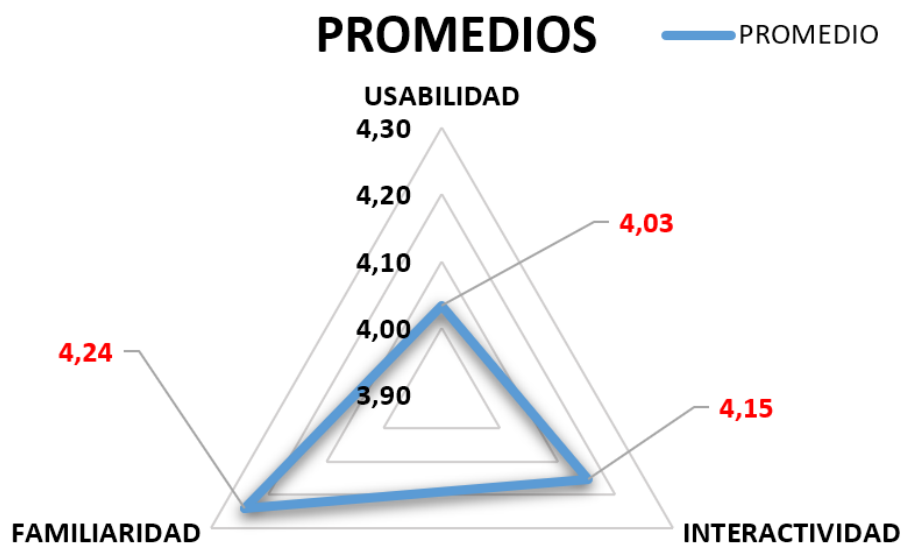


Figura 91 Promedio general

En la **Tabla 22**, se contabilizaron las respuestas positivas de las preguntas relacionadas con cada uno de los criterios para obtener su porcentaje estimado.

Tabla 22 Porcentajes de respuestas positivas

	Usabilidad	Interactividad	Familiaridad
Cantidad de respuestas con puntaje 4 y 5	206	218	221
Total de respuestas de las preguntas relacionadas con el criterio	270	270	270
Porcentaje de respuestas positivas	76.3%	80.74%	81.85%

Evaluación de tareas por tiempo

Como parte de la evaluación de usabilidad del sistema, se tomó el tiempo que cada participante se demoró para completar las tareas propuestas. En las **Tablas 23 y 24**, se pueden observar los valores obtenidos del tiempo en segundos.

Tabla 23 Tiempos de los estudiantes de la FCE

Tarea	Participantes					
	1	2	3	4	5	6
Dirigirse a la oficina de la UMMOG de la FCE	69.14	72.98	44.25	31.85	60.34	70.39
Dirigirse al subdecanato de la FCE	93.88	85.01	24.8	45.38	70.91	83.90
Dirigirse a la Biblioteca de la FCE	40.54	50.33	20.38	38.74	49.31	61.74
Total	203.56	208.32	89.43	115.97	180.56	216.03

Tabla 24 Tiempos de los estudiantes de la FCS

Tarea	Participantes					
	1	2	3	4	5	6
Dirigirse al bar de la FCS	43.15	37.52	19.95	23.25	41.82	30.47
Dirigirse al laboratorio cámara de Gesell de la FCS	38.62	27.08	25.4	42.08	29.63	21.72
Dirigirse al aula AP-02 de la FCS	33.42	20	17.88	26.36	13.74	16.62
Total	115.19	84.6	63.23	91.69	70.44	68.81

En la **Tabla 25**, se observan los promedios, mediana, varianza y desviación estándar de los tiempos de cada tarea y en la **Tabla 26** la comparación entre los tiempos promedios de las tareas de las dos facultades.

Tabla 25 Promedio, mediana, varianza y desviación estándar de los tiempos por tarea

Facultad	Tarea	Promedio	Mediana	Varianza	D. Estándar
FCE	1	58.16	64.74	276.04	16.61
	2	67.31	77.41	719.09	26.82
	3	43.51	44.93	195.81	13.99
FCS	1	32.69	34	94.49	9.72
	2	30.76	28.36	63.04	7.94
	3	21.34	18.94	52.99	7.28

Tabla 26 Comparación de los tiempos

Tiempos promedio FCE	Tiempos promedio FCS
58.16	32.69
67.31	30.76
43.51	21.34

En la **Tabla 25** se puede observar que los estudiantes de la carrera de Contabilidad y Auditoría registraron mayores tiempos para completar las tareas, lo que nos indica que tuvieron un poco más de dificultades para navegar por el entorno. En cambio, en la **Tabla 26** se aprecia que hay una alta variabilidad en los tiempos registrados a través de la varianza, lo cual se debe a la poca cantidad de datos obtenidos de la muestra.

Aunque los datos actuales no indican las posibles causas de este incremento en los tiempos por parte de este grupo de estudiantes, se pueden considerar algunas posibles causas como, por ejemplo, el conocimiento previo de los estudiantes sobre la ubicación de estos lugares, su experiencia previa con entornos virtuales o las distancias entre las ubicaciones de estas áreas, por lo que se debería considerar para trabajos futuros.

CONCLUSIONES

El desarrollo del metaverso UTMACH de las Facultades de Ciencias Empresariales y Sociales demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la exploración virtual de la infraestructura universitaria, mediante la implementación de técnicas avanzadas de modelado 3D y programación, lo que permitió la creación de un entorno inmersivo que facilita la interacción y familiarización de los estudiantes con las instalaciones. A pesar de las oportunidades de mejora identificadas, los resultados obtenidos reflejan un impacto positivo en la experiencia del usuario, confirmando que el metaverso es una herramienta viable para la representación digital de espacios académicos.

- La investigación bibliográfica concluyó que el metaverso es una tecnología con gran potencial en varias áreas de la sociedad, aunque aún no se puede aprovechar completamente, debido a que todavía se encuentra en desarrollo. Además, se pudo identificar las principales características y funcionalidades necesarias para garantizar la relevancia del metaverso.
- El desarrollo de modelos 3D detallados de las infraestructuras externas e internas de las facultades resultó fundamental para brindar una experiencia inmersiva en el metaverso. Mediante el uso de herramientas de modelado avanzado, como Blender, se logró capturar con precisión la arquitectura y el entorno de las instalaciones, alcanzando un 81.85% de aceptación en el criterio de familiaridad del metaverso con la universidad, según los usuarios encuestados. Esto confirma que Blender es una herramienta óptima para realizar modelos 3D realistas de instalaciones en la vida real, siendo fundamental para desarrollar entornos inmersivos en el metaverso.
- La implementación de algoritmos para el funcionamiento de avatares, jugabilidad, animaciones y funcionalidades fue clave para asegurar la fluidez, operatividad e inmersividad en el metaverso, lo que se refleja en la evaluación realizada a los estudiantes con un 76.3% de aceptación en términos de usabilidad. El uso de Unity como plataforma base permitió incorporar diferentes elementos y funciones que optimizan la experiencia del usuario, lo que confirma que Unity es una herramienta adecuada para el desarrollo de este tipo de entornos digitales.
- La incorporación de un chatbot integrado en un NPC resultó ser un elemento clave para mejorar la interactividad con el entorno, ofreciendo a los usuarios información administrativa de la UTMACH. Esta funcionalidad fue positivamente valorada por el 80.74% de los estudiantes, debido a que les permite contar con un recurso accesible que

responde a inquietudes y consultas específicas, por lo que ayuda al metaverso a ampliar su utilidad más allá de la exploración, contribuyendo a la satisfacción de necesidades informativas y facilitando la relación de la comunidad estudiantil con la institución.

- Con base en los resultados de la encuesta, se puede concluir que el metaverso cumple con las expectativas de los estudiantes en términos de usabilidad, familiaridad e interacción; sin embargo, existen aspectos que se pueden mejorar en futuras actualizaciones. En cuanto a las mediciones de tiempo en las tareas, la recopilación de los datos merece una notable intensificación con el propósito de identificar las causas del aumento en los tiempos de desplazamiento hacia determinadas ubicaciones dentro del metaverso en algunos participantes, por lo que este aspecto debería abordarse en futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el desarrollo del metaverso mediante la implementación de mejoras iterativas basadas en la retroalimentación de los usuarios y el avance tecnológico. Es fundamental explorar la integración con dispositivos de realidad virtual como gafas VR para potenciar la sensación de presencia y la interacción en el entorno digital. Además, se sugiere establecer un plan de sostenibilidad y mantenimiento del metaverso, asegurando su actualización periódica y adaptabilidad a las necesidades de la comunidad estudiantil, con el fin de consolidarlo como una herramienta innovadora de apoyo académico y administrativo en la universidad.

- Se recomienda ampliar la investigación sobre el potencial del metaverso en entornos educativos y otras áreas, como la salud y el comercio. También es importante continuar explorando nuevas funcionalidades, aplicaciones potenciales e integración con tecnologías emergentes, como la realidad aumentada y la inteligencia artificial, con el objetivo de maximizar las oportunidades que esta tecnología ofrece a la sociedad.
- Incorporar más detalles y elementos interactivos en los modelos 3D para mejorar la experiencia de los usuarios y fomentar la interactividad, como señalización virtual, objetos manipulables y áreas dinámicas que simulen actividades cotidianas en la universidad. Estas mejoras contribuirán a una mayor sensación de presencia y enriquecerán la experiencia inmersiva de los estudiantes.
- Optimizar los algoritmos de animación y jugabilidad para mejorar el rendimiento del metaverso, garantizando un funcionamiento fluido y eficiente. De igual forma, integrar

nuevas funcionalidades para los avatares, como la personalización de vestimenta, y agregar más opciones de configuración del entorno virtual. También se sugiere realizar pruebas continuas de rendimiento y usabilidad para identificar posibles mejoras y mantener una experiencia de usuario de alta calidad.

- Se recomienda ampliar las funcionalidades y capacidades del chatbot para incluir no solo información administrativa, sino también información académica y de servicios estudiantiles, además de ofrecer recorridos guiados por las diferentes áreas de interés de las facultades. Asimismo, se podrían añadir opciones de interacción en tiempo real con el personal administrativo, lo que aumentaría la utilidad del metaverso como herramienta de apoyo a la comunidad estudiantil.
- Se recomienda para futuras investigaciones ampliar el tamaño de la muestra para poder recopilar más datos sobre el tiempo de exploración y realizar un análisis más preciso. De igual forma, se sugiere considerar otras métricas en la evaluación, como la distancia entre cada punto de interés del metaverso y el conocimiento previo de los participantes en el manejo de herramientas de realidad virtual, con el fin de determinar las posibles causas del aumento de la dificultad en algunos participantes de la muestra durante la exploración del metaverso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. P. Barráez-Herrera, «Metaversos en el Contexto de la Educación Virtual», *Rev. Docentes* 20, vol. 13, n.º 1, pp. 11-19, mar. 2022, doi: 10.37843/rted.v13i1.300.
- [2] V. Crespo-Pereira, E. Sánchez-Amboage, y M. Membiela-Pollán, «Facing the challenges of metaverse: a systematic literature review from social sciences and marketing and communication», *Prof. Inf.*, vol. 32, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2023, doi: 10.3145/epi.2023.ene.02.
- [3] C. E. George Reyes, M. S. Ramírez Montoya, y E. OmarLópez Caudana, «Imbricación del Metaverso en la complejidad de la educación 4.0: Aproximación desde un análisis de la literatura», *Pixel-Bit Rev. Medios Educ.*, n.º 66, Art. n.º 66, 2023, doi: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.97337>.
- [4] M. Tukur *et al.*, «The Metaverse digital environments: A scoping review of the techniques, technologies, and applications», *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 36, n.º 2, p. 101967, feb. 2024, doi: 10.1016/j.jksuci.2024.101967.
- [5] J. A. Canchola-González y L. D. G. Morales, «El concepto de fluidez digital: una revisión sistemática de literatura 2010-2020», *Texto Livre*, vol. 13, n.º 3, Art. n.º 3, nov. 2020, doi: 10.35699/1983-3652.2020.25087.
- [6] H. Jehma, «SECOND LIFE: A THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL WORLD FOR DEVELOPING THAI EFL LEARNERS' ENGLISH COMMUNICATION SKILLS», *Turk. Online J. Distance Educ.*, vol. 21, n.º Special Issue-IODL, pp. 49-60, jul. 2020, doi: 10.17718/tojde.770909.
- [7] D. Livingstone, Ed., *Proceedings of the First Second Life Education Workshop, part of the 2006 Second Life Community Convention, August 18th - 20th 2006, Fort Mason Centre, San Francisco, Ca.* Paisley, UK: Univ, 2006.
- [8] Y. Qiu, R. Isusi-Fagoaga, y A. García-Aracil, «Perceptions and use of metaverse in higher education: A descriptive study in China and Spain», *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 5, p. 100185, 2023, doi: 10.1016/j.caeai.2023.100185.
- [9] «Case Western Reserve, Cleveland Clinic Collaborate with Microsoft on Earth-Shattering Mixed-Reality Technology for Education». Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.case.edu/hololens/>
- [10] J. Mayor y D. López-Fernández, «Scrum VR: Virtual Reality Serious Video Game to Learn Scrum», *Appl. Sci.*, vol. 11, n.º 19, Art. n.º 19, ene. 2021, doi: 10.3390/app11199015.
- [11] Y. Li y Y. Zhu, «Research on Key Technologies of Garbage Classification Virtual Simulation Game Development Based on unity3d Technology», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 208, pp. 546-552, ene. 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.10.075.
- [12] A. Jungherr y D. B. Schlarb, «The Extended Reach of Game Engine Companies: How Companies Like Epic Games and Unity Technologies Provide Platforms for Extended Reality Applications and the Metaverse», *Soc. Media Soc.*, vol. 8, n.º 2, Art. n.º 2, abr. 2022, doi: 10.1177/20563051221107641.

- [13] 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, Art. n.º 2, jul. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022071.
- [14] A. Kumar, A. Shankar, R. Agarwal, V. Agarwal, y E. A. Alzeiby, «With enterprise metaverse comes great possibilities! Understanding metaverse usage intention from an employee perspective», *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 78, p. 103767, may 2024, doi: 10.1016/j.jretconser.2024.103767.
- [15] «City of Seoul starts metaverse platform for residents, tourists». Accedido: 28 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://koreajoongangdaily.joins.com/2023/01/16/national/socialAffairs/korea-seoul-Metaverse/20230116174400236.html>
- [16] L. Chodzkièn, «Diary as a Means for a Student to Discover a Country», *Verbum*, vol. 11, 2020, doi: <https://doi.org/10.15388/Verb.18>.
- [17] «El metaverso - Matthew Ball», Planetadelibros. Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.planetadelibros.com/libro-el-metaverso/357369>
- [18] S.-M. Park y Y.-G. Kim, «A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges», *IEEE Access*, vol. 10, pp. 4209-4251, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3140175.
- [19] M. S. Mendiola, «El metaverso: ¿la puerta a una nueva era de educación digital?», *Investig. En Educ. Médica*, vol. 11, n.º 42, Art. n.º 42, abr. 2022, doi: 10.22201/fm.20075057e.2022.42.22436.
- [20] J. Balakrishnan, R. Das, A. A. Alalwan, R. Raman, y Y. K. Dwivedi, «Informative and peripheral metaverse: Which leads to experience? An investigation from the viewpoint of self-concept», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 156, p. 108223, jul. 2024, doi: 10.1016/j.chb.2024.108223.
- [21] G. D. Ritterbusch y M. R. Teichmann, «Defining the Metaverse: A Systematic Literature Review», *IEEE Access*, vol. 11, pp. 12368-12377, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3241809.
- [22] Q. Yang, Y. Zhao, H. Huang, Z. Xiong, J. Kang, y Z. Zheng, «Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey», *IEEE Open J. Comput. Soc.*, vol. 3, pp. 122-136, ene. 2022, doi: 10.1109/OJCS.2022.3188249.
- [23] A. K. Kar y P. S. Varsha, «Unravelling the techno-functional building blocks of metaverse ecosystems – A review and research agenda», *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 3, n.º 2, p. 100176, nov. 2023, doi: 10.1016/j.jjime.2023.100176.
- [24] I. Assiouras, C. Laserer, y D. Buhalis, «The evolution of artificial empathy in the hospitality metaverse era», *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 126, p. 104063, abr. 2025, doi: 10.1016/j.ijhm.2024.104063.
- [25] G. S. Contreras, A. H. González, M. I. S. Fernández, C. B. M. Cepa, y J. C. Z. Escobar, «The Importance of the Application of the Metaverse in Education», *Mod. Appl. Sci.*, vol. 16, n.º 3, p. 34, jul. 2022, doi: 10.5539/mas.v16n3p34.
- [26] F. Benaben, A. Congès, y A. Fertier, «A prospective vision of the evolution of immersive technologies: Towards a definition of metaverse», *Technovation*, vol. 140, p. 103154, feb. 2025, doi: 10.1016/j.technovation.2024.103154.

- [27] T. Meepung y P. Kannikar, «Metaverse; Virtual World Challenges and Opportunities for Digital Business», *J. Econ. Bus. Manag.*, vol. 10, n.º 4, pp. 277-282, 2022, doi: 10.18178/joebm.2022.10.4.712.
- [28] X. Zhang, Y. Chen, L. Hu, y Y. Wang, «The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics», *Front. Psychol.*, vol. 13, p. 1016300, oct. 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.1016300.
- [29] A. H. D. Nguyen, T. T. Le, T.-Q. Dang, y L.-T. Nguyen, «Understanding metaverse adoption in education: The extended UTAUMT model», *Heliyon*, vol. 10, n.º 19, p. e38741, oct. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38741.
- [30] M. Iqbal, S. Suhail, F. Milani, y Y. Halas, «Metaverse in financial industry: Use cases, value, and challenges», *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 4, n.º 2, p. 100302, nov. 2024, doi: 10.1016/j.jjime.2024.100302.
- [31] J. Thomason, «MetaHealth -How will the Metaverse Change Health Care?», *J. Metaverse*, vol. Journal of Metaverse, 1, pp. 13-16, dic. 2021.
- [32] T. Jung *et al.*, «Metaverse for service industries: Future applications, opportunities, challenges and research directions», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 151, p. 108039, feb. 2024, doi: 10.1016/j.chb.2023.108039.
- [33] R. Zhu y C. Yi, «Avatar design in Metaverse: the effect of avatar-user similarity in procedural and creative tasks», *Internet Res.*, vol. 34, n.º 1, pp. 39-57, sep. 2023, doi: 10.1108/INTR-08-2022-0691.
- [34] H. A. Park y K. H. You, «An Investigation into the Relationship between Metaverse Usage Patterns and Cultural Tastes: A Study of Avatar Formation among Generation Z», *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 18, n.º 6, pp. 1675-1691, jun. 2024, doi: 10.3837/tiis.2024.06.014.
- [35] M. Siivola, T. Leinonen, y L. Malmi, «Advantages of virtual reality childbirth education», *Comput. Educ. X Real.*, vol. 4, p. 100058, 2024, doi: 10.1016/j.cexr.2024.100058.
- [36] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, y S. Dhall, «Role of Virtual Reality in advancing education with sustainability and identification of Additive Manufacturing as its cost-effective enabler», *Sustain. Futur.*, vol. 8, p. 100324, dic. 2024, doi: 10.1016/j.sftr.2024.100324.
- [37] O. B. Akinwale *et al.*, «Designing a virtual reality system for clinical education and examination», *Comput. Educ. X Real.*, vol. 5, p. 100083, dic. 2024, doi: 10.1016/j.cexr.2024.100083.
- [38] A. Bruixola Martínez, «Desarrollo de manos virtuales como NFT para el metaverso», Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València, 2023. Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/192407>
- [39] K. Kieanwatana y R. Vongvit, «Virtual reality in tourism: The impact of virtual experiences and destination image on the travel intention», *Results Eng.*, vol. 24, p. 103650, dic. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.103650.
- [40] H. Lei, F. Ganjeizadeh, P. K. Jayachandran, y P. Ozcan, «A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects», *Robot. Comput.-Integr. Manuf.*, vol. 43, pp. 59-67, feb. 2017, doi: 10.1016/j.rcim.2015.12.001.

- [41] J. E. M. Díaz, «Virtual World as a Complement to Hybrid and Mobile Learning», *Int. J. Emerg. Technol. Learn. IJET*, vol. 15, n.º 22, p. 267, nov. 2020, doi: 10.3991/ijet.v15i22.14393.
- [42] «Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S0219877020300025>
- [43] Department of Software Engineering University of Science and Technology Bannu, 28100 Pakistan, J. Ali Khan, I. Ur Rehman, Y. Hayat Khan, I. Javed Khan, y S. Rashid, «Comparison of Requirement Prioritization Techniques to Find Best Prioritization Technique», *Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci.*, vol. 7, n.º 11, pp. 53-59, nov. 2015, doi: 10.5815/ijmecs.2015.11.06.
- [44] V. M. Venâncio, *Blender 3D Asset Creation for the Metaverse: Unlock endless possibilities with 3D object creation, including metaverse characters and avatar models*. 2023.
- [45] J. C. Espitia Taborda, «Diseño e implementación de un entorno de realidad virtual para el manejo de un sistema ciber-físico aplicado a la enseñanza de la electrónica digital», 2022, Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/14577>
- [46] «BlenderKit - Initial Release». Accedido: 24 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.blenderkit.com/articles/initial-release/>
- [47] K. Cheliotis, «ABMU: An Agent-Based Modelling Framework for Unity3D», *SoftwareX*, vol. 15, p. 100771, jul. 2021, doi: 10.1016/j.softx.2021.100771.
- [48] M. Mohmmed y E. William, *Learning C# by Developing Games with Unity: C# Programming for Unity Game Development, 2nd Edition - 2020*. Independently Published, 2020.
- [49] «Get Started with Visual Studio Code». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://code.visualstudio.com/learn/overview>
- [50] «Mixamo». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mixamo.com/#/>
- [51] «Software de cuadro delimitador - Materialise». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://boundingboxsoftware.com/materialize/>
- [52] «Polycam - LiDAR & 3D Scanner for iPhone & Android». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://poly.cam/>
- [53] «Crear avatar para Metaverse». Accedido: 3 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://avatarsdk.com/>
- [54] «Convai Blog». Accedido: 17 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://convai.com/blog>
- [55] «UTMACH | Universidad Técnica de Machala». Accedido: 24 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.utmachala.edu.ec/portalwp/>
- [56] «Google Maps», Google Maps. Accedido: 30 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Campus+Universitario+-+Utmach/@-3.2859148,-79.913385,17.5z/data=!4m15!1m8!3m7!1s0x90330e252f104ed1:0xea4e189f2b2da97e!2sMachala!3b1!8m2!3d-3.2581112!4d->

79.9553924!16zL20vMDI4em56!3m5!1s0x903311f8bfb766b:0x86351ec2829520fb!8m2!3d-3.2870663!4d-79.9125196!16s%2Fg%2F11c1pfybfj?entry=ttu

[57] «Quantitative Studies: How Many Users to Test?», Nielsen Norman Group. Accedido: 13 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>

ANEXOS

Anexo 1 – Script “NewScene.cs”

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class NewScene : MonoBehaviour
{
    public string sceneToLoad;
    public string exitName;
    private bool lugar;
    public GameObject texto;
    public string lastExitName;
    private void Awake()
    {
        exitName = gameObject.name;
    }
    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            texto.SetActive(true);
            lugar = true;
        }
    }
    private void Update()
    {
        if (Input.GetKeyDown(KeyCode.E) && lugar == true)
        {
            PlayerPrefs.SetString("LastExitName", lastExitName);
            PlayerPrefs.SetString("PersistentExitName", exitName);
            ChLoader.Load(sceneToLoad);
        }
    }
    private void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
```

```

    {
        texto.SetActive(false);
        lugar = false;
    }
}
private void Start()
{
    texto.SetActive(false);
    if (PlayerPrefs.GetString("LastExitName") == exitName)
    {
        PlayerScript.instance.transform.position = transform.position;
        PlayerScript.instance.transform.eulerAngles = transform.eulerAngles;
        if (string.IsNullOrEmpty(lastExitName))
        {
            Debug.LogWarning("Objeto con el nombre " + PlayerPrefs.GetString("PersistentExitName") +
"" en la escena.");
            lastExitName = PlayerPrefs.GetString("PersistentExitName");
            PlayerPrefs.SetString("LastExitName", lastExitName);
            Debug.LogWarning("Nuevo nombre " + lastExitName + "" en la escena.");
        }
    }
}
}
}

```

Anexo 2 – Script “PlayerScript.cs”

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class PlayerScript : MonoBehaviour
{
    public static PlayerScript instance;
    void Start()
    {
        if (instance == null)
        {
            instance = this;
            DontDestroyOnLoad(gameObject);
        }
        else
        {
            Destroy(gameObject);
        }
    }
    void Update()
    {
    }
}
}

```

Anexo 3 – Script “Mainmenu.cs”

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class MainMenu : MonoBehaviour
{
    public void Play(){
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex +1);
    }
    public void PlayAlternative(){
        SceneManager.LoadScene("SampleScene");
    }
    public void Quit(){
        Application.Quit();
        Debug.Log("Player Has Quit The Game");
    }
}
```

Anexo 4 – Script “FloatingText.cs”

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

public class FloatingText : MonoBehaviour
{
    public Transform mainCam;
    public Transform unit;
    public Transform worldSpaceCanvas;

    public Vector3 offset;

    void Start()
    {
        mainCam = Camera.main.transform; //get the Transform property from the object reference in the
input
        //unit = transform.parent;
        //worldSpaceCanvas = GameObject.FindObjectOfType<Canvas>().transform;

        transform.SetParent(worldSpaceCanvas);
    }

    void Update()
```

```

    {
        transform.rotation = Quaternion.LookRotation(transform.position - mainCam.transform.position);
//look at the camera
        transform.position = unit.position + offset; //can modify offset if its no correct showing your text
    }
}

```

Anexo 5 – Script “teleportSameScene.cs”

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
public class teleportSameScene : MonoBehaviour
{
    public Transform destination; // Posición a la que el jugador será teletransportado
    private bool isPlayerInTrigger;
    public GameObject interactionText;

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.tag == "Player")
        {
            interactionText.SetActive(true); // Muestra el texto de interacción
            isPlayerInTrigger = true;
        }
    }

    private void Update()
    {
        if (Input.GetKeyDown(KeyCode.E) && isPlayerInTrigger)
        {
            TeleportPlayer();
        }
    }

    private void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.tag == "Player")
        {
            interactionText.SetActive(false); // Oculta el texto de interacción
            isPlayerInTrigger = false;
        }
    }
}

```

```
private void TeleportPlayer()
{
    GameObject player = GameObject.FindGameObjectWithTag("Player");
    if (player != null && destination != null)
    {
        player.transform.position = destination.position; // Cambia la posición del jugador
        player.transform.rotation = destination.rotation; // Cambia la orientación del jugador
    }
}
}
```

Anexo 6 – Evaluación del prototipo en un laboratorio de la FCS



Figura 92 Anexo 6

Anexo 7 – Prueba del prototipo con los estudiantes



Figura 93 Anexo 7

Anexo 8 – Evaluación del prototipo en un laboratorio de la FCE



Figura 94 Anexo 8

Anexo 9 – Prueba del prototipo con los estudiantes



Figura 95 Anexo 9

Anexo 10 – Reunión virtual con el tutor

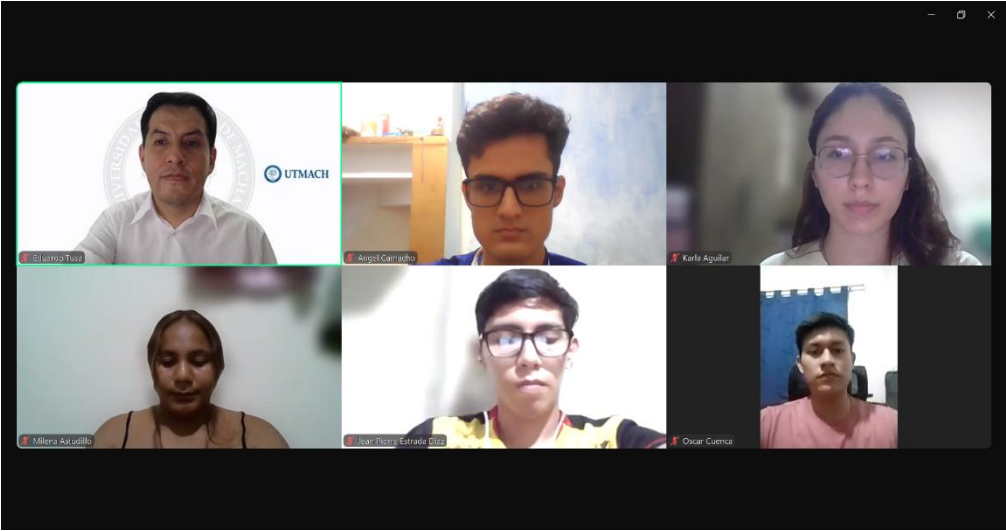


Figura 96 Anexo 10

Anexo 11 – Reunión virtual con el cotutor

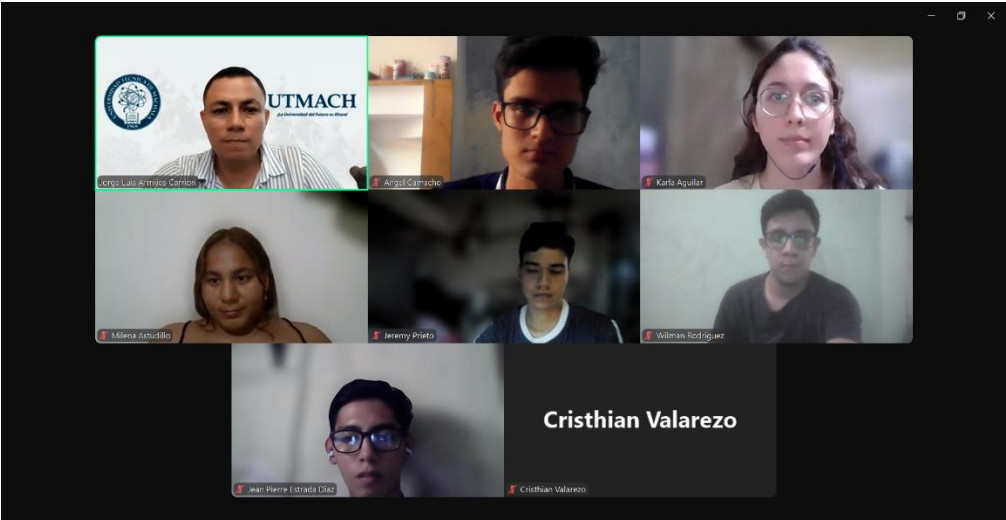


Figura 97 Anexo 11

Anexo 12 – Formulario de Microsoft Forms



Figura 98 Anexo 12 1 – 7

The image shows the content page of the Microsoft Forms survey. The background is the same dark grey with a circuit board pattern in gold. The main title is 'Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH'. Below the title, a greeting reads: 'Hola, Angel Wladimir. Cuando envíe este formulario, el propietario verá su nombre y dirección de correo electrónico.' Below the greeting, there is a note: '* Obligatorio'. The section is titled 'Datos demográficos'. The first question is '1. Seleccione la Facultad a la que pertenece *'. There are two radio button options: 'Facultad de Ciencias Empresariales' and 'Facultad de Ciencias Sociales'. At the bottom left, there is a button labeled 'Siguiente'. At the bottom left, there is a Microsoft 365 logo.

Figura 99 Anexo 12 2 – 7

Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH

* Obligatorio

Datos demográficos


2. Seleccione la carrera a la que pertenece *

- Administración de Empresas
- Comercio Exterior
- Contabilidad y Auditoría
- Economía
- Finanzas y Negocios Digitales
- Mercadotecnia
- Turismo

3. Seleccione el semestre que está cursando *

- 1 Semestre
- 2 Semestre
- 3 Semestre
- 4 Semestre
- 5 Semestre
- 6 Semestre
- 7 Semestre
- 8 Semestre

[Atrás](#) [Siguiete](#)

 Microsoft 365

Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíe se enviarán al propietario del formulario. Microsoft no es responsable de las prácticas de privacidad o seguridad de sus clientes, incluidas las que adopte el propietario de este formulario. Nunca des tu contraseña.

Microsoft Forms | Encuestas, cuestionarios y sondeos con tecnología de inteligencia artificial [Crear mi propio formulario](#)

Privacidad y cookies | Términos de uso

Figura 100 Anexo 12.3 – 7

Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH

* Obligatorio

Usabilidad

4. ¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso? * [🔒]

Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. ¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso? * [🔒]

Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. ¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso? * [🔒]

Nada intuitivo	Poco intuitivo	Neutro	Algo intuitivo	Muy intuitivo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. ¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles? * [🔒]

Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones? * [🔒]

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás **Siguiente**

Microsoft 365

Figura 101 Anexo 12 4 – 7

Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH

* Obligatorio

Interactividad

9. ¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del bot a tus consultas? *

Nada precisas	Poco precisas	Neutral	Algo precisas	Muy precisas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. ¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el bot tardó en responder a tus preguntas? *

Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el bot para obtener la información que necesitabas? *

Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. ¿Cómo calificarías la utilidad del bot en la exploración del prototipo de Metaverso? *

Nada útil	Poco útil	Neutral	Útil	Muy útil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. ¿El bot proporcionó información útil sobre la facultad? *

Nada útil	Poco útil	Neutral	Útil	Muy útil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás Siguiente

Figura 102 Anexo 12.5 – 7

Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH [🔍] [⋮]

* Obligatorio

Familiarización [🔍]

14. ¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)? * [🔍]

Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. ¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de las facultades? * [🔍]

Nada parecido	Poco parecido	Neutral	Algo parecido	Muy parecido
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. ¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas? * [🔍]

Nada realista	Poco realistas	Neutral	Algo realistas	Muy realistas
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. ¿Sientes que el metaverso refleja adecuadamente la atmósfera general del campus? * [🔍]

Nada	Poco	Algo	En su mayoría	Completamente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. ¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución? * [🔍]

Nada	Poco	Algo	En su mayoría	Completamente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás **Siguiente**

Microsoft 365

Figura 103 Anexo 12 6 – 7

Evaluación de usabilidad, interactividad y familiarización del Metaverso UTMACH [🔍] [⋮]

* Obligatorio

Evaluación general [🔍]

19. ¿Cómo calificarías tu experiencia en el metaverso? * [🔍]

Muy mala	Mala	Neutral	Buena	Muy buena
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. ¿Consideras que el metaverso mejorará la accesibilidad de los estudiantes a ciertas áreas de la Facultad? * [🔍]

Nada	Poco	Algo	En su mayoría	Completamente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás **Enviar**

Microsoft 365

Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíes se enviarán al propietario del formulario. Microsoft no es responsable de las prácticas de privacidad o seguridad de sus clientes, incluidas las que adopte el propietario de este formulario. Nunca des tu contraseña.
Microsoft Forms | Encuestas, cuestionarios y sondeos con tecnología de inteligencia artificial [Crear mi propio formulario](#)
[Privacidad y cookies](#) | [Términos de uso](#)

Figura 104 Anexo 12 7 – 7