



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.

**ESTRADA DIAZ JEAN PIERRE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ASTUDILLO RAMIREZ MILENA ANGELICA
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad
de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.**

**ESTRADA DIAZ JEAN PIERRE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**ASTUDILLO RAMIREZ MILENA ANGELICA
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad
de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.**

**ESTRADA DIAZ JEAN PIERRE
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

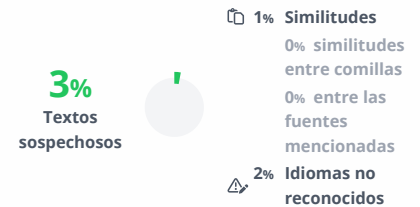
**ASTUDILLO RAMIREZ MILENA ANGELICA
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

TUSA JUMBO EDUARDO ALEJANDRO

COTUTOR: ARMIJOS CARRION JORGE LUIS

**MACHALA
2024**

Trabajo de Integración Curricular- Astudillo Milena y Estrada Jean



Nombre del documento: Trabajo de Integración Curricular-Astudillo Milena y Estrada Jean.pdf
ID del documento: aac77885c327ded58a336e928c3e1c77eff09046
Tamaño del documento original: 3,03 MB
Autores: []


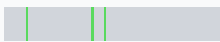
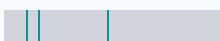
Depositante: EDUARDO ALEJANDRO TUSA JUMBO
Fecha de depósito: 4/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 4/2/2025

Número de palabras: 14.195
Número de caracteres: 93.523

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utmachala.edu.ec https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23021/1/Nieves Pucha, Oscar 03- TINF.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (65 palabras)
2	repositorio.utmachala.edu.ec Prevalencia de brucelosis bovina en fincas ganader... http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1530 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (68 palabras)
3	Documento de otro usuario #0c1cf2 El documento proviene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
4	repositorio.utmachala.edu.ec Prevalencia de úlcera gástrica en cerdos faenados e... http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1463	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.utmachala.edu.ec https://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/varios/informe_rector2007-2012...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
2	repositorio.uta.edu.ec https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/47aa51cf-a618-4290-9899-0e439978b0dc/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	www.utmachala.edu.ec https://www.utmachala.edu.ec/archivos/filesportal/2017/Padron/CURRICULUM_VITAE_CQA.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
4	blog.tenea.com Guía chatbots completa Qué es y cómo aplicarlo en empresa https://blog.tenea.com/que-es-un-chatbot-y-como-implementarlo/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	e-lexia.com ¿Qué es un Chatbot? – Diccionario TIC https://e-lexia.com/diccionario-tic/chatbot/#::-:text=Chatbot 1 Características del Chatbot Es un p...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

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

Los que suscriben, ESTRADA DIAZ JEAN PIERRE y ASTUDILLO RAMIREZ MILENA ANGELICA, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias 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.



ESTRADA DIAZ JEAN PIERRE

0750743213



ASTUDILLO RAMIREZ MILENA ANGELICA

0706971868

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres y a mi hermana, quienes me brindaron su apoyo incondicional desde el primer día. Su cariño y respaldo han sido fundamentales en este proceso. También dedico este logro a mis hijos Mathius y Ashley, quienes han sido mi pilar en cada paso. Ellos me acompañaron en cada desvelada y fueron mi mayor motivación para continuar, con el deseo de que se sientan orgullosos de su mamá.

Dedicarle también este trabajo a mi pareja por estar a mi lado y ayudarme a seguir adelante. Gracias a todos por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin ustedes en mi vida, nada de esto hubiera sido posible.

Astudillo Ramírez Milena Angelica

Dedico este trabajo a mis padres y mis hermanos, quienes han sido mi mayor apoyo desde el primer día en este camino. A ellos les debo todo lo que soy, porque con su amor, sus palabras de aliento y su confianza en mí, me enseñaron a nunca rendirme. Este trabajo es para ustedes, porque sin ustedes, nada de esto habría sido posible.

Quiero también dedicar este logro a mi abuelita, quien, desde el cielo, me ha dado fuerza y el valor para seguir adelante en los momentos más difíciles. Su ejemplo de amor y perseverancia sigue siendo mi mayor inspiración, y este triunfo es también suyo.

Estrada Díaz Jean Pierre

AGRADECIMIENTO

Primero, agradecerles a todas las personas que formaron parte de todo este proceso por estar conmigo dándome apoyo en la realización de este proyecto y en mi camino académico. Comenzando por mis padres y mi hermana, quienes siempre me apoyaron en todo este proceso y me brindaron su apoyo incondicional, convirtiéndose en mi fuerza en los momentos más difíciles. Su amor, consejos y confianza han sido pilares que me han sostenido durante este proceso.

A mis hijos, Mathius y Ashley, quienes me dieron razones para seguir adelante incluso en los momentos más complicados. Este logro es también para ustedes; a mi pareja agradecerle por su paciencia y sus palabras de aliento.

Finalmente, agradezco al Ingeniero Eduardo Tusa y al Ingeniero Jorge Armijos por su valiosa ayuda y guía durante este proceso. También a mis compañeros y amigos, quienes estuvieron presentes y brindaron su apoyo y ayuda en todo momento. No puedo dejar de mencionar a mi compañero de tesis, quien estuvo a mi lado en los momentos más difíciles, contribuyendo significativamente para que este logro fuera posible para los dos.

Astudillo Ramírez Milena Angelica

Primero que todo, agradezco a mis padres y hermanos, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto. Agradezco también profundamente a los Ingenieros Eduardo Tusa y Jorge Armijos, cuya guía y valiosos consejos fueron clave para la realización de este trabajo. De manera especial, quiero agradecer a mi compañera de tesis, cuyo esfuerzo, dedicación y colaboración hicieron posible alcanzar este objetivo juntos.

Finalmente, extiendo mi gratitud a mis amigos y compañeros por su apoyo y compañía en este proceso.

Estrada Díaz Jean Pierre

RESUMEN

Este proyecto se centró en el desarrollo de un prototipo de metaverso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala [1], utilizando las herramientas Blender y Unity, para la exploración virtual de la infraestructura por parte de la comunidad estudiantil. Durante el proyecto, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de literatura que permitió identificar mejores prácticas para la creación de entornos virtuales. La metodología empleada fue SCRUM, seleccionada por su capacidad para gestionar proyectos complejos mediante sprints, lo que permitió una planificación eficiente, entregas graduales y adaptaciones continuas a las necesidades emergentes [2]. En el prototipo se integraron modelos 3D en Unity y un ChatBot en un NPC, para brindar información relevante de la facultad. El prototipo fue evaluado por 30 estudiantes, quienes respondieron a 15 preguntas centradas en variables como la usabilidad, la interactividad con el NPC y la familiarización. Entre los resultados más destacados: un 80% de los estudiantes le resultó intuitivo navegar por el metaverso, mientras que el 90% destacó la necesidad de un NPC para la exploración del prototipo. Además, un 87% consideró que el diseño del metaverso refleja fielmente las instalaciones. Estos resultados, junto con otros obtenidos de las 15 preguntas realizadas, respaldan la hipótesis de que el prototipo mejora la experiencia de exploración virtual. Se concluye que el prototipo de metaverso es una herramienta educativa innovadora que fomenta la familiarización, la usabilidad y la interacción con el NPC efectiva dentro de un entorno virtual. Se recomienda incorporar tutoriales interactivos para guiar a los usuarios en el proceso de interactuar con el entorno virtual y usar las funciones básicas. Este trabajo sienta las bases para futuras fases del proyecto institucional, consolidando al metaverso como un recurso tecnológico clave en la educación superior.

PALABRAS CLAVE

blender, entorno virtual, metaverso, npc, unity

ABSTRACT

This project focused on developing a metaverse prototype for the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Machala [1], using Blender and Unity tools, for the virtual exploration of the infrastructure by the student community. During the project, an extensive literature review was conducted to identify best practices for creating virtual environments. The SCRUM methodology was employed due to its ability to manage complex projects through sprints, enabling efficient planning, gradual deliveries, and continuous adaptations to emerging needs [2]. The prototype integrated 3D models into Unity and a ChatBot within an NPC to provide relevant faculty information. The prototype was evaluated by 30 students who answered 15 questions focusing on variables such as usability, interactivity with the NPC, and familiarity. Among the most notable results: 80% of students found navigation within the metaverse intuitive, while 90% highlighted the necessity of an NPC for exploring the prototype. Additionally, 87% considered that the metaverse design accurately reflects the faculty's facilities. These results, along with other findings from the 15 questions, support the hypothesis that the prototype enhances the virtual exploration experience. It is concluded that the metaverse prototype is an innovative educational tool that promotes familiarity, usability, and effective interaction with the NPC within a virtual environment. It is recommended to incorporate interactive tutorials to guide users in the process of interacting with the virtual environment and using basic functions. This work lays the foundation for future phases of the institutional project, establishing the metaverse as a key technological resource in higher education.

KEYWORDS

Blender, virtual environment, metaverse, NPC, Unity

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN.....	III
PALABRAS CLAVE.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
GLOSARIO	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
i. Declaración y formulación del Problema.....	1
ii. Objeto de estudio y Campo de acción.....	3
iii. Objetivos.....	3
iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación	4
v. Justificación.....	5
vi. Organización del documento	6
1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Antecedentes de la Investigación	6
1.2. Antecedentes históricos.....	8
1.3. Antecedentes Teóricos	10
1.4. Antecedentes Contextuales.....	19
1.4.1. Ámbito de aplicación	20
1.4.2. Establecimiento de requerimientos.....	21
2. CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	21
2.1. Definición del prototipo.....	21
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo.....	23
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación.....	23
2.2.2. Unidades de análisis	24
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	25
2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados...25	
2.2.5. Metodología o métodos específicos.....	25
2.2.6. Herramientas y/o Materiales.....	26
2.3. Desarrollo del prototipo	26
2.4. Ejecución del prototipo.....	42
3. CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO	48

3.1. Plan de evaluación.....	48
3.2. Resultados de la evaluación.....	53
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS	68
Anexo 1.- Reunión con el equipo del Metaverso UTMACH.	68
Anexo 2.- Reunión para revisar los avances de todo el equipo del Metaverso UTMACH.	68
Anexo 3: Creación del Terreno y Movimiento del Avatar.	69
Anexo 4: Creación y configuración de la cuenta de Convai.	70
Anexo 5: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. “Mainmenu.cs” ..	71
Anexo 6: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. “PlayerScript.cs”. 72	
Anexo 7: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. “SceneExit.cs”	72
Anexo 8: Tareas que se deben realizar dentro del Metaverso.	73
Anexo 9: Socialización del Proyecto de Metaverso UTMACH.....	74
Anexo 10: Presentación del Metaverso en la Feria UTMACH.....	75
Anexo 11: Encuesta de Evaluación del Metaverso UTMACH de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.	76
Anexo 12: Mostrando el prototipo y realizando la encuesta a estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables Independientes y Dependientes	4
Tabla 2: Preguntas de investigación.....	6
Tabla 3: Casos de uso del Metaverso	12
Tabla 4: Establecimiento de requerimientos	21
Tabla 5: Unidades de Análisis Población	24
Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	25
Tabla 7: Herramientas y Materiales	26
Tabla 8: Definición de las Tareas	27
Tabla 9: Características del Sprint	28
Tabla 10: Equipo SCRUM.....	28
Tabla 11:Matriz con las 3 variables	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de Problema.....	2
Figura 2: Diagrama de proceso de búsqueda.....	8
Figura 3: Cantidad de trabajos realizados por años.....	8
Figura 4: Línea de tiempo de Antecedentes históricos.....	10
Figura 5: Mapa Conceptual de Antecedentes Teóricos.....	11
Figura 6: Fases de Scrum.....	14
Figura 7: Antecedentes contextuales (Ubicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH).....	19
Figura 8: Cantidad de estudiantes en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.....	20
Figura 9: Planos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.....	20
Figura 10: Diseño del prototipo.....	22
Figura 11: Capturas de Imágenes.....	29
Figura 12: Proceso de Escaneo con Polycam.....	29
Figura 13: Estatuas escaneado con Polycam.....	30
Figura 14: Texturas 3D.....	30
Figura 15: Imágenes capturadas.....	31
Figura 16: Objetos en Blender.....	31
Figura 17: Creación del plano.....	32
Figura 18: Cortes con Loop Cut.....	32
Figura 19: Extruir Caras.....	32
Figura 20: Plano con Color.....	33
Figura 21: Modelo 3D en Blender.....	33
Figura 22: Comparativa.....	33
Figura 23: Modelos 3D de la parte exterior.....	34
Figura 24: Modelos 3D de la parte interior.....	34
Figura 25: Membretas.....	35
Figura 26: Creación de Avatar con Ready Player Me.....	35
Figura 27: Avatar descargado de Mixamo.....	36
Figura 28: Avatar en movimiento en Unity.....	37
Figura 29: Exportar con formato FBX.....	37
Figura 30: Extracción de Texturas y Materiales.....	38
Figura 31: Infraestructura implementada en Unity.....	38
Figura 32: Proceso de la configuración del NPC en Unity.....	39
Figura 33: Creación del Menú Principal.....	40
Figura 34: Proceso de cambio de Escenas.....	41
Figura 35: Configuración de cambio de escena.....	41
Figura 36: Interior del Salón Auditorio.....	42
Figura 37: Ejecución del prototipo.....	43
Figura 38: Panel de opciones.....	43
Figura 39: Avatar listo para explorar en el Metaverso.....	44
Figura 40: Paky saludando.....	44
Figura 41: Avatar recorriendo la Facultad.....	45
Figura 42: Avatar recorriendo la Facultad.....	45
Figura 43: Muestra de Membreta.....	45
Figura 44: Avatar junto a la estatua 3D.....	46

Figura 45: Muestra de cambio de escena.....	46
Figura 46: Opciones para interactuar con el NPC.....	47
Figura 47: Interacción entre usuario y NPC.....	47
Figura 48: Cronograma de actividades.....	53
Figura 49: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°1.....	53
Figura 50: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°2.....	54
Figura 51: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°3.....	54
Figura 52: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°4.....	55
Figura 53: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°5.....	55
Figura 54: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°6.....	56
Figura 55: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°7.....	56
Figura 56: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°8.....	57
Figura 57: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°9.....	58
Figura 58: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°10.....	58
Figura 59: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°11.....	59
Figura 60: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°12.....	59
Figura 61: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°13.....	60
Figura 62: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°14.....	60
Figura 63: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°15.....	61
Figura 64: Promedio general de las tres variables.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura A 1: Reuniones para las funcionalidades del Metaverso UTMACH	68
Figura A 2: Reunión para revisar los avances del Metaverso	68
Figura A 3: Reunión virtual para revisar los avances del Metaverso	69
Figura A 4: Creación del Proyecto en Unity y Terreno.....	69
Figura A 5: Importar paquete Standard Assets	70
Figura A 6: Primera parte del proceso de configuración del NPC.....	70
Figura A 7: Resultados y pruebas del NPC.....	71
Figura A 8: Asignarle una tarea.....	73
Figura A 9: Se dirigió al lugar de la tarea.....	74
Figura A 10: Cumplió con las tareas que se le asignaron	74
Figura A 11: Presentación del Proyecto Metaverso UTMACH ante las autoridades	75
Figura A 12: Presentación del Metaverso en la Feria UTMACH.....	75
Figura A 13: Preguntas elaboradas en Microsoft Forms para la Evaluación del prototipo.....	78
Figura A 14: Presentación del prototipo y realización de la encuesta.	79

GLOSARIO

A

Arquitectónico: Relacionado con la arquitectura. Este término se refiere a todo lo concerniente al diseño, construcción y estilo de edificios y otras estructuras.

Avatares: Figuras gráficas que representan a los usuarios en mundos virtuales, que pueden ser en formatos 2D o 3D, y que permiten la interacción en diversas plataformas virtuales.

D

Dataset: Es una colección estructurada de datos que puede incluir imágenes, texto o números. En los datasets de imágenes, cada archivo de imagen suele estar acompañado de etiquetas o anotaciones que describen su contenido.

E

Entorno virtual: Es un espacio digital simulado que permite la interacción del usuario con elementos artificiales mediante dispositivos tecnológicos.

M

Metaverso: Un espacio virtual compartido, compuesto por una serie de espacios digitales interconectados donde los usuarios pueden interactuar entre sí con el entorno a través de avatares.

Modelos 3D: Proceso de desarrollo de cualquier objeto tridimensional a través de software especializado, usado en diversas áreas como la animación, videojuegos, arquitectura, y más.

N

NPC: Es un personaje en un entorno virtual que no es controlado por el jugador (Non-Player Character). Estos personajes tienen funciones específicas, como guiar, interactuar o proporcionar información.

S

Scripts: Fragmentos de código o programas pequeños escritos en lenguajes de programación que automatizan tareas y procesos, facilitando la interactividad y funcionalidad de aplicaciones y entornos virtuales.

T

Tridimensionales: Referido a objetos o representaciones que tienen tres dimensiones (ancho, alto y profundidad), lo que permite ver y manipular desde diferentes ángulos, otorgando una percepción de volumen y espacio.

INTRODUCCIÓN

El metaverso es un concepto cada vez más relevante que abarca un espacio virtual tridimensional donde las personas pueden interactuar entre sí. Este entorno no solo abre nuevas posibilidades en el ámbito del entretenimiento, sino que también está revolucionando campos como la educación. Aprovechando esta tendencia, la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) ha emprendido un nuevo proyecto, con el objetivo de crear un metaverso que abarque toda la institución. Este proyecto se desarrollará en fases progresivas, permitiendo una integración gradual y cuidadosa de las nuevas tecnologías en el entorno académico.

Nuestro proyecto de titulación se enfoca en la primera fase de esta iniciativa, desarrollando un prototipo del metaverso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, utilizando herramientas digitales como Blender y la plataforma Unity. Este prototipo permitirá a la comunidad estudiantil explorar las instalaciones de manera virtual, interactuar en el entorno con un NPC que brindará información sobre la facultad [1] y la asignación de cumplir tareas al dirigirse a algún lugar, con el propósito de evaluar la usabilidad, la interacción con el NPC y la familiarización de las instalaciones. Esta primera fase establece una base sólida para futuras expansiones del proyecto, que incluirán funcionalidades adicionales como clases virtuales y actividades extracurriculares en un entorno virtual.

i. Declaración y formulación del Problema

Declaración del problema

El metaverso ha dejado de ser una fantasía a convertirse en una realidad tangible que está cambiando la manera en la que interactuamos a nivel mundial [3]. Aunque su función más conocida es el entretenimiento, otro caso de aplicación es la educación y el comercio en línea [3].

En los últimos años se ha observado un acelerado avance en la integración de tecnología en la educación en América Latina, la llegada del metaverso promete mejorar más en este panorama. Por ejemplo, la Universidad Argentina de la Empresa, algunas escuelas Porteñas de Argentina, la Universidad San Martín de Porres en Perú, el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Virtual de FATLA están implementando mundos en 3D para enriquecer sus procesos educativos [4].

El potencial del metaverso para transformar la educación en Ecuador es significativo, pero su aplicación exitosa demanda una comprensión detallada de los desafíos y una planificación estratégica adecuada [5]. Al superar las barreras tecnológicas, sociales y educativas, Ecuador puede aprovechar las ventajas del metaverso para elevar el nivel educativo y preparar a los estudiantes para los desafíos [5].

La Universidad Técnica de Machala, en su búsqueda continua en la mejora de la familiarización de su infraestructura, ha optado en crear entornos virtuales basados en el metaverso, con el propósito de ofrecer a la comunidad estudiantil exploren las instalaciones de la universidad de una manera virtual. En la Figura 1 se presenta el problema, sus causas y efectos identificados.

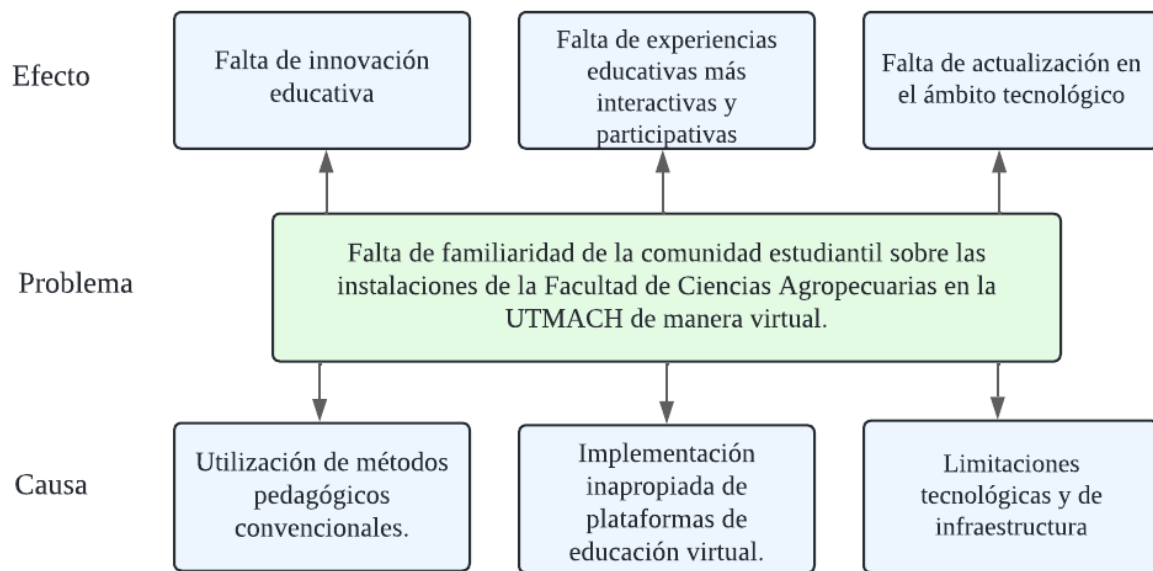


Figura 1: Árbol de Problema

Formulación del problema

Problema Principal

¿Cómo lograr que la comunidad estudiantil explore de manera virtual las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Machala a través de entornos virtuales basados en el Metaverso?

Problemas específicos:

- ¿Cómo obtener información histórica relevante y útil para la creación de entornos virtuales?

- ¿Cómo llevar a cabo la transferencia de los diseños realizados en Blender a la plataforma Unity?
- ¿Cómo diseñar los avatares?
- ¿Cuáles serían los scripts que nos permitan los movimientos de los avatares o cambios de escenas en la plataforma Unity?

ii. Objeto de estudio y Campo de acción

Objeto de estudio

- Desarrollo de un entorno virtual para la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Campo de acción

- Metaverso aplicado a la exploración de las instalaciones.

iii. Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un prototipo de Metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala con las herramientas digitales Blender y la plataforma de Unity, para la exploración virtual de la infraestructura por parte de la comunidad estudiantil.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión exhaustiva de literatura sobre aplicaciones del metaverso en la educación superior para la identificación de mejores prácticas y modelos relevantes que puedan ser adaptados para el diseño del entorno virtual en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Diseñar un modelo 3D de la infraestructura física de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH, utilizando Blender, que refleje sus instalaciones.
- Integrar el modelo 3D a la plataforma Unity, permitiendo la exploración de las instalaciones de la Facultad mediante un avatar.

- Incorporar un ChatBot, basado en un modelo de lenguaje (LLM), en un NPC para que los estudiantes del metaverso dispongan de información sobre la Facultad.
- Evaluar la usabilidad, la interactividad con el NPC y la familiarización de los estudiantes con las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias a través del prototipo de metaverso desarrollado.

iv. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación

Hipótesis principal (o preguntas de investigación)

- El desarrollo de un prototipo de Metaverso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala mejorará la experiencia de exploración virtual de las instalaciones para la comunidad estudiantil, mediante la evaluación de variables como usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización.

Variables y dimensionamiento (o categorización)

En el proyecto, es crucial una definición precisa y una evaluación exhaustiva de las variables para obtener una comprensión completa de la eficacia de la propuesta. Todos los detalles pertinentes sobre estas variables se encuentran descritos en la Tabla 1.

Tabla 1: Variables Independientes y Dependientes

Variables	Categorías	Indicadores	Técnicas
Variable Independiente: Prototipo de Metaverso de la Universidad en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.	1. Modelamiento tridimensional. 2. Entorno virtual.	1. Obtener una colección de imágenes que muestren las instalaciones. 2. Utilización de la herramienta Blender y la plataforma Unity. 3. Implementar los scripts a la plataforma Unity.	1. Capturar imágenes de las instalaciones. 2. Desarrollo del entorno virtual. Integración de los modelos 3D. 3. Prueba de los scripts.

Variable Dependiente: Mejorará la experiencia de exploración virtual.	1. Usabilidad 2. Interactividad con el NPC 3. Familiarización	1. Intuición, movilización y funcionalidad. 2. Precisión, interacción y utilidad. 3. Reconocimiento, similitud y utilidad de las tareas.	1. Encuesta para evaluar la efectividad del prototipo en variables de usabilidad, interactividad con el NPC y la familiarización usando escala Likert (1 -5).
---	---	--	---

v. Justificación

En el pasado, los mundos virtuales eran principalmente utilizados en juegos en línea, pero con el avance de la tecnología, especialmente en gráficos tridimensionales, su aplicación se ha expandido significativamente hacia el ámbito educativo [6]. Esta evolución tecnológica ha permitido crear entornos educativos más interactivos e inmersivos, que facilitan un aprendizaje más dinámico y atractivo para los estudiantes [6].

Con el crecimiento de las redes sociales y plataformas en línea, surge el concepto de Metaverso, que es un espacio virtual donde los usuarios interactúan a través de avatares, superando las limitaciones del mundo real [7]. Esta idea se ha convertido en una tendencia emergente en la era digital, donde la innovación es fundamental para el éxito empresarial [7].

En este contexto, el desarrollo del prototipo de Metaverso UTMACH en la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias representa una innovación significativa en el campo de la educación y la tecnología. Este proyecto permitirá a la comunidad estudiantil explorar las instalaciones de manera virtual. La aplicación de mundos virtuales tridimensionales en el contexto educativo es una tendencia emergente que promete revolucionar en el futuro. Además, la creación de un metaverso específico para una institución educativa, como la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), es una novedad que pone a la vanguardia a la institución en términos de innovación tecnológica.

vi. Organización del documento

Este documento está estructurado en introducción y en tres capítulos que detallan las actividades realizadas durante el proceso de titulación. A continuación, se proporciona una breve descripción del contenido de cada uno de ellos.

Introducción: En la sección introductoria, se formuló y enunció el problema de investigación, se delineó el objeto de estudio y el ámbito de acción, se establecieron los objetivos, las hipótesis y las variables o preguntas de investigación. Además, se presentó una justificación del estudio y se describió la estructura del trabajo de titulación.

Capítulo I: Este capítulo aborda la fundamentación teórica del trabajo, vinculada a las tecnologías empleadas y la información pertinente. Incluye antecedentes de la investigación en sus dimensiones históricas, teóricas, contextuales.

Capítulo II: En este capítulo se describe el desarrollo del prototipo, abarcando su definición, las metodologías de desarrollo utilizadas, así como la elaboración y ejecución del mismo.

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

1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la Investigación

Para realizar el estado del arte y la fundamentación teórica, se aplicará la Metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SRL: Systematic Review of the Literature).

a) Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se formularon para realizar la búsqueda de información sobre el desarrollo del prototipo de Metaverso, tal como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2: Preguntas de investigación

Pregunta de investigación	Descripción y motivación
RQ1. ¿Cuál es el estado actual de la investigación sobre la integración de Metaversos en entornos educativos?	Esta pregunta busca comprender la evolución y las tendencias actuales en el uso de Metaversos en el campo educativos.
RQ2. ¿Cómo implementar un prototipo de Metaverso en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica	El propósito de esta pregunta consiste en explorar cómo se puede llevar a cabo esta implementación utilizando las

de Machala utilizando la herramienta Blender y la plataforma Unity?	herramientas de software específicas, como Blender y Unity.
RQ3. ¿Qué impacto tiene el desarrollo de un prototipo de Metaverso de la Universidad Técnica de Macha en la Facultad de Ciencias Agropecuarias?	La pregunta tiene como finalidad de determinar el impacto que tendría el Metaverso en la Universidad Técnica de Machala.

b) Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda

Se emplearon estrategias de búsquedas para recopilar información, considerando repositorios científicos y bases de datos, lo que facilita la selección de artículos científicos de revistas relevantes que cumplen con los criterios necesarios. Entre estas fuentes se incluyen: MDPI, ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus, Web Of Science, EBSCO, Dialnet, DOAJ y Google Scholar, entre otros. Después de llevar a cabo las búsquedas en diversas bases de datos científicas, se estableció una cadena de búsqueda que permite explorar por títulos, palabras clave, resúmenes y textos completos, haciendo el uso de operadores lógicos como AND y OR.

Cadenas de búsqueda:

- "metaverse" AND ("education" OR "educación") AND ("Blender" OR "Unity")

c) Criterios de inclusión y exclusión

Se seleccionaron como criterios de inclusión libros, sitios web oficiales, tesis, conferencias y en especial, artículos de revistas académicas relevantes, todos ellos relacionados con el tema en cuestión de metaverso, trabajos acerca del desarrollo, implementación e impacto del metaverso y que estos documentos cumplan el rango de 5 años (2020 – 2024) a partir de su publicación.

En los criterios de exclusión, se tomaron en consideración aquellos documentos como artículos científicos de pocas hojas, también los que no cumplan el rango de 5 años a partir de su publicación y para finalizar todos aquellos trabajos que no estén relacionados con el tema.

d) Proceso y resultados de la búsqueda

Para llevar a cabo la búsqueda, se exploraron múltiples bases de datos académicas utilizando la cadena de búsqueda definida previamente, y luego se procedió a depurar los resultados para incluir únicamente los artículos de revistas relevantes. En la Figura 2 se detallan los pasos del proceso de búsqueda.

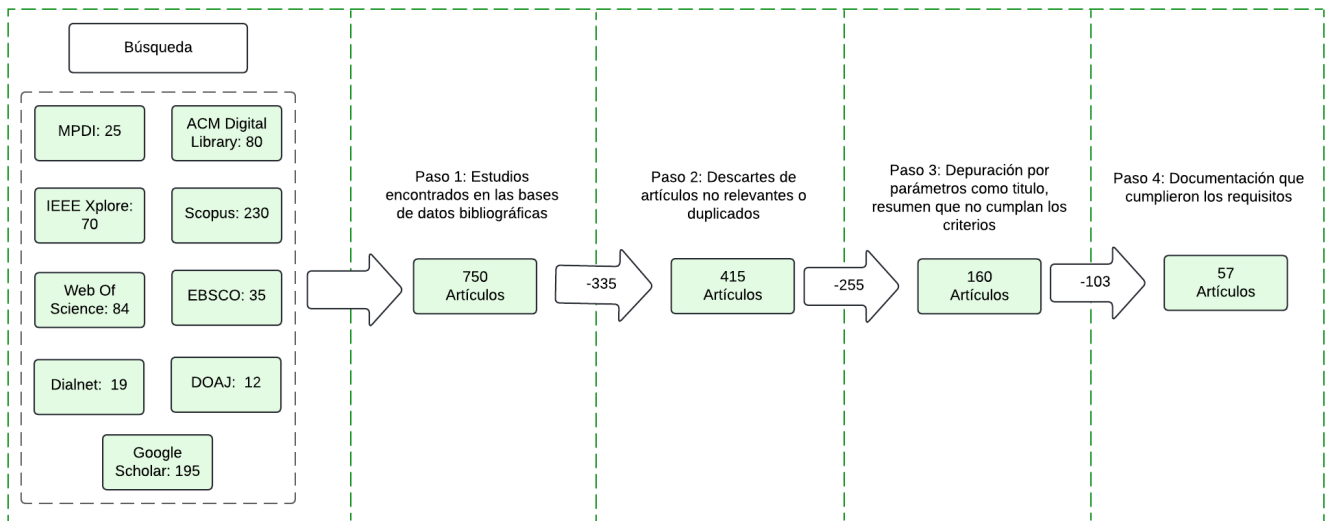


Figura 2: Diagrama de proceso de búsqueda

En la Figura 3 se exhibe la cantidad de trabajo realizados por año.

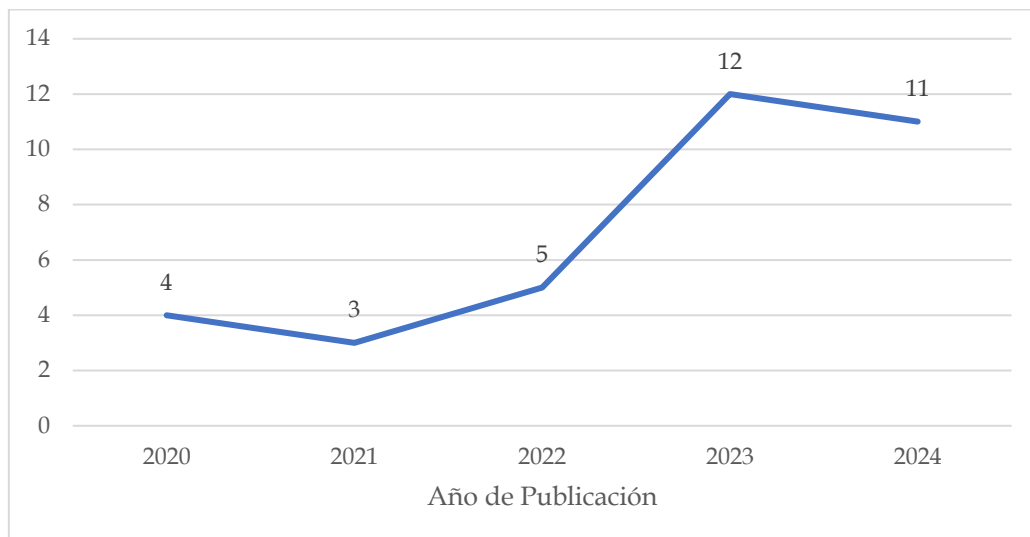


Figura 3: Cantidad de trabajos realizados por años

1.2. Antecedentes históricos

Dentro de la bibliografía revisada se ha encontrado varios documentos del metaverso, así como trabajos de titulación con temas similares, las cuales ofrecen orientación y aportes relevantes para el desarrollo del presente proyecto.

El trabajo realizado por [8] en 2021, indica que el término metaverso fue introducido en 1992 por Neal Stephenson en su novela de ciencia ficción Snow Crash, donde los personajes interactúan en una realidad virtual a través de avatares. La palabra combina “meta-” (más allá) y “-verso” (universo). Tras la aparición del concepto de metaverso, se realizaron numerosos esfuerzos e investigaciones significativas para hacerlo realidad.

Por ejemplo, en el proyecto de [9] en 2022, se creó una plataforma metaverso para la cultura tradicional: en las campanas del Marqués Yi Zeng, un destacado patrimonio cultural chino, se construyeron modelos 3D realistas de las exhibiciones, permitiendo una experiencia inmersiva e interactiva para los visitantes. En el mismo año se ha realizado un estudio que se centra en la demanda de recreación forestal digital en el metaverso. Utilizando un enfoque experimental con estudiantes universitarios, se evaluó la preferencia por estas experiencias, revelando un interés significativo en aventuras al aire libre y entornos naturales digitales [10].

Por otro lado, [11] en 2023, presenta CAMT MetaEd, un metaverso educativo diseñado e implementado para estudiantes y personal universitario. La plataforma, creada con Unity y Playfab, ofrece un entorno virtual seguro, con comunicación, personalización de avatares y gamificación.

En estos trabajos [12], [13], [14], [15], [16], aborda el creciente interés en el uso del metaverso en la educación, especialmente en respuesta a la pandemia de COVID-19 y a las limitaciones de la enseñanza tradicional en entornos en línea. En estos artículos se destacan el potencial del metaverso para proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas y accesible, integrando avatares, espacios 3D y actividades interactivas. Además [17] nos da un análisis exhaustivo del potencial del metaverso en la educación, a través de una metodología que combina análisis cuantitativos y cualitativos, incluyendo ANOVA y el coeficiente de correlación de Pearson, la cual indica mejoras significativas en la retención de conocimientos, la participación estudiantil y la satisfacción del usuario, demostrando el valor del metaverso como una herramienta educativa inmersiva y atractiva.

Por la necesidad de mejorar la educación a distancia en este proyecto [18] en 2024, han desarrollado un laboratorio virtual multiplataforma dentro del Metaverso utilizando Unity y Photo Unity Networking, permitiendo la participación de múltiples usuarios en diversas plataformas como HTC VIVE Pro, Microsoft HoloLens 2, PC y teléfonos Android.

En este artículo [19], propone un diseño de aula inteligente de metaverso basado en Unity y Spring Boot mediante la aplicación colaborativa de herramientas como Blender, Unreal, Visual Studio e IntelliJ Idea. Implementaron un compilador liviano y diseñaron

una sintaxis genérica para que sea fácil de usar para usuarios sin experiencias en programación.

Por otro lado, el artículo [20] menciona herramientas clave para la creación de avatares en el metaverso, incluyendo VRChat, Ready Player Me, VRoidStudio, Mixamo, Convai y MetaHumann, y son compatibles con motores como Unity y Unreal Engine. Estas herramientas permiten crear, personalizar y animar avatares con diversos niveles de detalle y funcionalidad. Convai, en particular, es destacada por integrar chatbots con inteligencia artificial para enriquecer las interacciones dentro del metaverso. Además, el artículo aborda los desafíos de privacidad relacionados con el uso de estas herramientas, subrayando la importancia de proteger los datos de los usuarios mientras se mejora su experiencia digital.

La Figura 4, presenta una línea de tiempo de los Antecedentes Históricos.

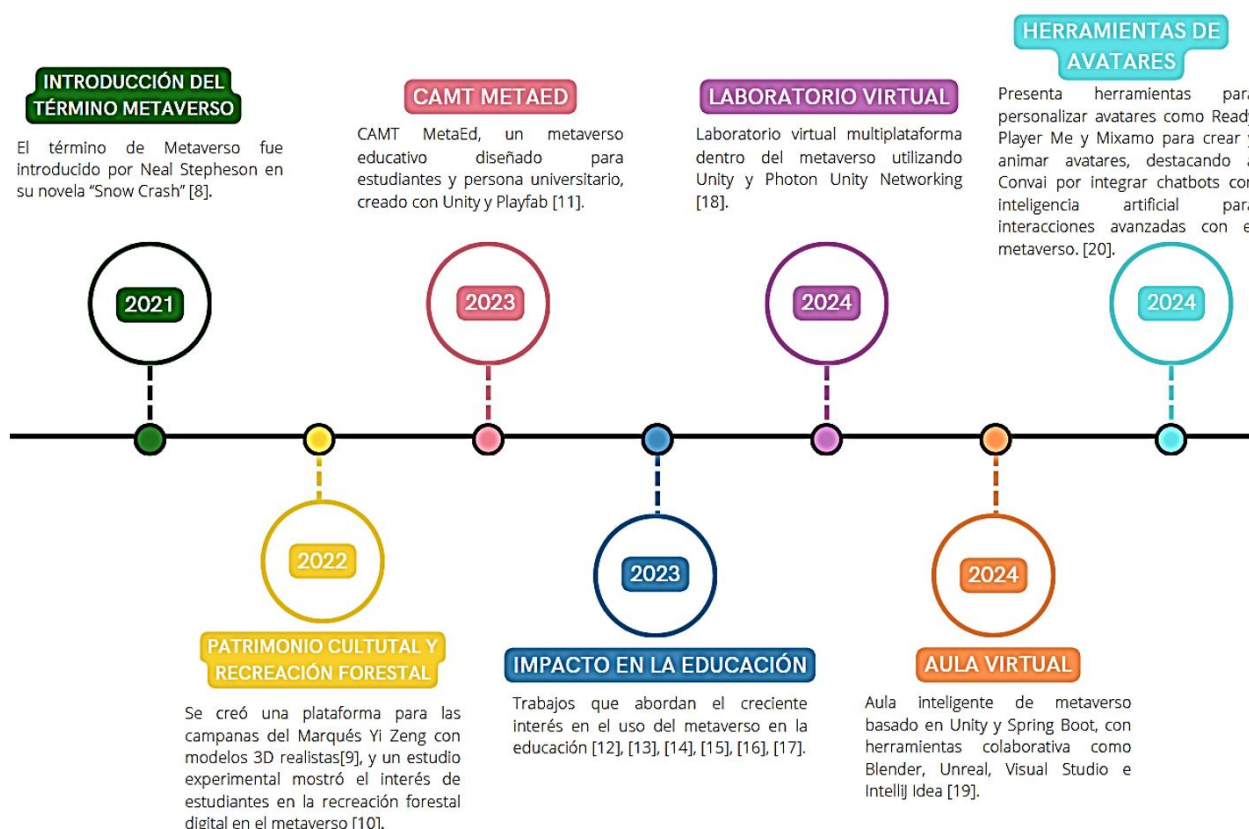


Figura 4: Línea de tiempo de Antecedentes históricos

1.3. Antecedentes Teóricos

En la Figura 5, se desarrolló un mapa temático, que resume los conceptos clave sobre los trabajos relevantes para esta tesis de grado.

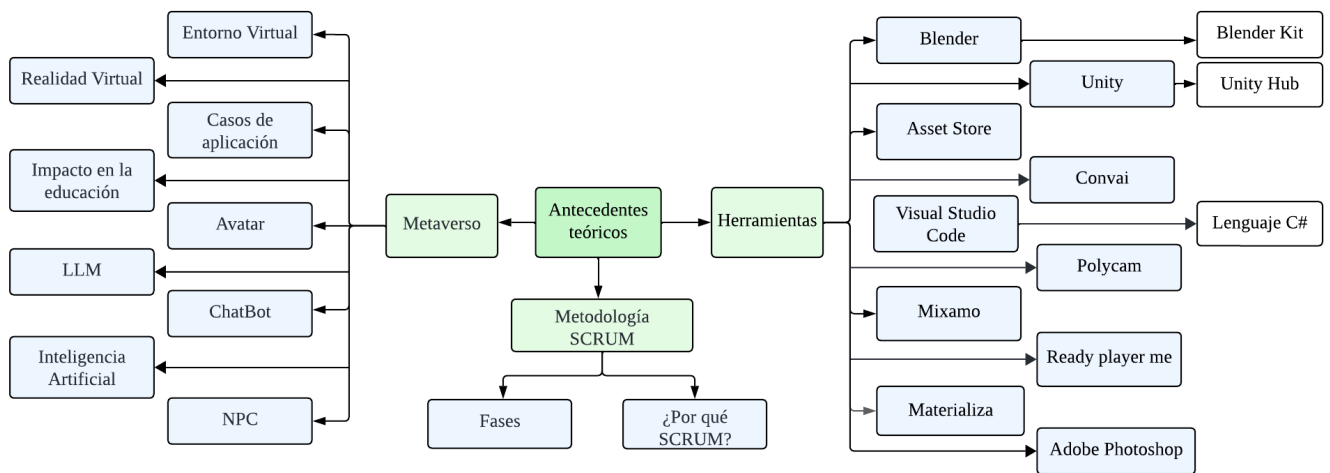


Figura 5: Mapa Conceptual de Antecedentes Teóricos

Metaverso

El Metaverso agrupa varias definiciones, siendo una de las más destacadas que se describe como un entorno tridimensional en línea [21]. La palabra “metaverso” es una combinación de “meta” y “universo”, donde los usuarios interactúan mediante avatares y participan en eventos de políticas, económicas, sociales y culturales [22]. Este término se usa comúnmente para referirse a un mundo virtual que refleja aspectos de la vida cotidiana, fusionando lo real con lo imaginario [22].

Entorno Virtual

Los entornos virtuales son plataformas digitales diseñadas con fines educativos que enriquecen la gestión docente. Además, estos espacios favorecen un aprendizaje continuo y permiten el acceso a la información, lo que ayuda a los estudiantes a apropiarse de los contenidos de manera efectiva [23].

Realidad Virtual

Realidad Virtual (RV) se describe como una tecnología que genera una simulación tridimensional del mundo real a través de computadoras, posibilitando que los usuarios interactúen de manera inmersiva con el entorno virtual. Es muy relevante en diversos sectores de una empresa. Se utiliza para la formación en la prevención de riesgos laborales y en la producción, ofreciendo experiencias altamente inmersivas con dispositivos portátiles. La (RV) también es fundamental en el ámbito de la Industria 4.0, donde se emplea ofrecer una ventaja competitiva y mejorar la gestión de riesgos laborales en la manufactura y la cadena de suministro [24].

Casos de aplicación

El metaverso se puede aplicar en diversas áreas, como se detalla en la Tabla 3, donde se destacan las más relevantes [25]:

Tabla 3: Casos de uso del Metaverso

Área	Casos de Uso	Detalles
Marketing Digital	Marketing experiencial y sensorial.	Uso de Realidad Aumentada y hologramas para eventos inmersivos. Marcas como McCafe, L'Oréal, Nike y Gucci.
Actividades Sociales	Apertura de hoteles y restaurantes virtuales.	Desarrollo de gemelos digitales de para las fábricas de BMW y Hyundai.
Salud Mental	Tratamiento de enfermedades mentales.	Aplicación de Realidad Virtual para tratar Alzheimer, autismo, esquizofrenia, fobia, estrés postraumático, etc.
Periodismo	Teletrabajo y reuniones editoriales en el metaverso.	Conferencias de prensa mediante Realidad Aumentada, entrevistas y reportajes en universos como Decentraland.
Comunicación Social	Nueva forma de socialización y comunicación.	Experimentación de productos y servicios en un espacio virtual seguro.

Impacto en la educación

Las tecnologías como los ecosistemas virtuales y las herramientas 3D en la educación crean entornos inmersivos y multisensoriales que transforman el proceso de enseñanza/aprendizaje, fomentando la interacción y la motivación [24]. El estudio se divide en tendencias tecnológicas disruptivas y el uso de mundos virtuales como herramientas educativas [24]. Los metaversos y la realidad virtual representan el futuro de la educación, ofreciendo nuevas metodologías y mejorando la calidad educativa a través de experiencias inmersivas [24].

Avatar

Un avatar es una representación virtual que encarna la identidad del usuario en un entorno digital, derivado del término sánscrito para “encarnación” [26]. En los campos de la realidad virtual y el metaverso, el avatar transmite información sobre la apariencia y actividades del usuario en tiempo real, variando en su forma y el nivel de realismo según el contexto [27]. Este vínculo usuario-avatar permite una expresión de identidad personalizable y genera un lazo psicológico que influye en el comportamiento y la autopercepción del usuario en ambos entornos [27].

LLM

Los Modelos de Lenguaje Grande (LLMs) son modelos de aprendizaje automático que utilizan grandes volúmenes de datos de entrenamiento para comprender, traducir, generar, simplificar o resumir textos [28]. Su arquitectura Transformador, es eficaz para analizar el texto y generar respuestas similares a las humanas [29].

ChatBot

Un ChatBot es un programa informático diseñado para simular conversaciones humanas a través de texto [30]. Su objetivo es facilitar el acceso a información sin necesidad de interacción humana, utilizando lenguaje natural para que los usuarios realicen acciones de manera eficiente [30]. Desde su creación, como Eliza en 1966, hasta los asistentes virtuales actuales como Siri, Alexa, Google Assistant o Cortana, los chatbots han evolucionado en complejidad y funcionalidad, mejorando la experiencia del usuario [31].

Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) se define como la capacidad de las máquinas para llevar a cabo actividades que imitan o se asemejan a la inteligencia humana [32]. Los modelos de IA pueden analizar datos, interactuar lingüísticamente y realizar tareas complejas, a menudo mejorando la eficacia en diversos campos, incluyendo la educación [33].

NPC

Un NPC (personaje no jugable) es un personaje en un videojuego que no puede ser controlado por los jugadores [34]. Algunos NPCs utilizan inteligencia artificial (IA) para simular comportamientos inteligentes y tomar decisiones. Esto permite que los NPCs respondan de manera más realística a las acciones de los jugadores [35].

Metodología

SCRUM

Scrum es una metodología ágil centrada en el trabajo en equipo, diseñada para facilitar la comunicación y la cooperación entre los miembros del equipo, lo que a su vez incrementa la productividad [36]. Permite resolver problemas a corto plazo, reducir riesgos del proyecto [36]. Las principales ventajas de Scrum son su adaptabilidad, transparencia, retroalimentación continua, mejora constante y motivación del equipo [36].

En SCRUM, el equipo está conformado por tres roles principales: el Product Owner, que es el responsable del producto; los desarrolladores, quienes trabajan en la creación del producto; y el Scrum Master, cuya función es la gestión del proyecto [37]. En la Figura 6 se muestran las fases del Scrum.

Fases de Scrum

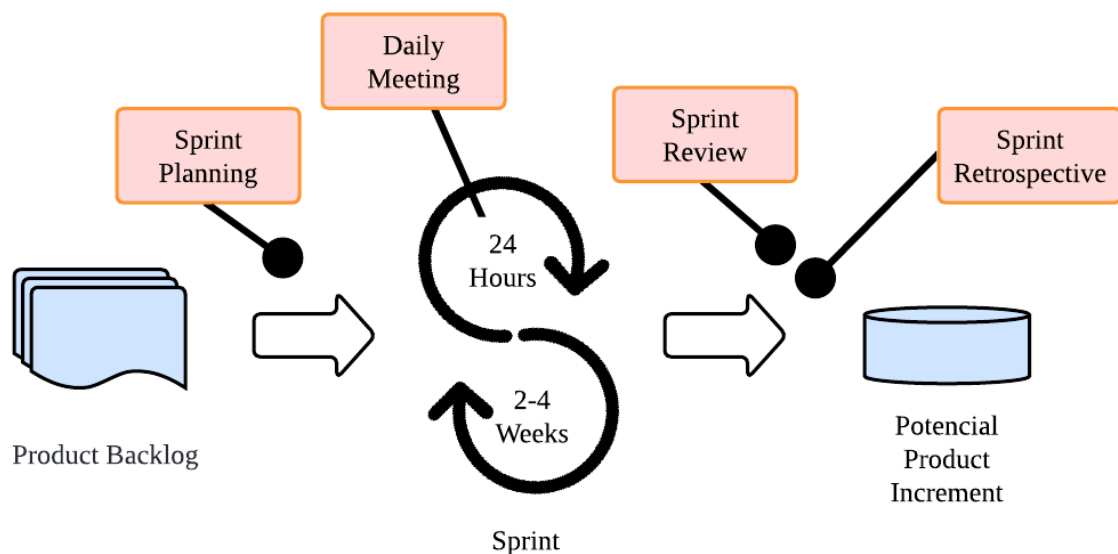


Figura 6: Fases de Scrum

La metodología Scrum cuenta con las siguientes fases que observamos en la Figura 6, a continuación, se dará una breve explicación de lo que realiza cada fase [38]:

- **Producto backlog:** En esta fase, el propietario del producto prioriza los elementos del backlog según su importancia y contribución al producto final.
- **Sprint Planning:** El equipo de desarrollo selecciona los elementos del backlog del producto que serán abordados en el próximo sprint.

- **The Sprint:** Durante esta fase, el equipo de desarrollo trabaja en los elementos priorizados durante la planificación del sprint.
- **Sprint Review:** Al final de cada sprint, se realiza una reunión de revisión en la que se presenta el trabajo completado a las partes interesadas.
- **Repeat:** Después de la revisión del sprint, el equipo lleva a cabo una retrospectiva para analizar sobre el sprint recién concluido, identificando áreas de éxito y oportunidades de mejora.

¿Por qué Scrum?

La metodología ágil, más destacada y utilizada es Scrum. La razón principal de su uso se debe a varios beneficios que ofrece [39]:

- **Transparencia:** Scrum facilita una visión clara y transparente del progreso y estado del proyecto a todos los involucrados.
- **Gestión de Riesgos:** Scrum ayuda a identificar y gestionar riesgos de manera efectiva a lo largo del desarrollo del proyecto.
- **Flexibilidad:** Scrum es adaptable y puede incorporar otras estrategias ágiles y no ágiles, lo que lo hace muy versátil.

Las técnicas específicas de Scrum que son ampliamente utilizadas, como las retrospectivas y las revisiones de sprint, que contribuyen a la mejora continua de los métodos de trabajo y del producto final.

Herramientas de desarrollo

En esta sección se van a detallar las herramientas que nos van a ayudar al desarrollo del prototipo del metaverso de la UTMACH. Se tomaron en cuenta algunas herramientas tecnológicas como las que presentamos a continuación:

Blender

Blender es un software open-source y multiplataforma especializado en modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También permite la composición digital mediante nodos, edición de video, escultura (esto incluye topología dinámica) y pintura digital. Además, ofrece la posibilidad de desarrollar videojuegos; esto depende de su motor de juegos interno [40], [41].

Blender Kit

Es una plataforma comunitaria que proporciona recursos esenciales para la creación de arte en 3D, incluyendo modelos, materiales, HDR, escenas y pinceles, todos descargables directamente en Blender. Con más de 48,000 activos disponibles y una biblioteca en constante expansión, BlenderKit ofrece una vasta colección de recursos gratuitos y con licencia para uso comercial y no comercial [42]. Los usuarios pueden optar por un Plan Completo, cuya tarifa mensual apoya tanto a los creadores como el desarrollo de software de código abierto [42].

Unity

Unity es una plataforma de desarrollo de juegos en tiempo real utilizada para crear entornos virtuales en aplicaciones de aprendizaje y evaluación basadas en juegos digitales [43]. Es muy popular por sus características como la física básica, las opciones de construcción y una amplia comunidad de usuarios [43]. Unity se usa en juegos y otros campos como la fabricación, cinematografía, ingeniería y arquitectura. Permite crear aplicaciones multiplataformas, consolas, web y móviles [43].

Unity Hub

Es una aplicación independiente diseñada para optimizar la gestión y navegación de proyectos e instalaciones de Unity. Permite a los usuarios descargar, instalar y administrar diversas versiones del Unity Editor y sus módulos, además de crear y gestionar proyectos de manera eficiente. También ofrece acceso a plantillas, proyectos de muestra y materiales educativos para diferentes niveles de habilidad. Además, Unity Hub permite la administración de perfiles, preferencias y licencias de Unity. El Unity Hub facilita la creación de entornos virtuales mediante la adición de objetos y el uso de scripts en C# [44].

Asset Store: Es una extensa biblioteca que reúne una variedad de assets comerciales y gratuitos, desarrollados tanto por Unity Technologies como por su comunidad de usuarios. Esta biblioteca incluye desde texturas, modelos y animaciones hasta proyectos completos, tutoriales y extensiones para el editor, todos fácilmente accesibles desde una interfaz integrada en el editor de Unity, permitiendo la descarga e importación directa a los proyectos [45].

Convai: Es una plataforma avanzada para interacciones de voz en tiempo real con personajes, diseñada para ofrecer una experiencia de conversación fluida y escalable. La plataforma permite transformar personajes en expertos confiables, abordando el problema de las “alucinaciones” o errores de información en modelos de lenguaje mediante la integración de una base de conocimiento específica, garantizando así respuestas más precisas [46].

Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) es un IDE gratuito y de código abierto desarrollado por Microsoft, conocido por su ligereza, versatilidad y extensibilidad [47]. Es una multiplataforma, compatible con varios proveedores de control de código fuente y herramientas de software, como GitHub [47]. Además, cuenta con una amplia documentación y una comunidad activa de usuarios, esta herramienta es muy popular para escribir, editar y depurar código de manera eficiente en diferentes sistemas operativos [47].

Lenguaje C#

Es un lenguaje de programación moderno, innovador y de código abierto, que es multiplataforma y orientado a objetos, se encuentra entre los cinco principales lenguajes de programación en GitHub. Diseñado para ser familiar a los programadores con experiencias en JavaScript, Java o C++, C# ofrece características avanzadas como seguridad de tipos, genéricos, coincidencia de patrones, programación asíncrona y registros. C# se integra estrechamente con la plataforma .NET, permitiendo el desarrollo de aplicaciones para cualquier plataforma, desde móviles hasta servidores empresariales y servicios en la nube [48].

Polycam

Polycam es una aplicación que permite escanear objetos [49]. Su diseño intuitivo facilita la captura de entornos a través de dispositivos móviles, cámaras DSLR o drones, produciendo modelos 3D de alta precisión [50]. Esta herramienta se revela como esencial para múltiples usos profesionales, que abarcan desde la creación de plano de planta y representaciones arquitectónicas hasta efectos visuales, cinematografía y arte en 3D [50].

Mixamo

Es una biblioteca de animaciones humanoides 3D de Adobe, utilizada para desarrollar movimientos realistas en personajes de videojuegos o simulaciones [51]. Proporciona animaciones como caminar, caer, y sentarse, las cuales han sido creadas con tecnología de captura de movimiento y actores profesionales [51]. Estas animaciones se exportan en formato FBX, permitiendo integrarse en plataformas como Unity, donde pueden ajustarse para mejorar la fluidez en entornos interactivos y simulaciones [51]. Además, Mixamo incluye datos específicos de poses para transferir movimientos entre diferentes personajes [52].

Ready player me

Es una herramienta para generar avatares a partir de fotografías. Integrada con Unity, facilita la creación de múltiples avatares personalizados y de género opuesto. Permite ajustar características como el movimiento de la boca para mejorar la encarnación del avatar. Para avatares no personalizados, se usaron fotos de rostros masculinos y femeninos, seleccionando los colores de cabello y ojos más comunes. Para avatares personalizados, se emplearon fotos de los participantes, ajustando los rasgos faciales para una mayor similitud [53].

Materialize

Es una herramienta independiente diseñada para crear y gestionar materiales para juegos a partir de imágenes. Permite generar texturas como altura, metálico, suavidad, normal y oclusión a partir de una imagen difusa o mediante la importación y conversión de texturas existentes; esta herramienta facilita la creación de mosaicos sin problemas y soporta el guardado y carga en diversos formatos, además de ofrecer automatización de procesos mediante comandos XML. Materialize ha sido utilizada en la colección Uncharted para actualizar materiales ambientales, destacándose por su capacidad para generar rápidamente texturas de alta calidad [54].

Adobe Photoshop

Adobe Photoshop es un software creativo utilizado para una amplia variedad de tareas como pintura, ilustración, diseño y manipulación fotográfica. Desarrollado por Adobe

Inc., se destaca por sus herramientas avanzadas y versatilidad, siendo esencial para profesionales en diseño gráfico, fotografía, publicidad, arte digital y producción multimedia. Con su capacidad para poder realizar retoques, ajustes de color y efectos especiales, Photoshop se ha convertido en un estándar de la industria para la creación y edición de imágenes digitales [55].

1.4. Antecedentes Contextuales

En este trabajo consiste en desarrollar un prototipo de Metaverso de la Universidad Técnica de Machala en la Facultad de Ciencias Agropecuarias con las herramientas digitales Blender y la plataforma de Unity para que la comunidad estudiantil de la UTMACH, pueda explorar la infraestructura de una manera virtual.

Datos Informativos de la Facultad

Ubicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias:

En la Figura 7 muestra la ubicación geográfica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

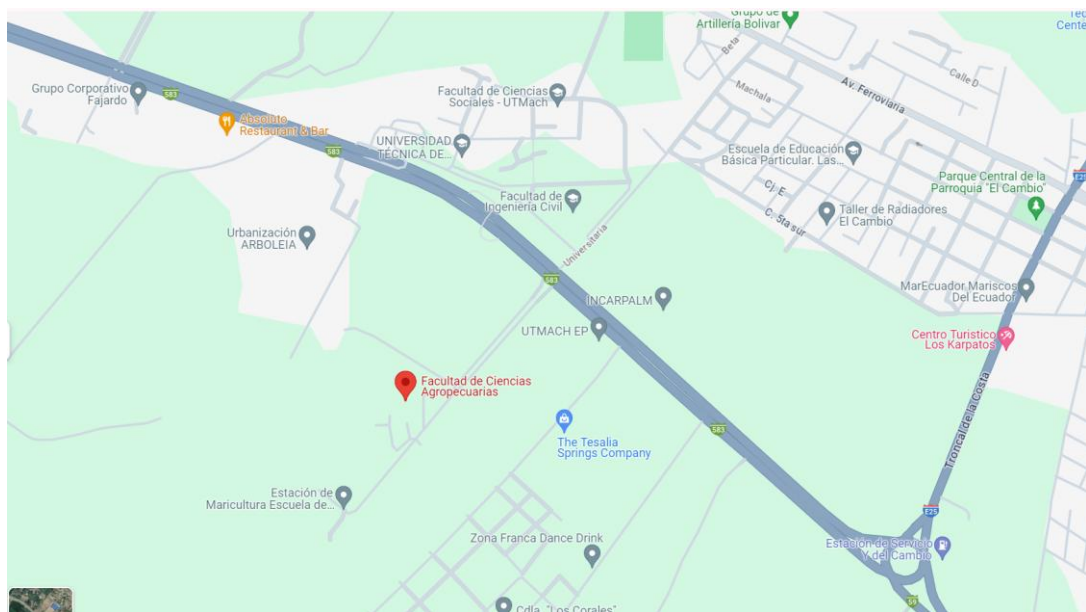


Figura 7: Antecedentes contextuales (Ubicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH)

Fuente: [56]

Nombre del Decano: Dr. Iván Eduardo Ramírez Morales, PhD.

Nombre del SubDecano: Ing. Abraham Cervantes Álava, Mg. Sc.

Carreras que ofrecen:

- Acuicultura
- Agronomía
- Medicina Veterinaria

En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala [1], cuenta con un total de 1725 estudiantes. En la Figura 8 presenta la distribución de los estudiantes en las diferentes carreras ofrecidas por la facultad, representada mediante un gráfico de barras.

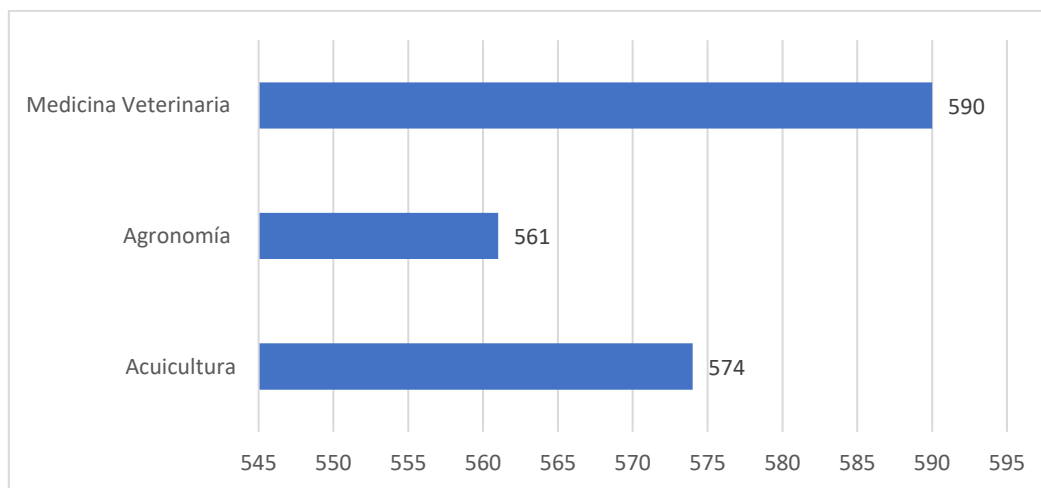


Figura 8: Cantidad de estudiantes en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH

Delimitaciones del Proyecto

Las autoridades encargadas del proyecto institucional del Metaverso UTMACH han facilitado los planos que definen las áreas específicas asignadas a cada equipo que participa en el desarrollo del metaverso. La Figura 9 presenta los planos proporcionados. Este proyecto de titulación se enfocará en el desarrollo de un prototipo de metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, siguiendo los límites establecidos en el plano.



Figura 9: Planos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

1.4.1. Ámbito de aplicación

Este proyecto del Metaverso UTMACH está diseñado para mejorar la familiarización de las instalaciones por parte de los estudiantes. Este metaverso está destinado inicialmente

a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, quienes podrán explorar virtualmente las instalaciones mediante un entorno virtual desarrollado con Blender y Unity.

1.4.2. Establecimiento de requerimientos

En la Tabla 4 se menciona los requerimientos y su funcionalidad dentro del prototipo.

Tabla 4: Establecimiento de requerimientos

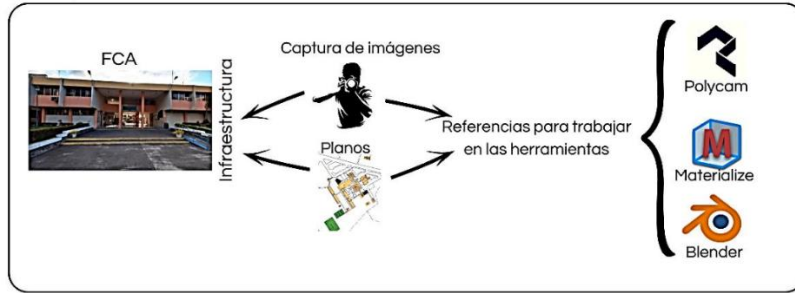
Requerimiento	Descripción Detallada	Prioridad
Captura de Imágenes y planos de las instalaciones	Capturar imágenes y obtener los planos de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Estas imágenes servirán como base para el modelado 3D y los planos para la ubicación de cada modelado 3D.	Alta
Modelado 3D	Utilizar las imágenes capturadas para realizar el modelado 3D de las instalaciones en Blender. Este modelado debe ser detallado y preciso, reflejando la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.	Alta
Diseño del Avatar	Crear el avatar utilizando la herramienta Ready Player Me, que luego será integrada en Unity. El avatar permitirá al usuario explorar el entorno virtual.	Alta
ChatBot	Integrar un ChatBot en un NPC para que brinde información relevante sobre la Facultad de Ciencias Agropecuarias dentro del entorno virtual.	Alta
Scripts	Desarrollar scripts para gestionar un menú principal y los cambios de escenas dentro del entorno virtual. Estos scripts deben asegurar transiciones fluidas.	Alta
Pruebas y Validación	Realizar pruebas del entorno virtual para asegurar su funcionalidad. La validación se llevará a cabo mediante encuesta y análisis estadísticos de los datos recogidos.	Alta

2. CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

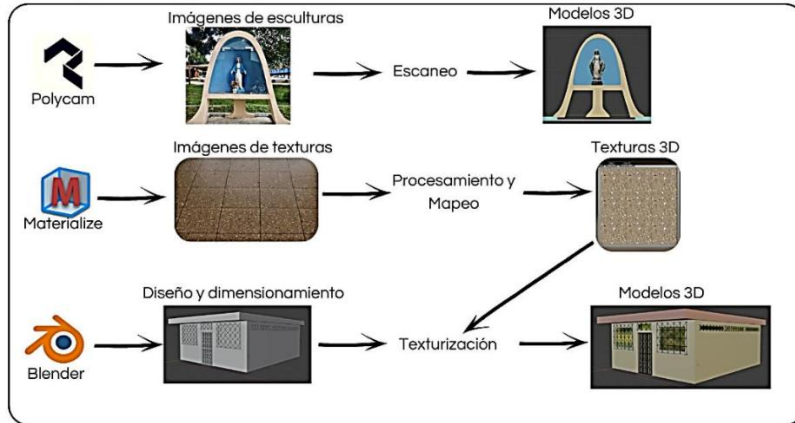
2.1. Definición del prototipo

El desarrollo del prototipo del Metaverso UTMACH se llevará a cabo utilizando tecnologías como Blender y Unity. Estas herramientas son fundamentales para la creación de un entorno virtual. La Figura 10 presenta el diseño del prototipo.

Etapa N°1: Recolección de datos de Referencia.



Etapa N°2: Modelos 3D.



Etapa N°3: Integración de componentes.

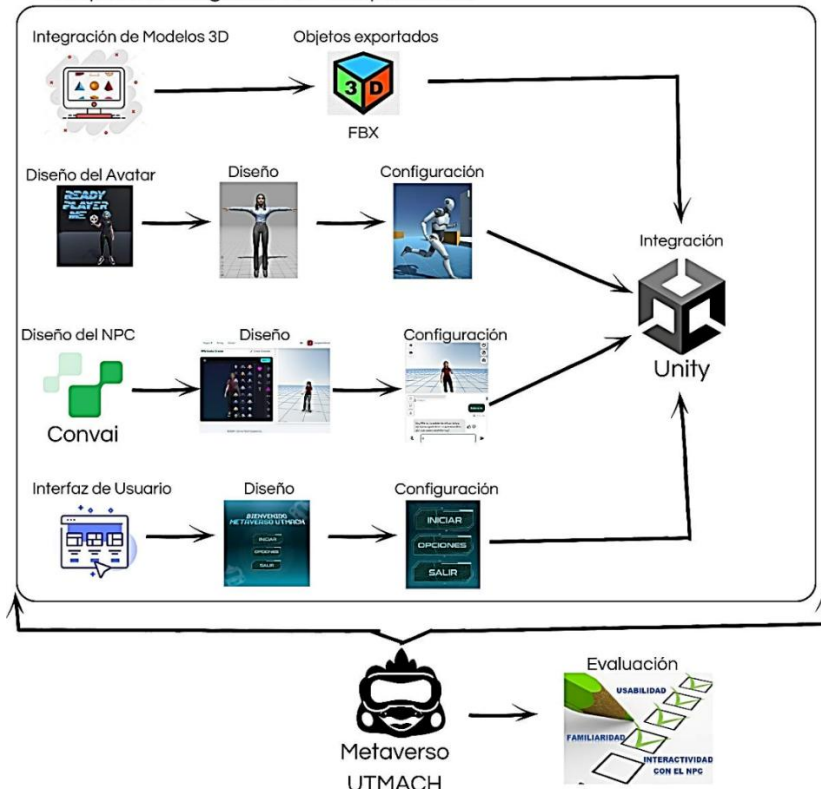


Figura 10: Diseño del prototipo

Recolección de datos de referencia: Se capturarán imágenes detalladas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, las cuales servirán como referencia para la creación de los

modelos 3D. Además, se obtendrán los planos de la facultad para determinar con precisión la ubicación y disposición de cada bloque.

Modelos 3D: Con la ayuda de la aplicación Polycam se procederá a escanear las estatuas existentes ubicadas en las instalaciones de la facultad. Las texturas 3D se generarán utilizando la herramienta Materialize. Este enfoque permitirá que los modelos 3D se asemeje lo más posible a la realidad. Con las imágenes y planos recopilados, se procederá a la creación de los modelos 3D de la facultad de Ciencias Agropecuarias utilizando la herramienta Blender. La precisión en la ubicación de cada bloque se garantizará gracias a los planos.

Integración de componentes: Los modelos 3D será integrado en la plataforma Unity utilizando el formato FBX. Para el diseño del avatar, se utilizará la herramienta Ready Player Me, lo que permitirá a los estudiantes explorar la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Además, se incorporará un NPC con la API de Convai, que brindará información de la facultad a los estudiantes. Se diseñará y programará una interfaz de usuario. Además, para mejorar la experiencia de los estudiantes se desarrollarán scripts en C# que gestionarán los cambios de escena, garantizando una exploración agradable. Finalmente, se realizarán pruebas para evaluar la efectividad del prototipo en términos de usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización de las instalaciones.

2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Este trabajo adopta un enfoque cuantitativo para evaluar cómo el desarrollo de un prototipo de Metaverso mejora la experiencia de exploración de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Para ello, se analizarán variables como usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización, utilizando encuestas dirigidas a los estudiantes.

En términos de alcance, este trabajo comenzará como exploratorio y evolucionará hacia uno descriptivo. En la fase inicial, se llevará a cabo una revisión bibliográfica sobre el metaverso y el desarrollo de entornos virtuales para comprender el estado actual de esta tecnología y sus aplicaciones educativas. Posteriormente, el estudio adoptará un alcance descriptivo para proporcionar un análisis detallado de las variables mencionados, mediante encuestas y análisis estadísticos de los datos recopilados.

El diseño adoptado para este estudio es cuasi-experimental, debido a que se desarrollará un prototipo de Metaverso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Este diseño permitirá analizar cómo las variables de usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización influyen en la experiencia de los estudiantes al explorar virtualmente las instalaciones de la facultad.

2.2.2. Unidades de análisis

Población (universo)

Se seleccionó como población a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. La población se segmentó por carrera, considerando a todos los estudiantes matriculados en las diferentes carreras ofrecidas por la facultad durante el periodo. En la Tabla 5 se muestra la cantidad de los estudiantes de cada carrera.

Tabla 5: Unidades de Análisis Población

Estimación de la población en el período 2024-E2	
Estudiantes que comenzaron oficialmente clases en la carrera:	Cantidad
Acuicultura	574
Agronomía	561
Medicina Veterinaria	590
Total, de estudiantes	1725

Muestra

En este estudio se determinó trabajar con una muestra de 30 estudiantes, respaldada por las recomendaciones metodológicas de Jakob Nielsen [57]. Según este autor, una muestra pequeña, de entre 5 y 20 usuarios, permite identificar de manera eficiente entre el 80% y el 95% de los problemas de usabilidad en sistemas interactivos, gracias a la repetición de patrones comunes entre los participantes.

Si bien un análisis estadístico, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5, sugiere un tamaño de muestra ideal de 315 participantes para una población de 1725 estudiantes, aplicar este criterio requeriría una cantidad de tiempo considerable, lo que no resulta viable dentro de las limitaciones temporales del presente estudio. Por ello, se optó por una muestra de 30 estudiantes, dado que este enfoque es

más ágil, pero igualmente efectivo, fundamentado en la experiencia previa documentada por Nielsen.

2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para esta investigación se utilizará la técnica de recolección de datos mediante observación y encuesta, tal como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Imágenes fotográficas.
Encuesta	Encuesta realizada en Microsoft Forms.

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

Para analizar los resultados de la encuesta aplicada, se utilizará un análisis descriptivo con el objetivo de obtener una visión general de las variables de usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización en el metaverso dentro de la comunidad estudiantil. Los resultados se presentarán mediante gráficos de barras, facilitando así la interpretación y presentación de los datos.

2.2.5. Metodología o métodos específicos

Durante el desarrollo de la investigación, se utilizará la metodología SCRUM como guía principal para el desarrollo del prototipo del metaverso.

En la primera fase del **Product Backlog**, se han identificado y priorizado las características que tendrá nuestro prototipo de metaverso, incluyendo la navegabilidad en la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

En la segunda fase **Sprint Planning**, se establecerán las tareas a cada miembro del equipo, tales como la captura de imágenes de las instalaciones de la Facultad y el desarrollo de los modelos 3D.

En la fase de **The Sprint**, nos reuniremos semanalmente para discutir el progreso y los obstáculos del prototipo, trabajando con los modelos 3D y en los scripts. Al finalizar el Sprint, presentaremos los avances del prototipo al equipo para recibir sugerencias sobre la precisión de los modelos 3D y la usabilidad de la interfaz.

En la fase **Review**, se llevará a cabo una reunión de revisión con el propósito de presentar los avances del prototipo y recibir sugerencias para las correcciones necesarias.

Finalmente, repetiremos todas las fases según sea necesario para asegurar que nuestro prototipo se adapte a los cambios y mejore continuamente con la retroalimentación recibida.

2.2.6. Herramientas y/o Materiales

Se pueden observar en la Tabla 7 las herramientas y/o materiales empleados para realizar el prototipo de Metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Machala.

Tabla 7: Herramientas y Materiales

Clasificación	Herramientas y/o materiales
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Blender • Blenderkit • Unity • Unity Hub • Visual Studio Code • Polycam • Mixamo • Ready Player Me • Materialize • Adobe Photoshop
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenador Portátil
Lenguaje de programación	<ul style="list-style-type: none"> • C#
Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes de las instalaciones de la Facultad de Ciencia Agropecuaria.

2.3. Desarrollo del prototipo

Metodología SCRUM

FASE 1: Product Backlog

En esta fase, se realizaron una serie de actividades colaborativas para definir de manera precisa los requisitos del proyecto y establecer un plan de acción estructurado y manejable.

Identificación de Funcionalidades y Características:

El equipo de desarrollo junto con los representantes del proyecto llevó a cabo reuniones (**ver Anexo 1**) para determinar las funcionalidades esenciales del metaverso. Las funcionalidades identificadas son las siguientes.

- Creación de los modelos 3D de la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Desarrollo de un avatar de manera que se desplace fluidamente por las instalaciones.
- Incorporar un NPC para que brinde información de la Facultad.
- Implementación de scripts para el cambio de escenas.

FASE 2: Sprint Planning

En esta fase se proporcionaron las tareas específicas asignadas a cada miembro del equipo para el desarrollo del prototipo del Metaverso UTMACH, tal como se detalla en la Tabla 8. Esta planificación es importante para garantizar un progreso organizado y eficiente para los objetivos del proyecto.

Tabla 8: Definición de las Tareas

Definición de las Tareas		
Categoría	Responsable	Actividades
Capturas de Imágenes y Planos	Equipo Fotográfico	Se realizarán las capturas de imágenes y se obtendrán los planos de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con el fin de guiar el desarrollo de los modelos 3D.
Texturización y Escaneos 3D	Equipo de Diseño Gráfico	Se aplicarán herramientas como Materialize para texturizar modelados 3D, y la aplicación Polycam para escanear estatuas existentes en la facultad.
Modelos 3D	Equipo de Modelado 3D	Se utilizará Blender para crear la infraestructura tridimensional de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se diseñarán membretas en Photoshop para identificar áreas clave como aulas y laboratorios.
Avatar	Equipo de Diseño Gráfico	Se creará el avatar utilizando Ready Player Me y con la ayuda de la herramienta Mixamo para realizar la pose en T para integrarlo a Unity, permitiendo así la exploración del entorno virtual.
Integración	Equipo Evaluador	Se integrarán todos los modelos 3D en la plataforma Unity para realizar pruebas y corregir errores o

		inconsistencias en el funcionamiento del prototipo.
ChatBot	Equipo de Diseño Gráfico - Programación	Se usará una API de Convai, que permite que el NPC brinde información sobre la facultad a los estudiantes mediante conversaciones naturales, escuchando y respondiendo a preguntas con voz natural.
Programación	Equipo de Programación	Se desarrollarán scripts en C# para gestionar un menú principal y los cambios de escena dentro de la plataforma Unity.

En la Tabla 9 presenta los aspectos claves que se considerarán durante los sprints de desarrollo.

Tabla 9: Características del Sprint

Características del Sprint	
Duración del Sprint	Se estableció que la duración de cada sprint sería de dos semanas, con revisiones semanales para evaluar el avance del proyecto.
Objetivos Semanales	Se definieron metas específicas para cada semana, tales como completar un determinado porcentaje de los modelos 3D.
Reuniones Semanales	Se programaron reuniones semanales para revisar el progreso de cada equipo, abordar los desafíos encontrados y ajustar las tareas según fuera necesario.

En la Tabla 10 se muestra como está compuesto el equipo SCRUM.

Tabla 10: Equipo SCRUM

CONFORMACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO	
PRODUCTO OWNER	
Jorge Luis Armijos Carrión	
EQUIPO SCRUM	
Nº	NOMBRES
1	Milena Angelica Astudillo Ramírez
2	Jean Pierre Estrada Diaz

FASE 3: Sprint

Durante esta fase, se llevaron a cabo las actividades planificadas para el avance en la creación del metaverso. Cada sprint tuvo una duración de dos semanas, lo que facilitó iteraciones rápidas y la obtención de retroalimentación continua. A continuación, se describe el desarrollo de cada tarea:

- **Capturas de imágenes y planos:** Se solicitó a las autoridades el permiso para capturar las imágenes de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, tanto de las áreas externas como internas de cada departamento, y se solicitaron los planos de la facultad para la ubicación de cada bloque. Estas

imágenes se compilaron en un dataset como se puede observar en la Figura 11, que sirvió como base para proceder con los modelos 3D en Blender.

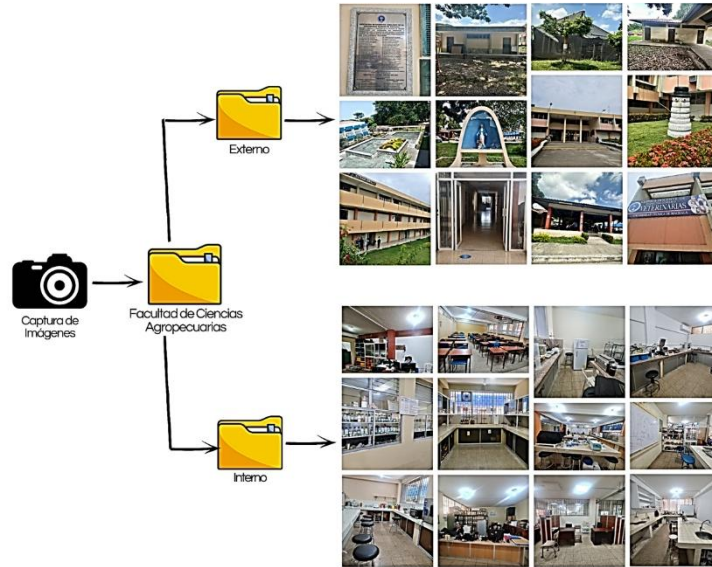


Figura 11: Capturas de Imágenes

- Escaneos 3D:** Para escanear las estatuas existentes en las instalaciones, se utilizó la aplicación Polycam. Este proceso se llevó a cabo mediante un dispositivo móvil con dicha aplicación, capturando varias imágenes del objeto desde diferentes ángulos para obtener el máximo detalle posible. Polycam procesa estas imágenes y las convierte en un modelo 3D, que incluye texturas y geometrías que representan al objeto original. Una vez generado, el modelo 3D se exporta con el formato FBX compatible con Blender. En la Figura 12 se muestra el proceso del escaneo del objeto.

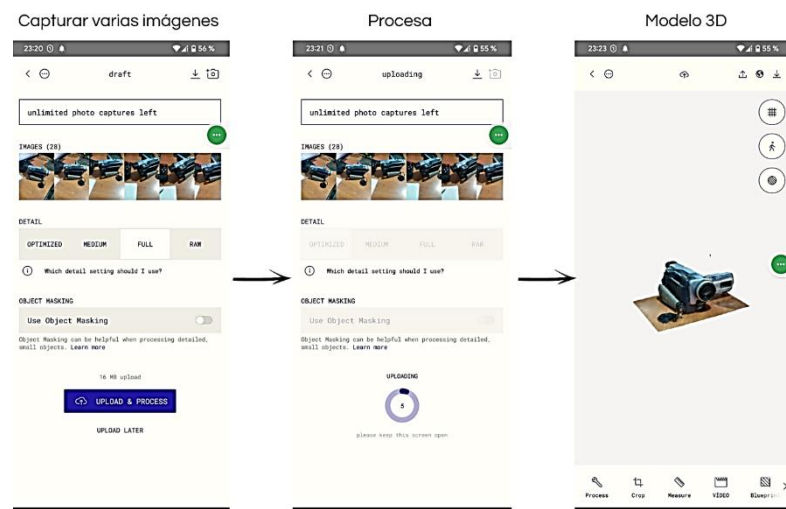


Figura 12: Proceso de Escaneo con Polycam

En la Figura 13 se muestran los modelos 3D que contribuyeron a que la infraestructura de la facultad se vea lo más realista posible.

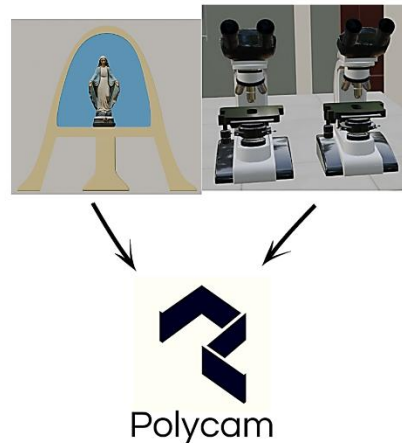


Figura 13: Estatuas escaneado con Polycam

- **Texturización:** Para que los objetos tridimensionales se asemejen a la realidad, se crearon texturas 3D utilizando la herramienta Materialize. Esta herramienta convierte las imágenes en texturas 3D compatibles con Blender y Unity. En la Figura 14, se muestra el proceso de elaboración de textura 3D para lograr el mayor realismo posible. Primero, se exportó la imagen a Materialize, lo cual permitió añadir características como rugosidad, relieve y sombra. Luego se crearon diferentes imágenes de la textura 3D con sus respectivas características, como el Height Map, que define la variación de altura de una superficie; el Diffuse Map, que define el color y apariencia; y el Normal Map, que simula detalles de la superficie. Finalmente, en Blender, se emplearon nodos para aplicar la textura 3D a los objetos, asegurando que no haya inconvenientes al integrarlos en la plataforma Unity.

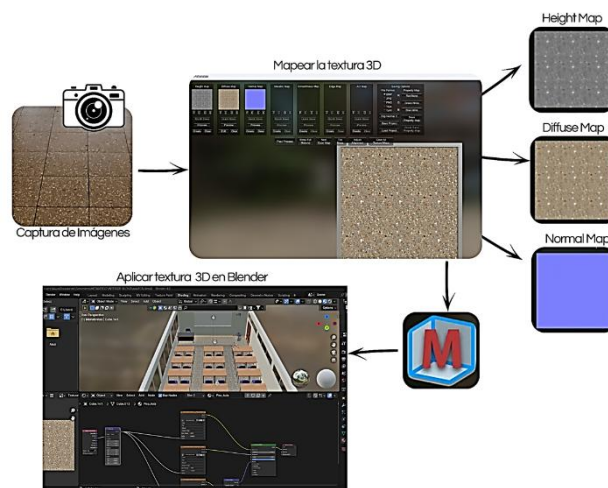


Figura 14: Texturas 3D

- **Modelo 3D:** Utilizando las imágenes capturadas en la primera tarea, se procedió a crear la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias mediante el uso de la herramienta Blender.

Para crear una estructura en Blender, es fundamental guiarnos por la imagen capturada previamente. En este ejemplo, se tomó como referencia la Figura 15 para proceder a modelar el objeto en 3D.



Figura 15: Imágenes capturadas

En la herramienta Blender, se crea un plano como paso inicial para modelar la casa en 3D. Para crear un plano, se utiliza la combinación de teclas “**Shift + A**”. En la Figura 16 se muestran los diversos objetos que se pueden crear en Blender, en este caso, se selecciona “**Plane**”.

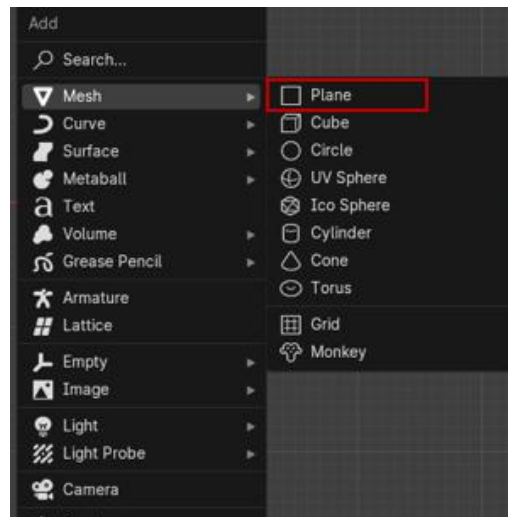


Figura 16: Objetos en Blender

Una vez creado el plano, se puede ajustar su tamaño utilizando la tecla “**S**”. En la Figura 17 se muestra el plano ajustado al tamaño, lo cual permite continuar con el modelado de la casa en 3D.



Figura 17: Creación del plano

Posteriormente, se coloca el objeto en modo de “**Edit Mode**” y se selecciona la herramienta “**Loop Cut**” para realizar cortes en el plano. Estos cortes permiten extruir el plano que se explicará en el siguiente paso. En la Figura 18 se aprecia el plano con los cortes realizados.

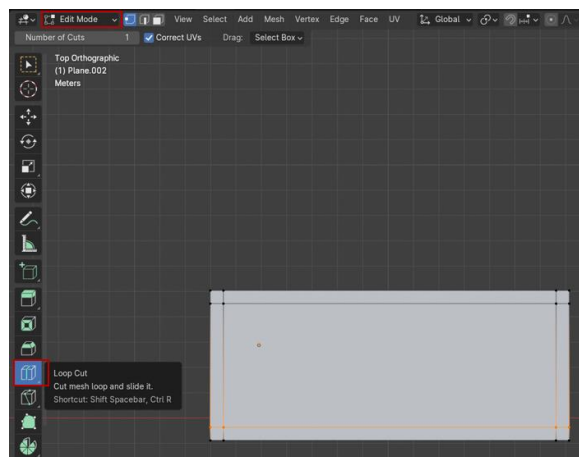


Figura 18: Cortes con Loop Cut

A continuación, se selecciona la herramienta “**Extrude Manifold**” para extruir las caras del plano y obtener la forma en 3D. En la Figura 19 se observan las caras extruidas del plano.

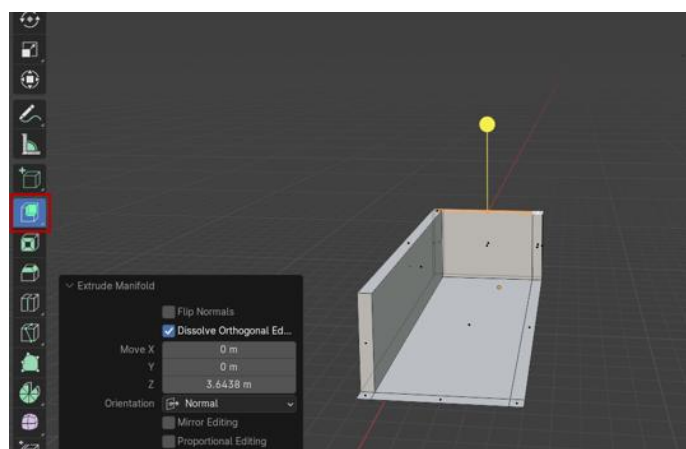


Figura 19: Extruir Caras

Posteriormente, se procede a aplicar color a las paredes para que se asemejen a la imagen de referencia. En la Figura 20 se presenta el plano con los colores, replicando la apariencia de la casa real.

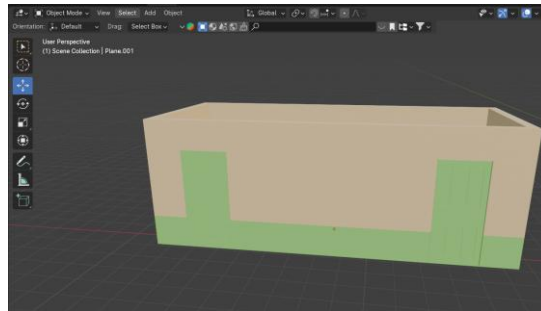


Figura 20: Plano con Color.

Utilizando una variedad de objetos como cubos y planos, es posible modelar elementos arquitectónicos como ventanas, puertas y techos. Esta técnica permite continuar la construcción de la casa en 3D, logrando una apariencia lo más realista posible. En la Figura 21 se puede apreciar el resultado final, que incluye los detalles añadidos (ventanas, techo, puertas) en la fachada frontal y posterior.

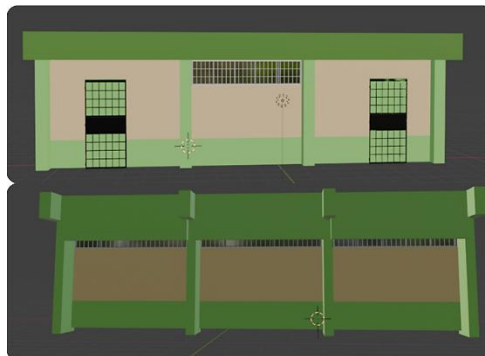


Figura 21: Modelo 3D en Blender

En la Figura 22 se presenta una comparación entre la imagen real y el modelo en 3D de la casa.



Figura 22: Comparativa

Una vez explicado cómo se crea un objeto en 3D, se procedió a modelar la parte exterior e interior de la facultad; en la Figura 23 se aprecia el resultado del modelo 3D de la parte exterior.



Figura 23: Modelos 3D de la parte exterior

En la Figura 24 se muestra los modelos 3D de la parte interior de las instalaciones de la facultad.



Figura 24: Modelos 3D de la parte interior

Posteriormente, se crearon las membretas en Photoshop para identificar áreas clave como aulas y laboratorios. En la Figura 25 se pueden observar las membretas utilizadas para identificar las diferentes áreas de la facultad.



Figura 25: Membretas

- **Avatar:** Para crear el avatar, se utilizó la herramienta Ready Player Me. Primero se exportó una foto de un integrante del equipo para que el avatar tenga una apariencia similar a la persona. En la Figura 26 se puede apreciar la creación del avatar a partir de la foto.



Figura 26: Creación de Avatar con Ready Player Me

Posteriormente, se importa el avatar descargado desde la herramienta Ready Player Me a Blender, con el objetivo de extraer sus texturas y preparar su importación en Mixamo. En Mixamo, se obtiene la pose en T, necesaria para su integración en Unity. En la Figura 27 se muestra el avatar en la pose T, listo para ser descargado en formato FBX compatible con Unity.

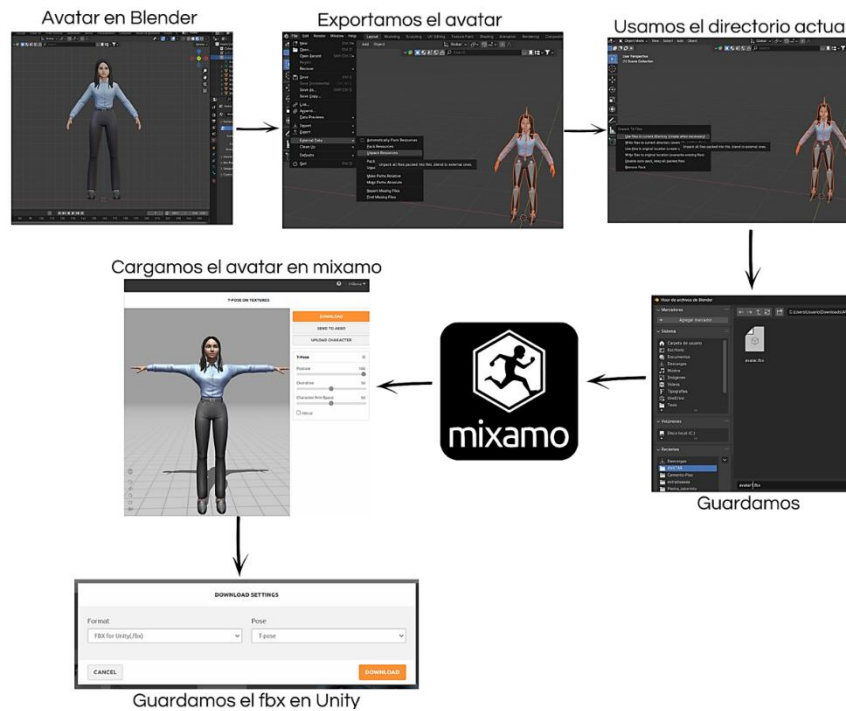


Figura 27: Avatar descargado de Mixamo

- **Avatar en Unity:** Se comenzó creando un nuevo proyecto en Unity, seleccionando la plantilla 3D y asignando un nombre apropiado. Luego, para implementar el movimiento del avatar, se importó algunos paquetes, toda esa configuración y proceso se detalla (**ver Anexo3**).

Posteriormente, se incorporaron un Player Armature y una Player Follow Camera con el componente CinemachineBrain, se verificó el movimiento correcto del Player Armature en el terreno. En la Figura 28 se muestra cómo importamos el avatar 3D previamente creado, se aplicó textura y se configuró como humanoide. Este avatar se colocó sobre el Player Armature existente, moviendo el archivo del avatar dentro del Player Armature. Finalmente, se eliminó la geometría y el esqueleto original del Player Armature y se comprobó el movimiento del avatar.

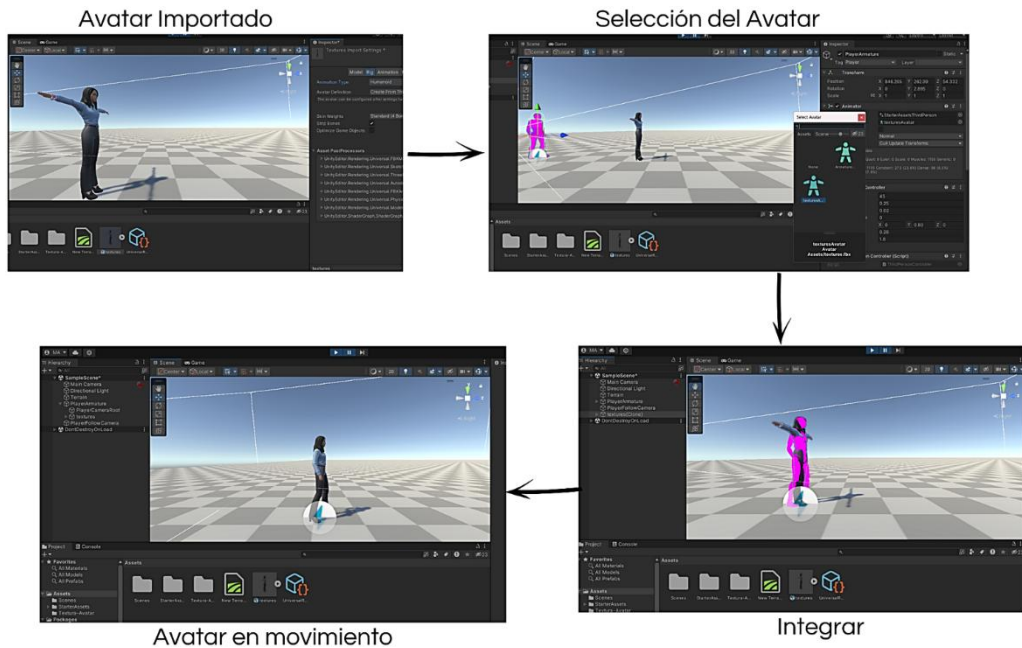


Figura 28: Avatar en movimiento en Unity

- Integración:** Los modelos 3D creados en Blender se exportaron en formato FBX para asegurar la compatibilidad de las texturas en Unity. En la Figura 29 se muestra el proceso de exportación en formato FBX.

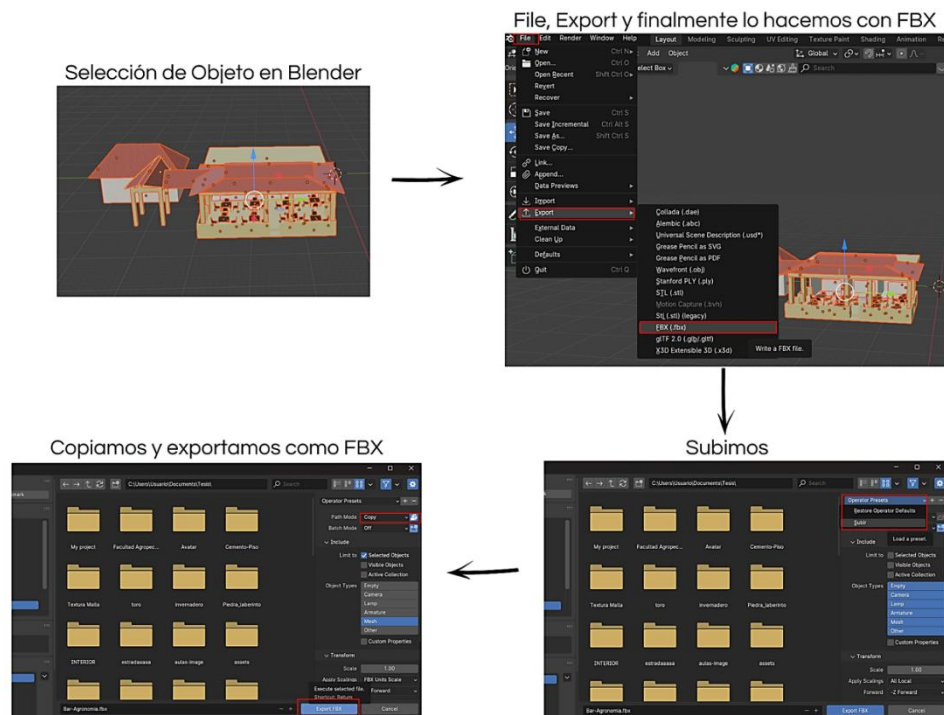


Figura 29: Exportar con formato FBX

En la plataforma Unity, se añaden los archivos FBX y se extraen las texturas y materiales del modelo 3D. En la Figura 30 se muestra el proceso para extraer las texturas y materiales.

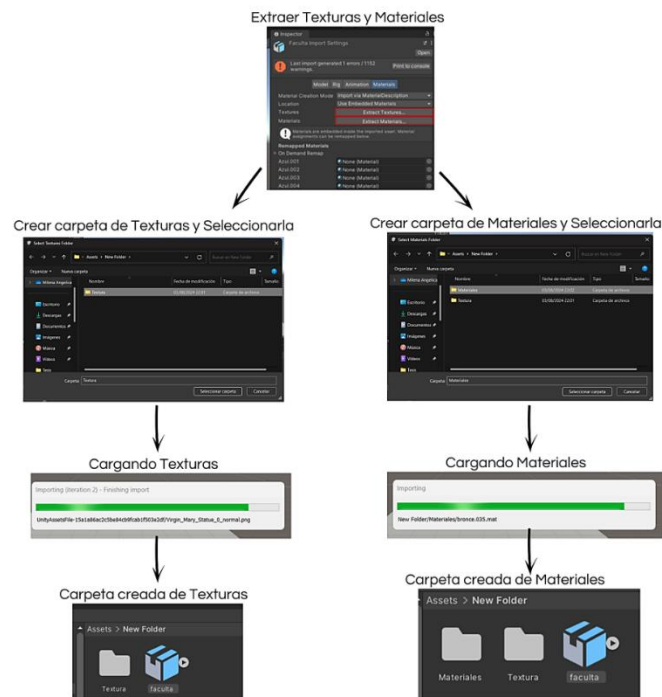


Figura 30: Extracción de Texturas y Materiales

A continuación, se arrastra el modelo a la escena ya creada anteriormente en el proceso del avatar. En la Figura 31 se puede observar la infraestructura implementada en Unity, con sus respectivas texturas.



Figura 31: Infraestructura implementada en Unity

- ChatBot:** Para incorporar el NPC, se inicia con la integración del paquete NPC AI Engine - Dialog, actions, voice and lipsync - Convai, desde el Asset Store de Unity. Una vez descargado desde la sección de My Assets, se importa al proyecto, asegurándose de instalar todas las dependencias necesarias. Tras completar este paso, se despliega un mensaje de bienvenida que confirma la correcta instalación. En caso de presentar un error relacionado con la textura, se recurre a TextMeshPro y seleccionamos en Import TMP Essential Resources. Posteriormente, se establece la conexión con la cuenta de Convai configurada

previamente (ver Anexo 4), ingresando el API Key correspondiente en la sección Account y guardando los cambios para activar la integración. Finalmente, el Character Importer facilitará la incorporación del personaje creado en Convai, copiando y utilizando el ID asignado al avatar durante su configuración. En la Figura 32 se muestra el proceso de la configuración del NPC en Unity.

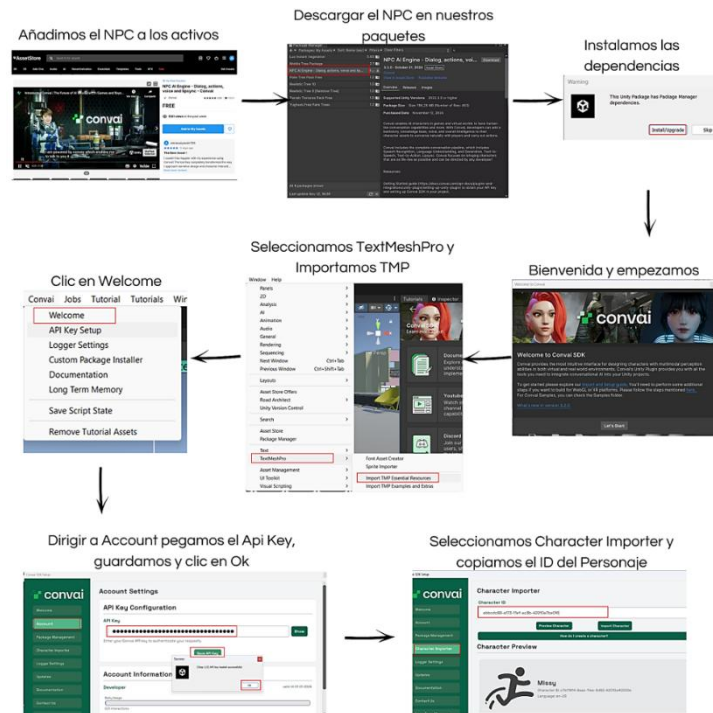


Figura 32: Proceso de la configuración del NPC en Unity

- **Programación:** Se creó un script para un menú principal, el cual permite a los estudiantes realizar acciones como iniciar o salir del entorno virtual. Para gestionar los cambios de escena y proporcionar una experiencia agradable al explorar las instalaciones de la facultad, se desarrollaron scripts en C#.

Menú Principal: Se desarrolló una interfaz intuitiva que permite a los estudiantes acceder, opciones y salir del metaverso. Para crear el menú, se diseñaron una imagen de fondo y los botones utilizando la herramienta Photoshop, los cuales fueron exportados a la plataforma Unity. Posteriormente, se añadieron objetos de tipo Button, se le asignaron las imágenes correspondientes para lograr un menú más intuitivo. Finalmente, se agregó un script (ver en Anexo 5) a cada botón para que habilitara sus respectivas acciones. En la Figura 33 se muestra el proceso de creación del menú principal.

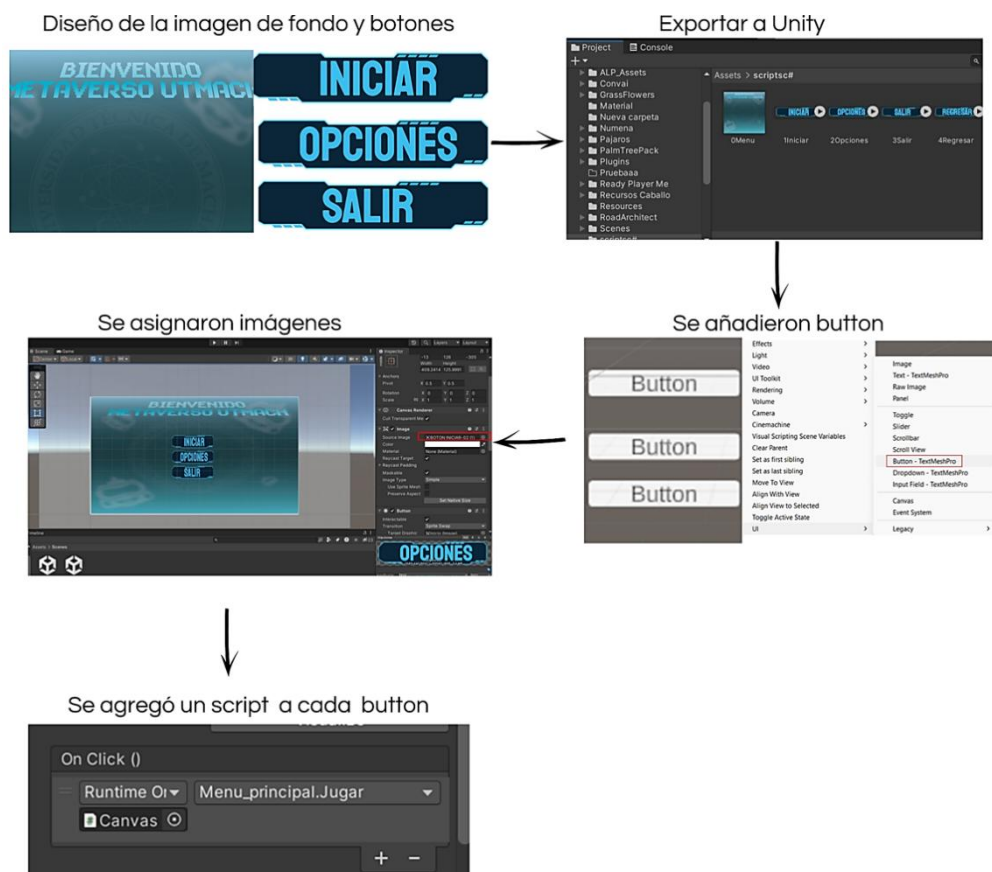


Figura 33: Creación del Menú Principal

- Cambio de Escenas:** Para configurar el cambio de escena, arrastramos MainCamera y PlayerFollowCamera dentro del PlayerArmature, añadiéndoles un capsule Collider. Luego se asignó el script PlayerScript (**ver Anexo 6**) a PlayerArmature y, en Project Settings, bajo la sección de Physics, se activó la opción Auto Sync Transforms para asegurar una sincronización precisa. Para añadir la función de cambio de escena, se creó un cubo que funcionará como área de detención, al cual se le añadió un Capsule Collider configurado como Is Trigger. Este cubo fue renombrado como Zona1, y se le incorporó el script ScenaExit (**ver Anexo 7**) con los parámetros necesarios para activar la transición de escena. En la Figura 34 podemos observar el proceso para realizar una parte del cambio de escena.

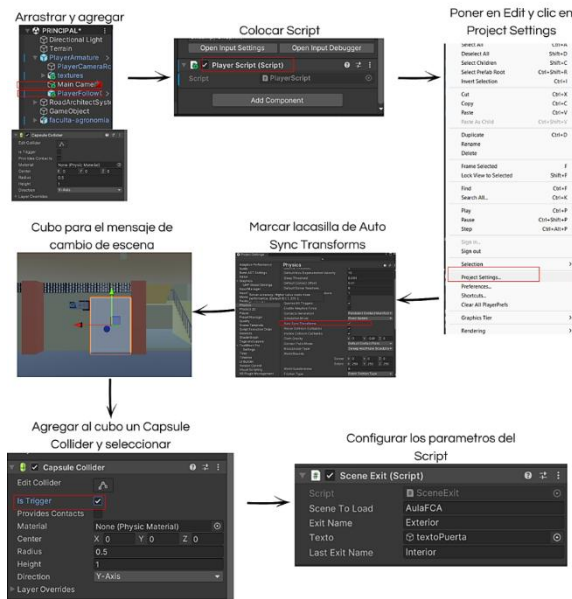


Figura 34: Proceso de cambio de Escenas

Después, se procedió a crear una nueva escena en la que se importó el mismo objeto y se replicaron los pasos anteriores para configurar el cubo de detención. En la sección Scenes In Build de File, se añadió esta nueva escena para que cargue automáticamente durante la ejecución. Al pasar por la zona de detención en el prototipo, se muestra un mensaje en pantalla que indica “**Presione E**”, permitiendo que, al presionar esta tecla, el sistema active el cambio de escena. En la Figura 35 podemos ver cómo va finalizando así la configuración de cambio de escena.

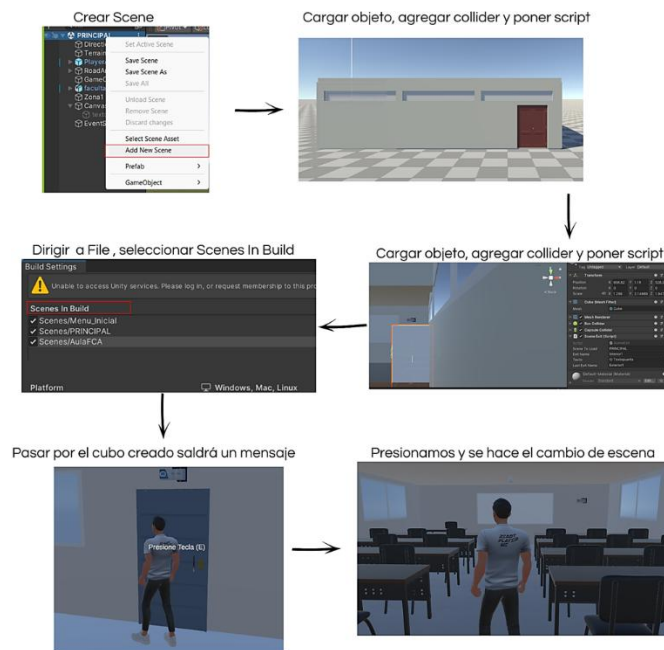


Figura 35: Configuración de cambio de escena

En la Figura 36 se observa el interior del Salón Auditorio.



Figura 36: Interior del Salón Auditorio

FASE 4: Review

Se realizó una reunión de revisión con todos los miembros del equipo y los responsables del proyecto al concluir cada sprint (**ver Anexo 2**), con el propósito principal de evaluar los avances en el desarrollo del Metaverso UTMACH y recibir retroalimentación constructiva para efectuar ajustes y mejoras. El proceso de revisión se estructura de la siguiente manera:

Presentación de Avances:

- **Modelos 3D.-** Se presentaron los modelos 3D de los edificios de la facultad, desarrollados en Blender. Estos modelos destacan el nivel de detalle.
- **Integración en Unity.-** Los modelos 3D fueron integrados con éxito en Unity; se integró un avatar para que el usuario pueda explorar las instalaciones de la facultad. Además, se presentó un menú principal.
- **Incorporación del NPC.-** Se implementó un NPC en Unity, para proporcionar información relevante sobre la facultad. Este personaje no jugable mejora la interacción del usuario.

2.4. Ejecución del prototipo

Al ejecutar el prototipo, se presenta inicialmente un video de carga que introduce al usuario al metaverso. Posteriormente, se presenta un menú principal en el que los estudiantes podrán seleccionar botones como iniciar, opciones o salir del metaverso. En la Figura 37 se muestra el proceso de ejecución del prototipo del metaverso.



Figura 37: Ejecución del prototipo

Cuando el usuario haga clic en el botón “**Opciones**”, se desplegará un panel que permitirá personalizar diversas configuraciones del metaverso, como el brillo, el volumen y la calidad de imagen. Estas opciones están diseñadas para ofrecer una experiencia ajustada a las preferencias del usuario. En la Figura 38 se muestra el panel de opciones, donde se pueden observar los controles para modificar los parámetros mencionados.



Figura 38: Panel de opciones

Cuando el estudiante haga clic en el botón “Iniciar”, se presentará el metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Para mover el avatar, se deben presionar las teclas **A**, **W**, **S** y **D**. Para correr, el usuario debe mantener pulsada la tecla **SHIFT** y para saltar debe pulsar la **Barra Espaciadora**. Además, en la esquina superior derecha de la pantalla, se mostrará un mini mapa que indicará la ubicación del usuario en tiempo real. De esta manera, los estudiantes podrán explorar las instalaciones de la facultad. En la Figura 39 se muestra el avatar listo para explorar las instalaciones.



Figura 39: Avatar listo para explorar en el Metaverso

En la Figura 40 se puede observar que está la mascota de la Universidad, en este caso Paky y este tiene una animación. Como podemos visualizar, está saludando.



Figura 40: Paky saludando

En la Figura 41 y Figura 42 se observa el avatar recorriendo las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Durante este recorrido, se le asignarán diversas tareas, cada una con un valor de 100 Paky Coins. A medida que el avatar cumpla con las tareas asignadas, irá acumulando Paky Conis. Además, será posible visualizar tanto la cantidad total de tareas completadas como los Paky Coins obtenidos (**ver Anexo 8**).



Figura 41: Avatar recorriendo la Facultad



Figura 42: Avatar recorriendo la Facultad

En la Figura 43 se muestra la membreta del aula en la que se encuentra el avatar.



Figura 43: Muestra de Membreta

En la Figura 44 se observa el avatar con la estatua 3D de las instalaciones.



Figura 44: Avatar junto a la estatua 3D

Cuando el usuario se acerque a una puerta, se le mostrará un mensaje en pantalla con la indicación “**Presione Tecla (E)**”. Al presionar la tecla **E**, se realizará la transición de cambio de escena, permitiendo al usuario pasar del entorno exterior al interior de las instalaciones. Este mecanismo facilita una experiencia interactiva dentro del metaverso. En la Figura 45 se muestra el proceso de cambio de escena implementado en el prototipo de metaverso.



Figura 45: Muestra de cambio de escena

Cuando el usuario se acerque al NPC, se activará un chat interactivo que permitirá hacer preguntas relacionadas con la facultad. El usuario podrá elegir entre dos opciones para interactuar:

- **Mediante el micrófono:** Manteniendo presionada la tecla “T”, el usuario podrá hablar directamente con el NPC. Al soltar la tecla, la interacción por voz finalizará automáticamente y el NPC dará la respuesta.
- **Mediante texto:** Presionando la tecla “Enter”, el usuario podrá escribir su pregunta. Una vez redactada, deberá presionar “Enter” nuevamente para enviar el mensaje y recibir la respuesta del NPC.

En la Figura 46 se muestra las dos opciones para interactuar con el NPC.



Figura 46: Opciones para interactuar con el NPC

En la Figura 47 se muestra cómo ocurre la interacción entre el usuario y el NPC.



Figura 47: Interacción entre usuario y NPC

3. CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

3.1. Plan de evaluación

1. Objetivo de la encuesta

Determinar la efectividad del prototipo del metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH en términos de:

- **Usabilidad:** Evaluar aspectos de intuición, facilidad de movilización y funcionalidad en la navegación dentro del entorno virtual.
- **Interactividad con el NPC:** Evaluar la precisión de las respuestas, la facilidad de interacción y la utilidad proporcionada por el NPC.
- **Familiarización:** Analizar el grado de reconocimiento de áreas, la similitud del entorno virtual con la facultad real y la utilidad de las tareas realizadas.

2. Participantes

- **Población:** Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.
- **Muestra:** La muestra está compuesta por 30 estudiantes al azar de diferentes carreras, siguiendo las recomendaciones de Jakob Nielsen, quien sostiene que una cantidad reducida de usuarios (entre 5 y 20) es suficiente para identificar la mayoría de los problemas de usabilidad.

3. Instrumentos y Herramientas

- **Cuestionario:** Encuesta con la herramienta Microsoft Forms.
- **Prototipo funcional del metaverso:** Accesible en modo escritorio.
- **Computadoras:** 30 computadoras (un laboratorio).

4. Tareas a realizar

Los estudiantes deberán realizar 5 tareas de forma aleatoria, las cuales son:

- Dirigirse a la Biblioteca
- Dirigirse al Decanato
- Dirigirse a la UMMOG
- Dirigirse a la Secretaria
- Dirigirse al Laboratorio Química
- Dirigirse al Laboratorio Microscopia
- Dirigirse al Laboratorio Anatomía
- Dirigirse al Salón Auditorio
- Dirigirse a la Aula B3-101
- Dirigirse a la Aula B3-106
- Dirigirse al Bar

5. Metodología

Las preguntas fueron diseñadas cuidadosamente tomando como referencias variables definidas en una matriz. Estas 3 variables están descritas en los objetivos del plan de

evaluación. Cada dimensión incluye varios indicadores vinculados a preguntas específicas, las podemos observar en la Tabla 11.

Tabla 11: Matriz con las 3 variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Preguntas de la Encuesta
Usabilidad	Navegación	1.1 Grado de facilidad para desplazarse entre las áreas	¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso?
	Funcionalidad	1.2 Grado de facilidad para utilizar las funciones básicas	¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso?
	Intuición	1.3 Nivel de intuición percibido por el usuario.	¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso?
	Interacción	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?
	Eficiencia	1.5 Percepción sobre el tiempo de respuesta de los controles del metaverso	¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones?
Interactividad con el NPC	Precisión	2.1 Nivel de precisión de las respuestas del NPC.	¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del NPC a tus consultas?

	Tiempo de respuesta	2.2 Nivel de satisfacción con el tiempo de respuesta del NPC.	¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el NPC tardó en responder a tus preguntas?
	Interacción	2.3 Grado de facilidad para interactuar con el NPC	¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el NPC para obtener la información que necesitabas?
	Utilidad	2.4 Nivel de utilidad del NPC durante la exploración.	¿Cómo calificarías la utilidad del NPC en la exploración del prototipo de Metaverso?
	Relevancia	2.5 Grado de utilidad de la información proporcionada por el NPC.	¿El NPC proporcionó información útil sobre la facultad?
Familiarización	Reconocimiento	3.1 Nivel de facilidad para reconocer áreas clave.	¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?
	Similitud	3.2 Nivel de similitud con las instalaciones reales.	¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad?

	Utilidad	3.3 Nivel de utilidad de las tareas	¿Qué tan útiles consideras las tareas asignadas dentro del metaverso para mejorar tu familiarización con las áreas de la facultad?
	Realismo	3.3 Nivel de realismo en iluminación, colores y texturas.	¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?
	Minuciosidad	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?

6. Instrumento de Evaluación: Cuestionario

Tipo de preguntas: Preguntas cerradas con la escala de Likert.

Formato: Encuesta en línea.

Duración: 15 minutos.

Estructura de la encuesta

Preguntas de la encuesta

- **Usabilidad**
 - **¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso?** Escala 1 (Muy difícil) - 5 (Muy fácil)
 - **¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso?** Escala 1 (Muy difícil) - 5 (Muy fácil)
 - **¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso?** Escala 1 (Nada intuitivo) - 5 (Muy intuitivo)

- **¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles?** Escala 1 (Muy difícil) - 5 (Muy fácil)
- **¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones?** Escala 1 (Totalmente en desacuerdo) - 5 (Totalmente de acuerdo)
- **Interactividad con el NPC**
 - **¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del NPC a tus consultas?** Escala 1 (Nada precisas) - 5 (Muy precisas)
 - **¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el NPC tardó en responder a tus preguntas?** Escala 1 (Muy insatisfecho) - 5 (Muy satisfecho)
 - **¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el NPC para obtener la información que necesitabas?** Escala 1 (Muy difícil) - 5 (Muy fácil)
 - **¿Cómo calificarías la utilidad del NPC en la exploración del prototipo de Metaverso?** Escala 1 (Nada útil) - 5 (Muy útil)
 - **¿El NPC proporcionó información útil sobre la facultad?** Escala 1 (Nada útil) - 5 (Muy útil)
- **Familiarización**
 - **¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?** Escala 1 (Muy difícil) - 5 (Muy fácil)
 - **¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad?** Escala 1 (Nada parecido) - 5 (Muy parecido)
 - **¿Qué tan útiles consideras las tareas asignadas dentro del metaverso para mejorar tu familiarización con las áreas de la facultad?** 1 (Nada útiles) - 5 (Muy útiles)
 - **¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?** Escala 1 (Nada realista) - 5 (Muy realista)
 - **¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución?** Escala 1 (Nada) - 5 (Completamente)

7. Cronograma de actividades

En la Figura 48 se puede observar lo son las tareas a realizar y que días se realizara cada tarea.



Figura 48: Cronograma de actividades

3.2. Resultados de la evaluación

A continuación, se analizarán las respuestas obtenidas de una encuesta desarrollada (**ver Anexo 11**), la cual se aplicó a 30 estudiantes (**ver Anexo 12**). Esta encuesta se centró en evaluar las tres variables del prototipo de metaverso: usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización.

Usabilidad

Pregunta 1: ¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso?

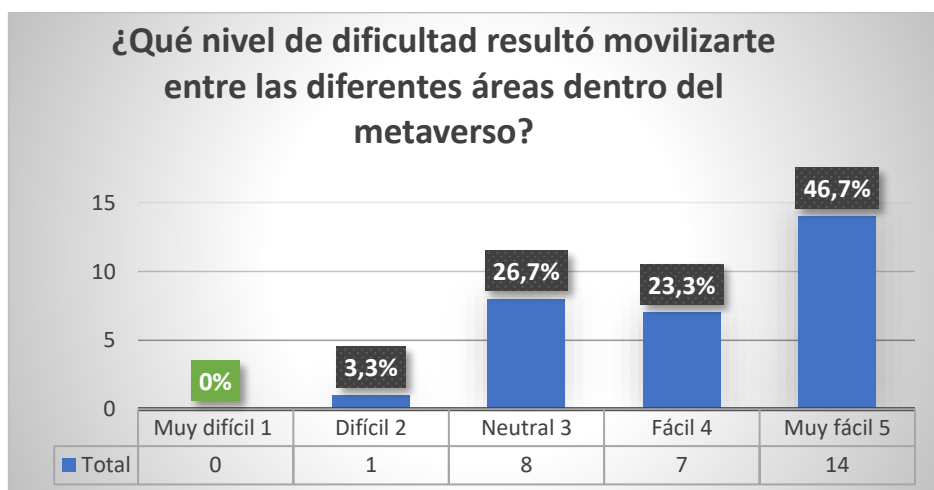


Figura 49: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°1

Análisis: En la Figura 49 se presenta el nivel de dificultad percibido por los encuestados para movilizarse entre las diferentes áreas dentro del metaverso. De un total de 30

encuestados, el 46,7% consideró que movilizarse por el entorno le resultó “muy fácil”, mientras que un 23,3% le resultó “fácil” en la movilización. Un 26,7% manifestó una opinión neutral, el 3,3% restante le resulta “difícil” y el 0% le resulta “muy difícil”.

Pregunta 2: ¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso?

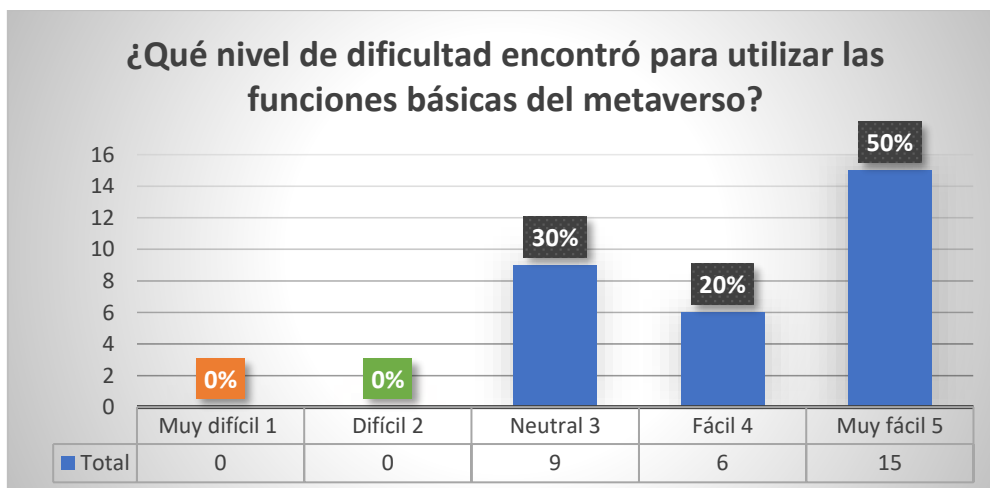


Figura 50: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°2

Análisis: La Figura 50 muestra los resultados relacionados con el nivel de dificultad para utilizar las funciones básicas del metaverso. Al 50% de los participantes les resultó “muy fácil” utilizar las funciones básicas del metaverso, mientras que al 20% le resulta “fácil”. Un 30% se mantuvo en una posición neutral, el 0% le resulta “difícil” y el 0% le resulta “muy difícil” utilizar las funciones básicas del metaverso.

Pregunta 3: ¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso?

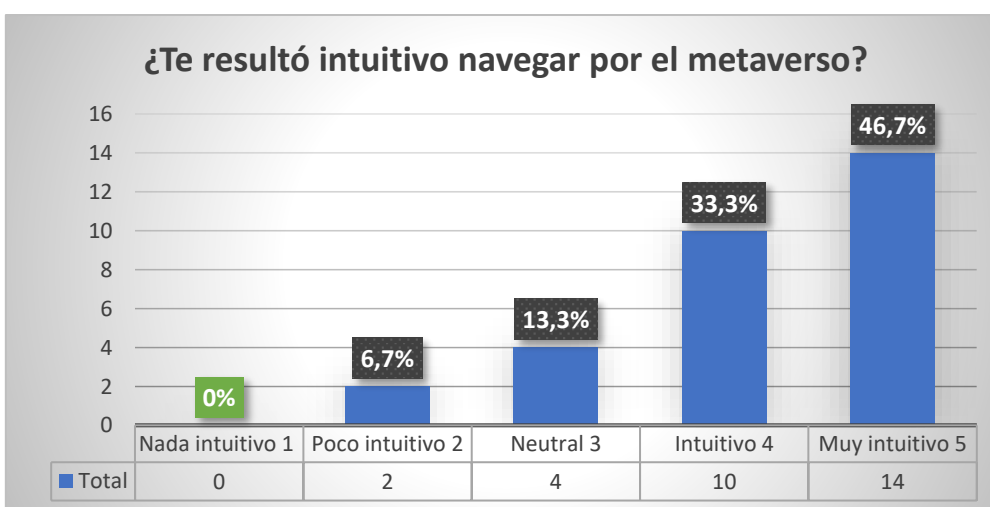


Figura 51: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°3

Análisis: La Figura 51 hace referencia a lo intuitivo para navegar por el metaverso: el 46,7% le resulta “muy intuitivo” navegar por el metaverso, mientras que el 33,3% le

resulta “intuitivo”. Un 13,3% de los encuestados se muestra neutral. Por otro lado, el 6,7% le resultó “poco intuitivo” navegar por el metaverso y el 0% le resulta “nada intuitivo”.

Pregunta 4: ¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles?

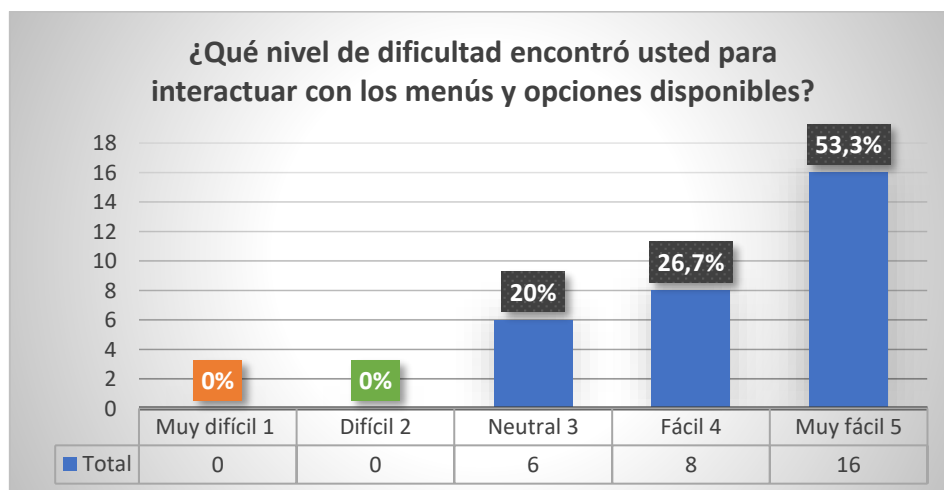


Figura 52: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°4

Análisis: En la Figura 52 se refiere al nivel de dificultad para interactuar con los menús y opciones disponibles; el 53,3% de los encuestados le resultó “muy fácil” interactuar con los menús y opciones disponibles, mientras que el 26,7% le resulta “fácil”. El 20% de los encuestados se muestra neutral. Por otro lado, el 0% le resulta “difícil” y otro 0% le resulta “muy difícil” interactuar con los menús y opciones disponibles.

Pregunta 5: ¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones?

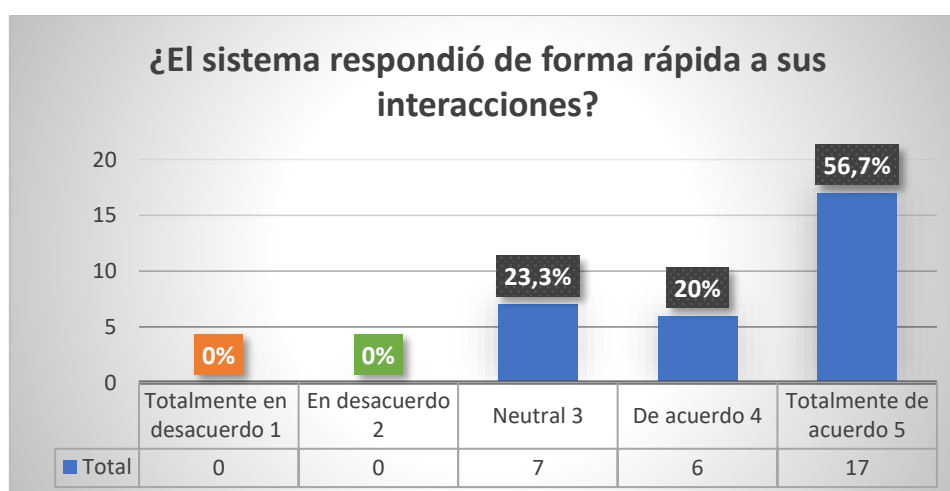


Figura 53: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°5

Análisis: La Figura 53 hace referencia a si el sistema responde de forma rápida a sus interacciones. El 56,7% expresó estar “totalmente de acuerdo” en que el sistema

responde de forma rápida a sus interacciones, mientras que el 20% está “de acuerdo”. Un 23,3% de los encuestados manifiesta un criterio neutral, el 0% está “en desacuerdo” y el otro 0% está “totalmente en desacuerdo” con que el sistema responde de forma rápida a sus interacciones.

Interactividad con el NPC

Pregunta 6: ¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del NPC a tus consultas?

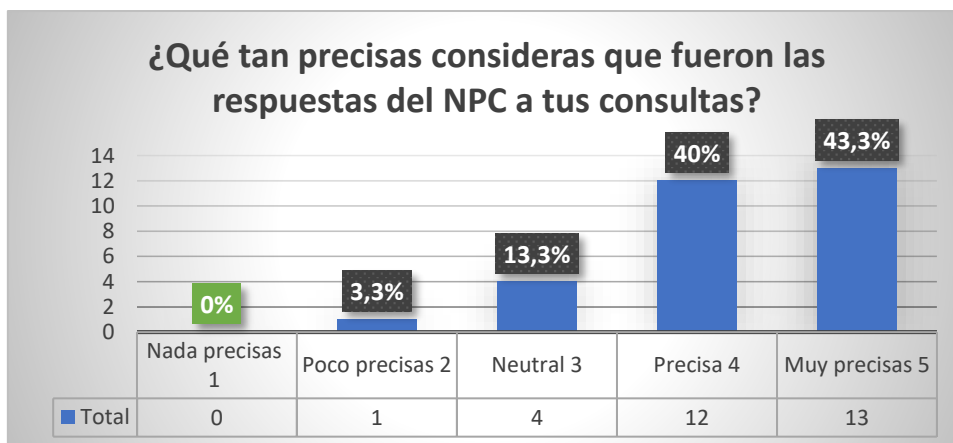


Figura 54: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°6

Análisis: La Figura 54 se refiere a qué tan precisas fueron las respuestas del NPC a sus consultas. El 43,3% de los encuestados consideró que las respuestas fueron “muy precisas”, mientras que el 40% las evaluaron como “precisa”. El 13,3% de los encuestados optó por una respuesta neutral. Por otro lado, al 3,3% le parecieron “poco precisas” las respuestas del NPC y el otro 0% le pareció “nada precisas”.

Pregunta 7: ¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el NPC tardó en responder a tus preguntas?

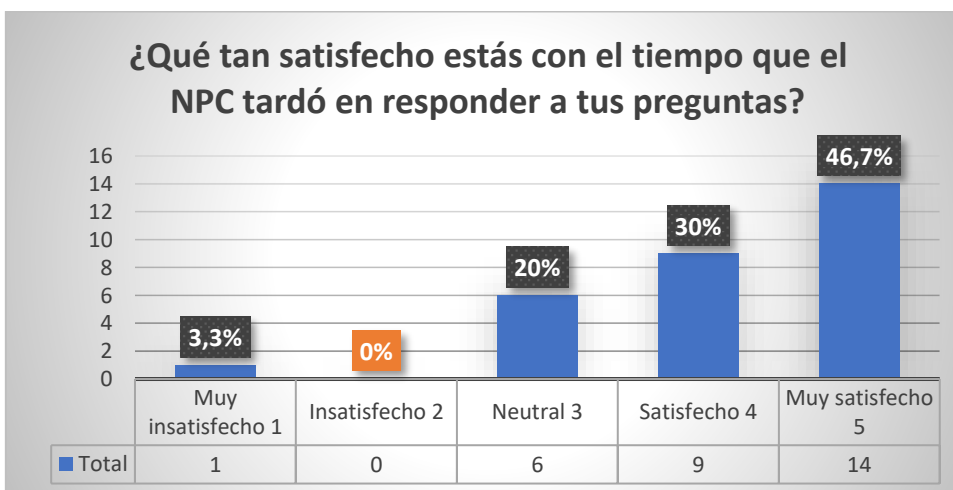


Figura 55: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°7

Análisis: En la Figura 55 hace referencia qué tan satisfechos están con el tiempo que el NPC tardó al responder sus preguntas. El 46,7% está “muy satisfecho” con el tiempo que tardó el NPC al responder sus preguntas, mientras que el 30% está “satisfecho”. El 20% se manifiesta con un criterio neutral, un 3,3% se siente “muy insatisfecho” y el 0% está “insatisfecho” con el tiempo que tardó el NPC al responder a sus preguntas.

Pregunta 8: ¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el NPC para obtener la información que necesitabas?

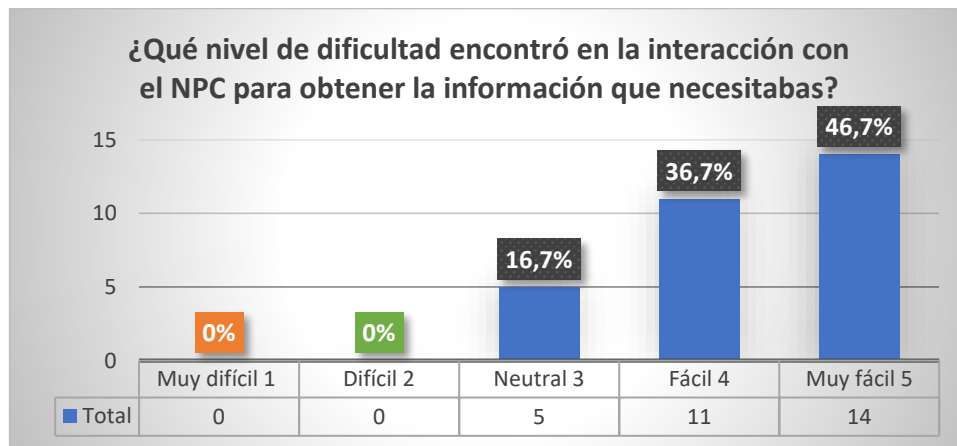


Figura 56: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°8

Análisis: En la Figura 56 se presentan los resultados sobre el nivel de dificultad al interactuar con el NPC para obtener la información necesaria. Al 46,7% de los encuestados le resultó “muy fácil” obtener la información, mientras que al 36,7% le resultó “fácil”. El 16,7% de los encuestados optó por una respuesta neutral. Cabe destacar que el 0% le resultó “difícil” y el otro 0% le fue “muy difícil” obtener información que necesitaban.

Pregunta 9: ¿Cómo calificarías la utilidad del NPC en la exploración del prototipo de Metaverso?

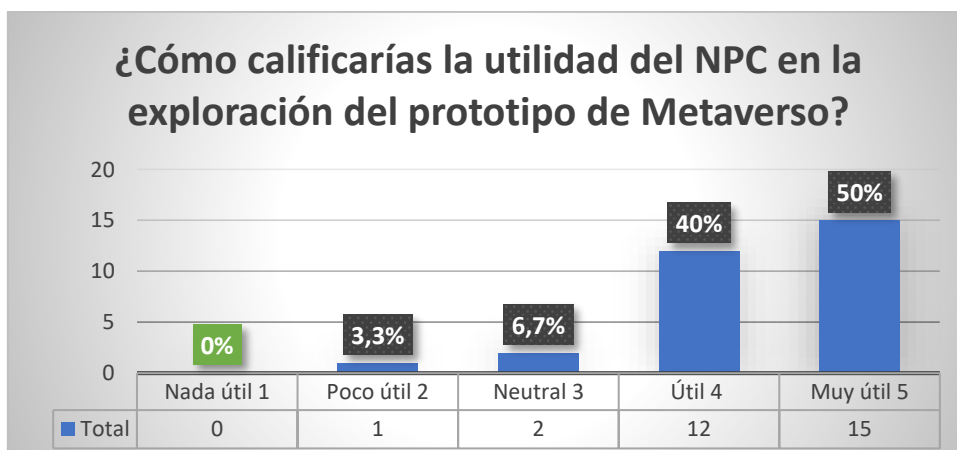


Figura 57: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°9

Análisis: En la Figura 57 hace referencia a la utilidad del NPC en la exploración del prototipo de metaverso; el 50% le resultó “muy útil” el NPC para la exploración dentro del metaverso. El 40% le resultó “útil”, un 6,7% se muestra neutral, mientras que un 3,3% le resulta “poco útil” y el 0% le resultó “nada útil” el NPC en la exploración del prototipo de metaverso.

Pregunta 10: ¿El NPC proporcionó información útil sobre la facultad?

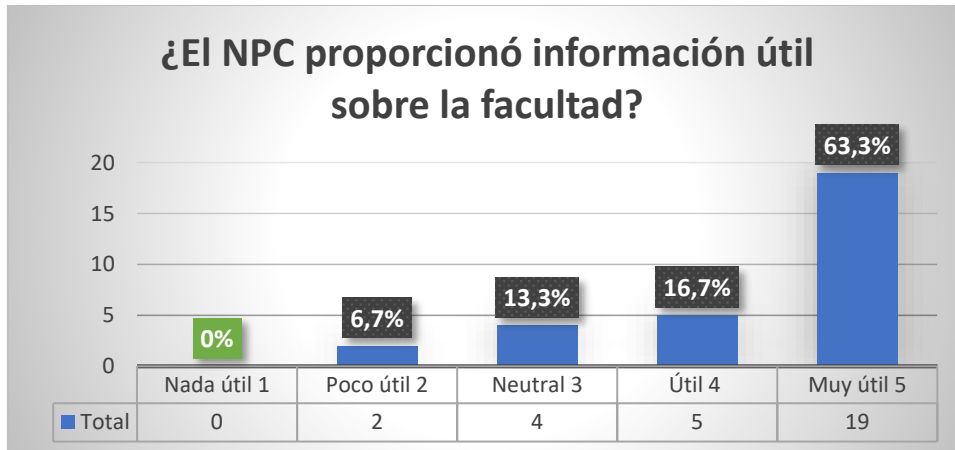


Figura 58: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°10

Análisis: La Figura 58 hace referencia a si el NPC proporciona información útil sobre la facultad. El 63,3% de los encuestados le resultó “muy útil” la información que le proporcionó el NPC, mientras que el 16,7% le resultó “útil”. Un 13,3% se manifiesta en un criterio neutral. Por otro lado, y al 6,7% le resulta “poco útil” al otro 0% le resulta “nada útil” la información proporcionada del NPC.

Familiarización

Pregunta 11: ¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?

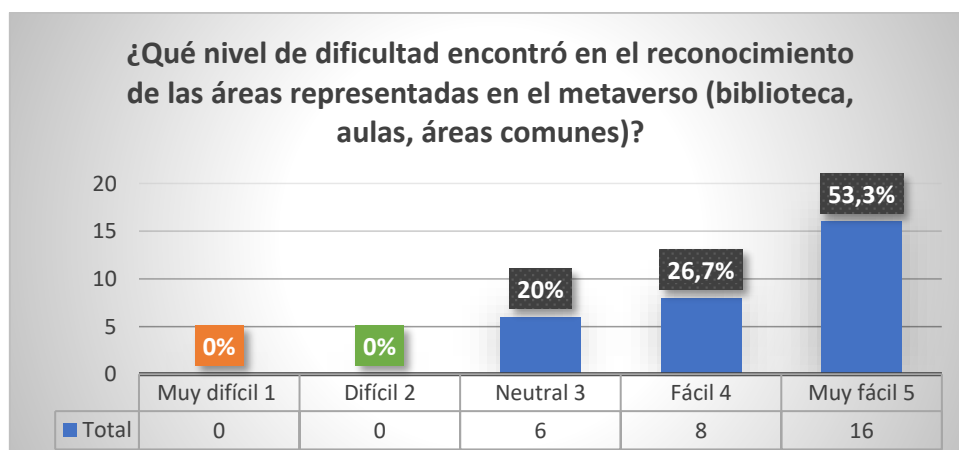


Figura 59: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°11

Análisis: La Figura 59 se refiere al nivel de dificultad que encontraron los usuarios en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso. Al 53,3% de los encuestados le resulta “muy fácil” el reconocimiento de las áreas en el metaverso, mientras que al 26,7% le resultó “fácil”. Un 20% se muestra neutral, el 0% le resulta “difícil” y el otro 0% “muy difícil” en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso.

Pregunta 12: ¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad?

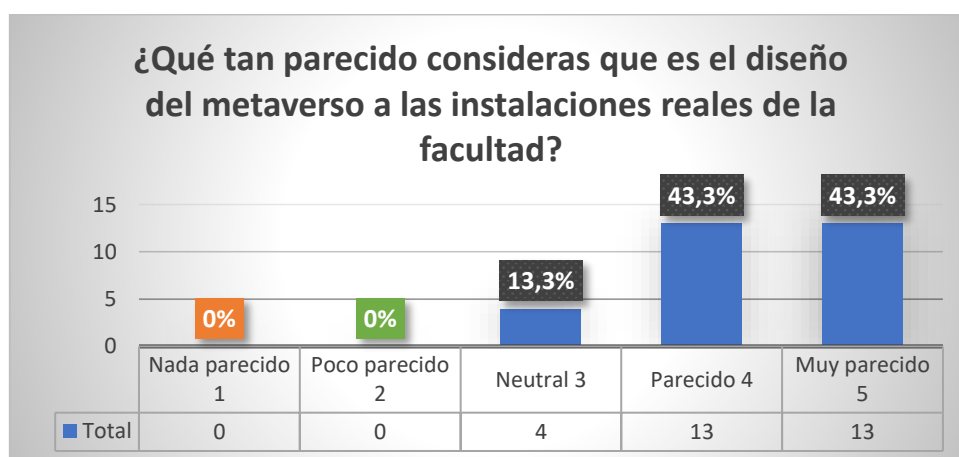


Figura 60: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°12

Análisis: La Figura 60 hace referencia a qué tan parecido es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad; el 43,3% de los encuestados le resulta “muy parecido”, mientras que el 43,3% le resulta “parecido”. Un 13,3% se manifiesta en un criterio neutral, el 0% le resulta “poco parecido” y el otro 0% le resulta “nada parecido” en el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad.

Pregunta 13: ¿Qué tan útiles consideras las tareas asignadas dentro del metaverso para mejorar tu familiarización con las áreas de la facultad?

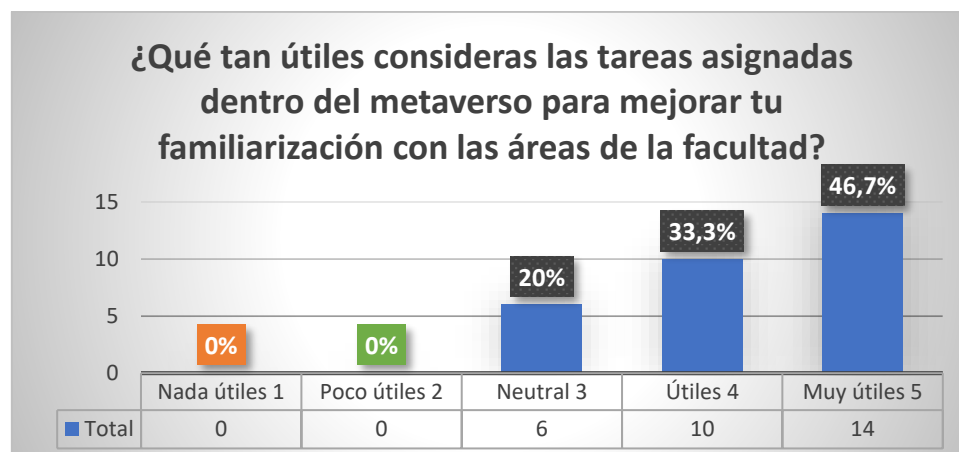


Figura 61: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°13

Análisis: La Figura 61 se refiere a cuán útiles son las tareas asignadas dentro del metaverso para mejorar la familiarización con las áreas de la facultad. El 46,7% de los encuestados consideran “muy útiles” las tareas asignadas, mientras que el 33,3% consideran “útiles”. Un 20% se manifiesta en un criterio neutral. Por otro lado, el 0% considera “poco útiles” y el otro 0% “nada útiles” las tareas asignadas.

Pregunta 14: ¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?

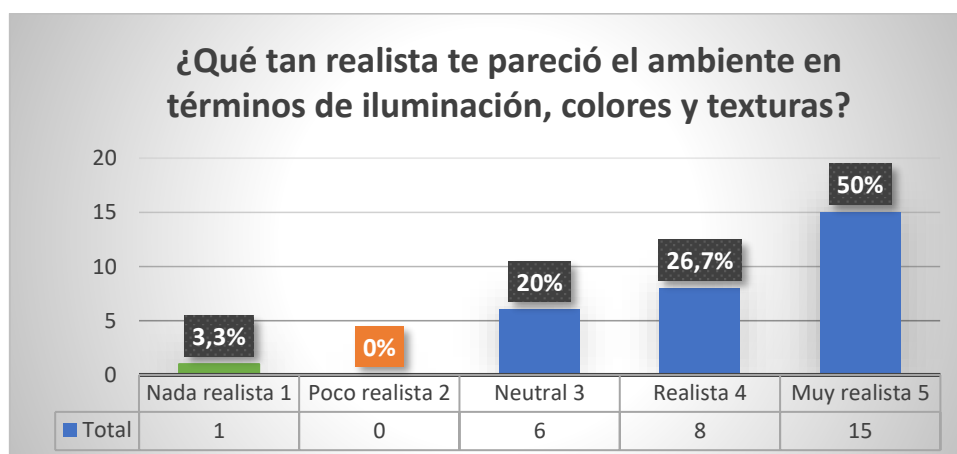


Figura 62: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°14

Análisis: La Figura 62 hace referencia a qué tan realista le parece el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas. El 50% de los encuestados le pareció “muy realista”, mientras que el 26,7% le pareció “realista” el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas. Un 20% se muestra neutral. Por otro lado, el 3,3% le pareció “poco realista” y el otro 0% le pareció “nada realista” el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas.

Pregunta 15: ¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución?

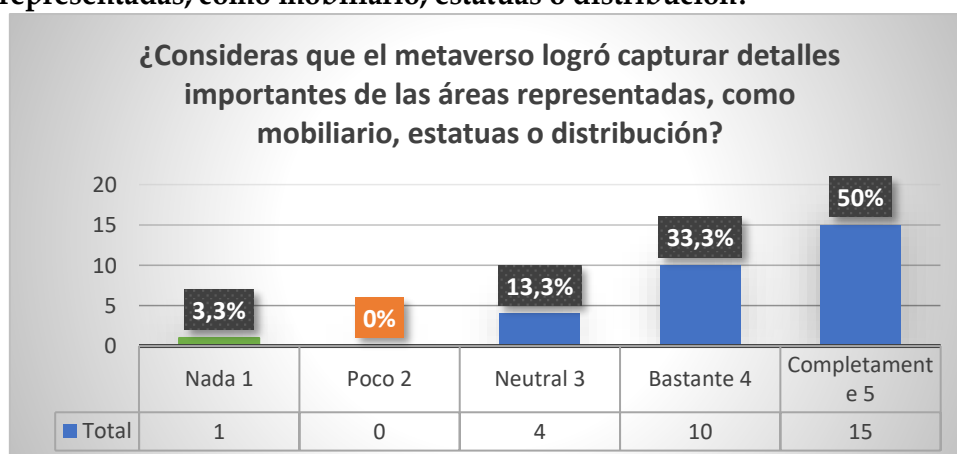


Figura 63: Representación gráfica de los resultados, pregunta N°15

Análisis: En la Figura 63 se refiere si el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, el 50% de los encuestados considera que logró “completamente” capturar detalles importantes, mientras que el 33,3% considera que logró “bastante” capturar detalles. Un 13,3% se manifiesta en un criterio neutral. Por otro lado, el 3,3% considera que “nada” logró capturar detalles importantes de las áreas y el otro 0% considera que “poco”.

Promedio General entre las Variables

En la Figura 64 se muestra el promedio general de las tres variables evaluadas del prototipo de metaverso: usabilidad, interactividad con el NPC y familiarización. La interactividad con el NPC obtuvo el promedio más alto 4,29. La familiarización alcanzó un promedio de 4,27 reflejando que los estudiantes reconocieron fácilmente las áreas representadas. Por su parte, la usabilidad obtuvo un promedio de 4,24; ligeramente inferior debido a respuestas neutras, lo que sugiere la necesidad de implementar mejoras en la navegación y la intuición del sistema.

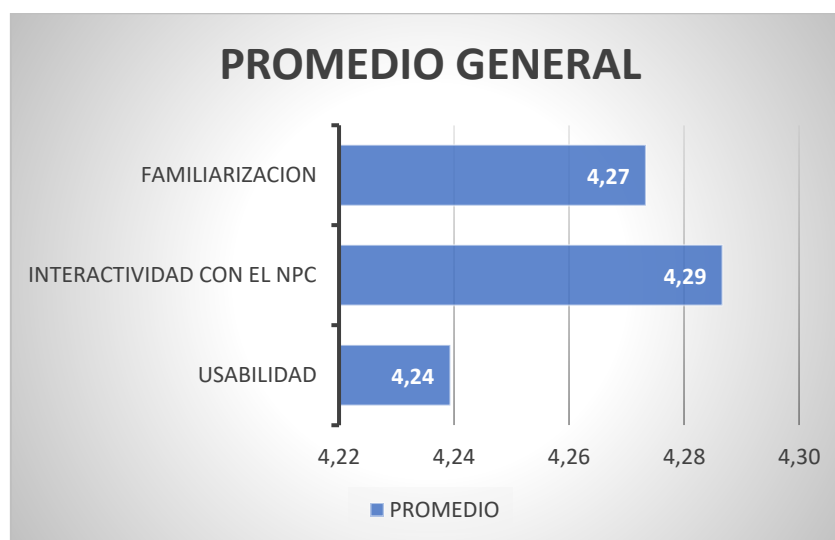


Figura 64: Promedio general de las tres variables

CONCLUSIONES

El desarrollo del prototipo de metaverso para la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala ha demostrado ser una herramienta eficaz para la exploración virtual de las instalaciones. La implementación de modelos 3D con Blender y la integración en Unity ha permitido crear un entorno virtual que facilita la interacción y familiarización de los estudiantes con las instalaciones físicas de la facultad. Los resultados obtenidos confirman que el metaverso es una estrategia útil para representar digitalmente espacios académicos.

- La revisión exhaustiva de literatura evidenció el gran potencial del metaverso como tecnología emergente en la educación, identificando las mejores prácticas y características para desarrollar entornos virtuales.
- En el diseño de un modelo 3D detallado de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, utilizando Blender, fue crucial para crear una representación realista de la facultad. La evaluación de la familiarización con el metaverso mostró una aceptación positiva de los estudiantes del 81,33%; lo que valida el uso de Blender como una herramienta eficaz para desarrollar modelos 3D de espacios académicos.
- La integración del modelo 3D a la plataforma Unity fue clave para crear un entorno virtual para que los estudiantes puedan explorar la facultad utilizando un avatar. Esta integración facilitó una navegación fluida, obteniendo un 75,33% de respuestas positivas relacionadas con la usabilidad del metaverso, lo que demuestra que Unity es una plataforma eficiente para desarrollar experiencias virtuales.
- La incorporación de un ChatBot en un NPC desempeñó un papel fundamental en la interactividad dentro del metaverso, proporcionando información útil de la facultad, fue la variable mejor valorada que obtuvo un 82,67% de respuestas positivas, lo que demuestra su importancia dentro del prototipo de metaverso.
- Los resultados obtenidos en la evaluación del prototipo de metaverso, con un 75,33% en usabilidad, 82,67% en interactividad con el NPC y 81,33% en familiarización, indican que el prototipo de metaverso mejoró la experiencia de exploración virtual de las instalaciones para la comunidad estudiantil. Estos altos porcentajes nos indican que el prototipo logró cumplir con la hipótesis planteada.
- El proyecto fue presentado oficialmente ante las autoridades de la Universidad Técnica de Machala, donde se recibió el “Premio a la Innovación Tecnológica” en

reconocimiento a su impacto educativo y tecnológico (**ver Anexo 9**). Además, se expuso en la Feria UTMACH, dirigido a estudiantes próximos a ingresar a la universidad, donde se recibió comentarios positivos por parte de los organizadores y asistentes (**ver Anexo 10**).

RECOMENDACIONES

Se recomienda explorar nuevas formas de mejorar la experiencia inmersiva para los usuarios. Una de las principales áreas es la integración de dispositivos de realidad virtual (VR), como las gafas VR, proporcionando una experiencia más enriquecedora e inmersiva para los estudiantes.

- Es fundamental mantenerse actualizado sobre los avances del metaverso en educación para garantizar un desarrollo basado en innovaciones recientes. Así mismo, ampliar la revisión exhaustiva de la literatura permitirá explorar la implementación de prácticas virtuales en laboratorios a través del metaverso, optimizando la experiencia educativa.
- Se recomienda actualizar de manera periódica los modelos 3D para reflejar los cambios y nuevas construcciones que ocurren en la facultad. Esto permitiría que el metaverso se mantenga alineado con la infraestructura física.
- Se recomienda la implementación de tutoriales interactivos al inicio del metaverso, estos tutoriales deben proporcionar una guía paso a paso para ayudar a los usuarios a familiarizarse con las funciones básicas de navegación.
- Se recomienda actualizar periódicamente la información proporcionada por el ChatBot, esta actualización debe incluir eventos institucionales recientes, actividades de la facultad y otros contenidos relevantes para la comunidad estudiantil.
- Implementar opciones de personalización para el avatar, permitiendo a los usuarios personalizar su avatar dentro del metaverso, incluyendo características como género, vestimenta y accesorios.
- Implementar funcionalidad multijugador para permitir que varios usuarios puedan interactuar y explorar el entorno simultáneamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Facultad de Ciencias Agropecuarias | UTMACH». Accedido: 14 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://www.utmachala.edu.ec/portalwp/index.php/uaca/>
- [2] J. P. E. Gabriela y T. T. A. Yelitz, «METAVERSO COMO SOPORTE DE RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS PARA LOS ESTUDIANTES DEL PRIMER PAO B DE LA ASIGANTURA DIDÁCTICA GENERAL», 2022. [En línea]. Disponible en:
https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/21368/1/Trabajo_Titulacion_1362.pdf
- [3] L. F. B. Cardona *et al.*, «EL METAVERSO COMO NUEVOS ESPACIOS EDUCATIVOS. UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE E IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS», [En línea]. Disponible en:
https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/52531/Anexo%202020.doc_Plantilla_Botero%20-%20Luis%20Fernando%20Botero%20Cardona.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [4] M. L. O. Valencia, N. L. Ordoñez-Zúñiga, J. C. Mantilla-Ordóñez, M. E. G. Wila, D. M. V. Arroyo, y W. J. C. Mendez, «Análisis de herramientas del metaverso y su impacto en contextos educativos», *Sapienza Int. J. Interdiscip. Stud.*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, may 2022, doi: 10.51798/sijis.v3i2.366.
- [5] Q. Martínez y J. Jairo, «Factores tecnológicos y sociales para la implementación del metaverso en el contexto educativo ecuatoriano», [En línea]. Disponible en:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24404/1/UPS-GT004241.pdf>
- [6] J. Aulestia, J. Marcelo, A. Palacios, M. Vanessa, J. Roa, y D. Ines, «Aplicación de mundos virtuales en 3D, para la modalidad abierta de la Universidad Técnica Particular de Loja». [En línea]. Disponible en:
https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10143/1/Juca_Aulestia_Jose_Marcelo.pdf
- [7] P. D. F. Gavilanes, «“LA APLICACIÓN DE METAVERSOS EN LA EDUCACIÓN PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN LOS/LAS ESTUDIANTES DE CUARTO Y SEXTO SEMESTRE DE LA CARRERA DE DOCENCIA EN INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”.» [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6187/1/FCHE-INFOR-43.pdf>
- [8] B. Kye, N. Han, E. Kim, Y. Park, y S. Jo, «Educational applications of metaverse: possibilities and limitations», *J. Educ. Eval. Health Prof.*, vol. 18, p. 32, dic. 2021, doi: 10.3352/jeehp.2021.18.32.
- [9] L. Wu, R. Yu, W. Su, y S. Ye, «Design and implementation of a metaverse platform for traditional culture: the chime bells of Marquis Yi of Zeng», *Herit. Sci.*, vol. 10, n.º 1, p. 193, nov. 2022, doi: 10.1186/s40494-022-00828-w.
- [10] W. Jaung, «Digital forest recreation in the metaverse: Opportunities and challenges», *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 185, p. 122090, dic. 2022, doi: 10.1016/j.techfore.2022.122090.
- [11] K. Samarngoon, S. Grudpan, N. Wongta, y K. Klaynak, «Developing a Virtual World for an Open-House Event: A Metaverse Approach», *Future Internet*, vol. 15, n.º 4, p. 124, mar. 2023, doi: 10.3390/fi15040124.
- [12] J. H. Kim, B. S. Lee, y S. J. Choi, «A study on metaverse construction and use cases for non-face-to-face education», *J. Converg. Cult. Technol.*, vol. 8, n.º 1, pp. 483-497, ene. 2022, doi: 10.17703/JCCT.2022.8.1.483.

- [13] Y. Jin y Z. Tiejun, «The application of Metaverse XiRang game in the mixed teaching of art and Design in Colleges and Universities», *Educ. Inf. Technol.*, vol. 28, n.º 12, pp. 15625-15655, dic. 2023, doi: 10.1007/s10639-023-11844-z.
- [14] H. Lee, Y. Yi, W. Moon, y J.-Y. Yeo, «Exploring the potential use of the metaverse in nurse education through a mock trial», *Nurse Educ. Today*, vol. 131, p. 105974, dic. 2023, doi: 10.1016/j.nedt.2023.105974.
- [15] E. İbili, M. Ölmez, A. B. İbili, F. Bilal, A. Cihan, y N. Okumuş, «Assessing the effectiveness and student perceptions of synchronous online flipped learning supported by a metaverse-based platform in medical English education: A mixed-methods study», *Educ. Inf. Technol.*, mar. 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12542-0.
- [16] J.-S. Horng y H. Hsu, «Optimizing learning outcomes in aesthetic education through technological integration: AR/VR applications in hospitality aesthetics course», *Educ. Inf. Technol.*, abr. 2024, doi: 10.1007/s10639-024-12718-8.
- [17] W. Villegas-Ch, J. García-Ortiz, y S. Sánchez-Viteri, «Educational Advances in the Metaverse: Boosting Learning Through Virtual and Augmented Reality and Artificial Intelligence», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 59093-59112, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3393776.
- [18] T.-J. Chuang y S. Smith, «A Multi-user Cross-platform hands-on virtual lab within the Metaverse – the case of machining training», *Virtual Real.*, vol. 28, n.º 1, p. 62, mar. 2024, doi: 10.1007/s10055-024-00974-5.
- [19] Y. Wei, Y. Li, y Y. Xie, «Construction and Implementation of Metaverse Intelligent Classroom Based on Domain-specific Language», *Proc. 2024 5th Int. Conf. Big Data Informatiz. Educ. ICB DIE 2024*, vol. 182, pp. 121-142, 2024, doi: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-417-4_12.
- [20] J. C. Alcántara, I. Tasic, y M.-D. Cano, «Enhancing Digital Identity: Evaluating Avatar Creation Tools and Privacy Challenges for the Metaverse», *Information*, vol. 15, n.º 10, p. 624, oct. 2024, doi: 10.3390/info15100624.
- [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] 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.
- [23] L. R. Isela Aguilar Vargas y E. O. Otuyemi Rondero, «Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior», *Rev. Tecnol. Cienc. Educ.*, pp. 57-77, sep. 2020, doi: 10.51302/tce.2020.485.
- [24] J. Castillo Oliva, D. E. Esparza Sánchez, B. H. Espinosa Luna, B. A. Montañez Díaz, y P. L. Varas Zurita, «VIRTUAL REALITY AS A TRAINING AND RISK MANAGEMENT TOOL IN THE SUPPLY CHAIN: A SYSTEMATIC REVIEW», *Gest. Oper. Ind.*, vol. 2, n.º 1, pp. 27-45, jul. 2023, doi: 10.17268/goi4.0.2023.02.
- [25] G. Paredes Otero, «El estudio del metaverso en tiempos de pandemia. Revisión de la literatura científica sobre la última frontera digital», *Ámbitos Rev. Int. Comun.*, pp. 132-148, 2023, doi: 10.12795/Ambitos.2023.i61.08.
- [26] G. Persa y Á. B. Csapó, «Design and Evaluation of Abstract Aggregated Avatars in VR Workspaces», *Infocommunications J.*, vol. 16, n.º Special Issue, pp. 92-101, 2024, doi: 10.36244/ICJ.2024.5.11.
- [27] T. Brown, L. Blinka, K. Dadswell, R. Kowert, D. Zarate, y V. Stavropoulos, «User-Avatar discrepancy scale: a comparative measurement of self and avatar views», *Behav. Inf. Technol.*, pp. 1-18, ago. 2024, doi: 10.1080/0144929X.2024.2381603.

- [28] B. C. Brenes-Brenes y S. Calderón-Ramírez, «Exploration and selection of LLM models for financial text simplification», *Rev. Tecnol. En Marcha*, sep. 2024, doi: 10.18845/tm.v37i7.7297.
- [29] S. Pashangpour y G. Nejat, «The Future of Intelligent Healthcare: A Systematic Analysis and Discussion on the Integration and Impact of Robots Using Large Language Models for Healthcare», *Robotics*, vol. 13, n.º 8, p. 112, jul. 2024, doi: 10.3390/robotics13080112.
- [30] A. Mansurova, A. Nugumanova, y Z. Makhambetova, «DEVELOPMENT OF A QUESTION ANSWERING CHATBOT FOR BLOCKCHAIN DOMAIN», *Sci. J. Astana IT Univ.*, pp. 27-40, sep. 2023, doi: 10.37943/15XNDZ6667.
- [31] J. Kapočiūtė-Dzikiene, «A Domain-Specific Generative Chatbot Trained from Little Data», *Appl. Sci.*, vol. 10, n.º 7, p. 2221, mar. 2020, doi: 10.3390/app10072221.
- [32] A. Roque y L. B. R. D. Santos, «INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA TOMADA DE DECISÕES JUDICIAIS: TRÊS PREMISSAS BÁSICAS», *Rev. Eletrônica Direito Process.*, vol. 22, n.º 1, ene. 2021, doi: 10.12957/redp.2021.53537.
- [33] V. V. Aparicio-Izurieta, «Preferences towards artificial intelligence in Ecuadorian university professors», *Sapienza Int. J. Interdiscip. Stud.*, vol. 5, n.º 1, p. e24009, feb. 2024, doi: 10.51798/sijis.v5i1.730.
- [34] E. Siswanto y A. F. Suni, «Aksi Penyerangan Non-Player Character (NPC) Menggunakan Metode Naive Bayes pada Shooter Game», *J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 8, n.º 6, pp. 1187-1194, nov. 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021863804.
- [35] S. Doungtap, J.-H. Wang, y V. Phanichraksaphong, «Comparative Analysis of SAAS Model and NPC Integration for Enhancing VR Shopping Experiences», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 15, p. 6573, jul. 2024, doi: 10.3390/app14156573.
- [36] A. C. Sassa, I. A. D. Almeida, T. N. F. Pereira, y M. S. D. Oliveira, «Scrum: A Systematic Literature Review», *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 14, n.º 4, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140420.
- [37] H.-F. Chang y M. Shokrolah Shirazi, «Adapting Scrum for Software Capstone Courses», *Inform. Educ.*, pp. 605-634, dic. 2022, doi: 10.15388/infedu.2022.25.
- [38] W. Zayat y O. Senvar, «Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban», *Int. J. Innov. Technol. Manag.*, vol. 17, n.º 04, p. 2030002, jun. 2020, doi: 10.1142/S0219877020300025.
- [39] C. Torres Blasco y A. Pérez Garcias, «Indicadores de agencia en experiencias educativas Agile: una revisión panorámica.», *Agency indicators in Agile educational experiences: a scoping review.*, sep. 2023, doi: 10.12795/pixelbit.98457.
- [40] R. Encarnación, C. Collazos, H. M. Fardoun, y D. Alghazzawi, «Information architecture in the development of virtual applications for the rehabilitation of patients with PTSD: case: defense avoidance and shock mechanisms», *Proc. 5th Workshop ICTs Improv. Patients Rehabil. Res. Tech.*, pp. 23-34, sep. 2019, doi: 10.1145/3364138.3364146.
- [41] the Informatics Engineering Education study program and the Faculty of Engineering and Vocational Education, Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia, K. Agustini, I. M. Putrama, D. S. Wahyuni, y I. N. E. Mertayasa, «Applying Gamification Technique and Virtual Reality for Prehistoric Learning toward the Metaverse», *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 13, n.º 2, pp. 247-256, 2023, doi: 10.18178/ijiet.2023.13.2.1802.
- [42] «BlenderKit | Download 25,096 FREE 3D models, textures and other Blender assets». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.blenderkit.com/>
- [43] J. Koch, M. Gomse, y T. Schüppstuhl, «Digital game-based examination for sensor placement in context of an Industry 4.0 lecture using the Unity 3D engine – a case

- study», *Procedia Manuf.*, vol. 55, pp. 563-570, 2021, doi: 10.1016/j.promfg.2021.10.077.
- [44] «Get started with the Unity Hub | Unity Hub | 3.0». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://docs.unity3d.com/hub/manual/index.html>
- [45] «Unity - Manual: Importando desde la Asset Store». Accedido: 18 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/AssetStore.html>
- [46] «Convai Team», Calendly. Accedido: 18 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://calendly.com/convai-intro>
- [47] B. Chen, N. Mustakin, A. Hoang, S. Fuad, y D. Wong, «VSCuda: LLM based CUDA extension for Visual Studio Code», en *Proceedings of the SC '23 Workshops of The International Conference on High Performance Computing, Network, Storage, and Analysis*, Denver CO USA: ACM, nov. 2023, pp. 11-17. doi: 10.1145/3624062.3624064.
- [48] «C# | Lenguaje de programación moderno y de código abierto para .NET», Microsoft. Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dotnet.microsoft.com/es-es/languages/csharp>
- [49] G. Vacca, «3D Survey with Apple LiDAR Sensor – Test and Assessment for Architectural and Cultural Heritage», *Heritage*, vol. 6, n.º 2, pp. 1476-1501, feb. 2023, doi: 10.3390/heritage6020080.
- [50] «Polycam - LiDAR & 3D Scanner for iPhone & Android». Accedido: 2 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://poly.cam/>
- [51] S. Waqar y M. Pätzold, «A Simulation-Based Framework for the Design of Human Activity Recognition Systems Using Radar Sensors», *IEEE Internet Things J.*, vol. 11, n.º 8, pp. 14494-14507, abr. 2024, doi: 10.1109/JIOT.2023.3344179.
- [52] K. Wu *et al.*, «Human Pose Transfer with Augmented Disentangled Feature Consistency», *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, vol. 15, n.º 1, pp. 1-22, feb. 2024, doi: 10.1145/3626241.
- [53] R. Radiah, D. Roth, F. Alt, y Y. Abdelrahman, «The Influence of Avatar Personalization on Emotions in VR», *Multimodal Technol. Interact.*, vol. 7, n.º 4, p. 38, mar. 2023, doi: 10.3390/mti7040038.
- [54] «Bounding Box Software - Materialize». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://boundingboxsoftware.com/materialize/>
- [55] C. A. Fraser, J. O. Kim, H. V. Shin, J. Brandt, y M. Dontcheva, «Temporal Segmentation of Creative Live Streams», en *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, en CHI '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, abr. 2020, pp. 1-12. doi: 10.1145/3313831.3376437.
- [56] «Facultad de Ciencias Agropecuarias · P35P+CCW, E583, El Cambio», Facultad de Ciencias Agropecuarias · P35P+CCW, E583, El Cambio. Accedido: 31 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com.ec/maps/place/Facultad+de+Ciencias+Agropecuarias/@-3.2913891,-79.9139158,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x90331203e28a8b1d:0xb55cbc0c28a03017!8m2!3d-3.2913891!4d-79.9139158!16s%2Fg%2F12hkc1w7g?hl=es-419&entry=ttu>
- [57] J. Nielsen, «How Many Test Users in a Usability Study?», Nielsen Norman Group. Accedido: 7 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>

ANEXOS

Anexo 1.- Reunión con el equipo del Metaverso UTMACH.



Figura A 1: Reuniones para las funcionalidades del Metaverso UTMACH

Anexo 2.- Reunión para revisar los avances de todo el equipo del Metaverso UTMACH.



Figura A 2: Reunión para revisar los avances del Metaverso

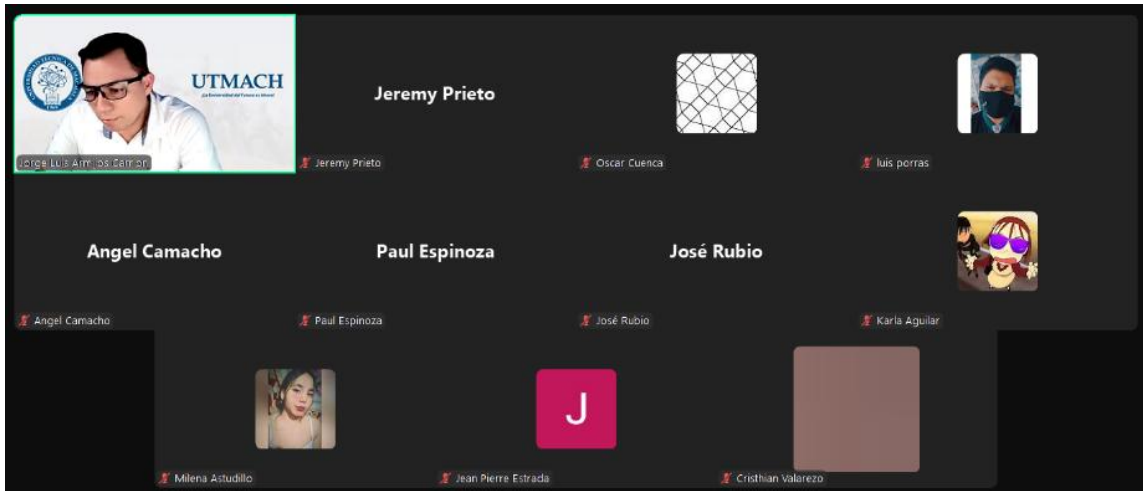


Figura A 3: Reunión virtual para revisar los avances del Metaverso

Anexo 3: Creación del Terreno y Movimiento del Avatar.

Se crea un nuevo proyecto, se selecciona la planilla y se le asigna un nombre. Se abre el proyecto, y se procede a crear un terreno. En la Figura A 4 se puede observar cómo se crea un nuevo proyecto y terreno.

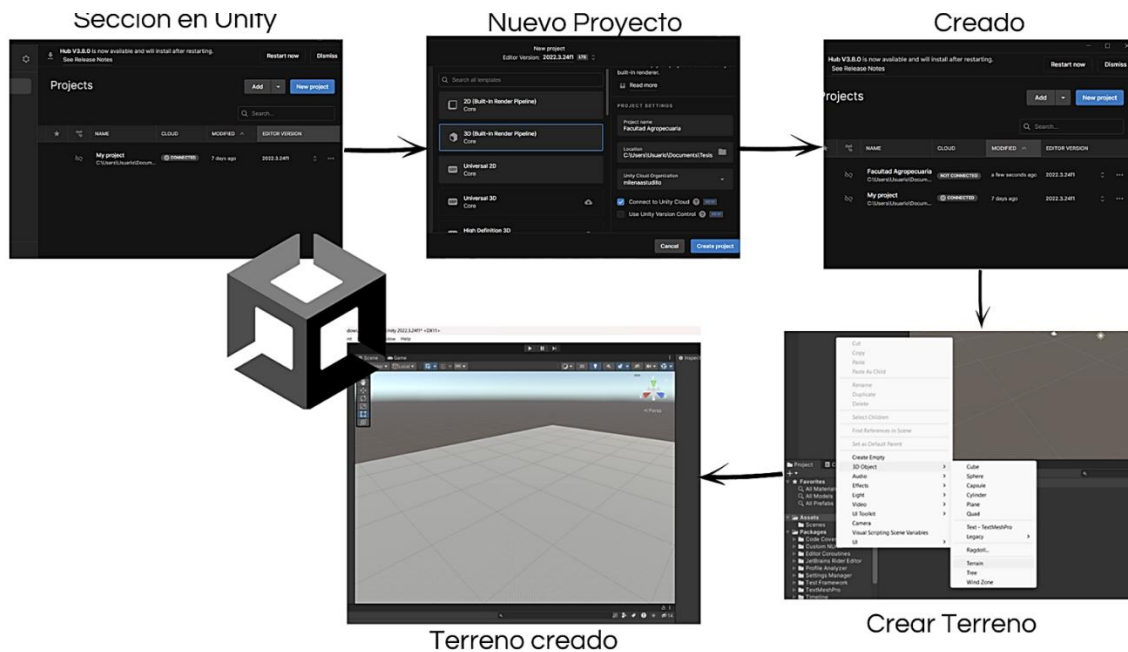


Figura A 4: Creación del Proyecto en Unity y Terreno

Luego, para crear el avatar con movimiento, se procedió a importar el paquete de Standard Assets desde el AssetStore, lo que proporciona herramientas y recursos necesarios para el desarrollo del movimiento del personaje. En la Figura A 5 se observa como instalamos e importamos el paquete al Proyecto Creado.

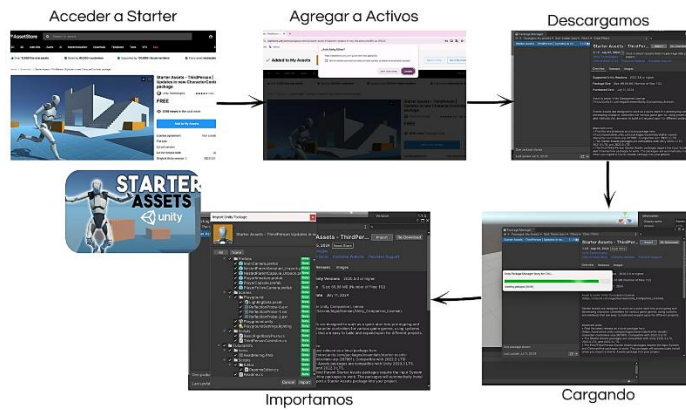


Figura A 5: Importar paquete Standard Assets

Anexo 4: Creación y configuración de la cuenta de Convai.

En la plataforma de Convai, el proceso comienza con la creación de una cuenta, seguida de la generación de una API Key esencial para futuras interacciones. Posteriormente, se procede a la personalización del avatar, lo cual incluye asignarle un nombre, seleccionar una voz adecuada, redactar una descripción representativa y definir el idioma principal de comunicación. Cabe destacar que el plan gratuito de Convai limita a 100 interacciones mensuales, tras lo cual se debe esperar hasta el día siguiente para continuar haciendo más interacciones.

El diseño del avatar se realiza mediante Ready Player Me, permitiendo un alto nivel de personalización estética. Además, se carga un banco de información relevante, que puede incluir datos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, tales como los nombres del decano y subdecano, las carreras ofrecidas y detalles de la universidad, incluyendo el nombre del rector y vicerrector. Esto asegura que el NPC disponga del conocimiento contextual necesario para interactuar efectivamente.

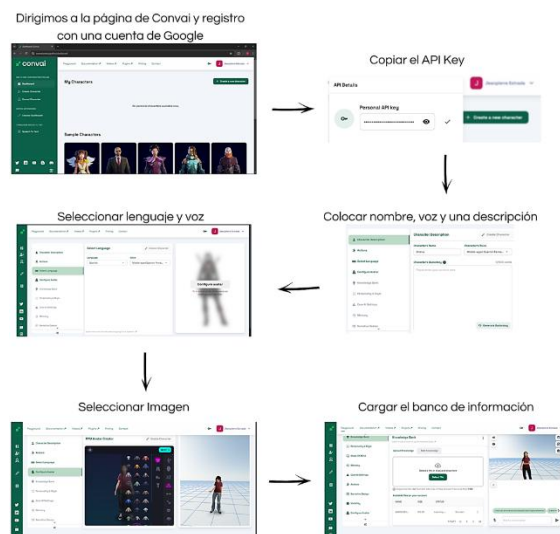


Figura A 6: Primera parte del proceso de configuración del NPC

Posteriormente, se realizan pruebas con el NPC sobre el banco informativo que le proporcionamos. Durante esta etapa, es posible configurar la personalidad del NPC, definiendo si será extrovertido, introvertido o justando sus rasgos de carácter según las necesidades específicas del proyecto. Adicionalmente, se pueden personalizar los estados emocionales del NPC, permitiendo la simulación de diferentes estados de ánimo, lo cual enriquece la interacción y mejora la experiencia del usuario.

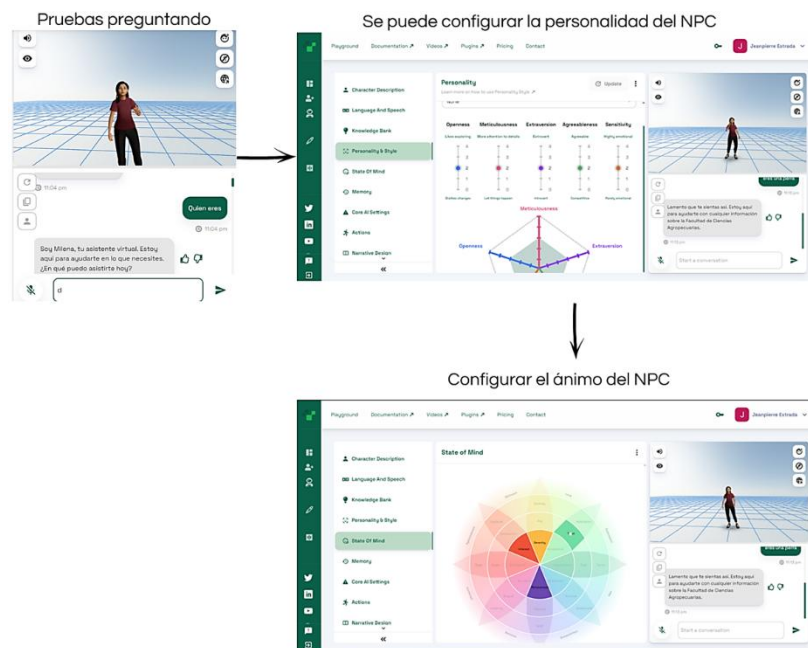


Figura A 7: Resultados y pruebas del NPC

Anexo 5: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. “Mainmenu.cs”.

```

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

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

```

Anexo 6: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. "PlayerScript.cs".

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

public class PlayerScript : MonoBehaviour
{
    public static PlayerScript instance;

    // Start is called before the first frame update
    void Start ()
    {
        if (instance == null)
        {
            instance = this;
            DontDestroyOnLoad(gameObject);
        }
        else
        {
            Destroy(gameObject);
        }
    }

    // Update is called once per frame
    void Update ()
    {
    }
}
```

Anexo 7: Scripts del menú principal realizado en el lenguaje C#. "SceneExit.cs".

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

public class SceneExit : MonoBehaviour
{
    public string sceneToLoad;
    public string exitName;
    private bool lugar;
    public GameObject texto;
    public string lastExitName;

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if(other.tag == "Player")//delete this if in case the null
        exception is important
        {
            texto.SetActive(true);
            lugar = true;
        }
    }

    private void Update ()
    {
    }
}
```



```

    if(Input.GetKeyDown(KeyCode.E) && lugar == true)
    {
        PlayerPrefs.SetString("LastExitName", exitName);
        SceneManager.LoadScene(sceneToLoad);
    }
}

private void OnTriggerExit(Collider other)
{
    if(other.tag == "Player")
    {
        texto.SetActive(false);
        lugar = false;
    }
}

void Start ()
{
    if(PlayerPrefs.GetString("LastExitName") == lastExitName)
    {
        PlayerScript.instance.transform.position =
transform.position;
        PlayerScript.instance.transform.eulerAngles =
transform.eulerAngles;
    }
}
}

```

Anexo 8: Tareas que se deben realizar dentro del Metaverso.

Hay un letrero que dice Tareas; cuando se dirige el avatar se le habilitan las tareas. Las tareas son explorar las instalaciones; una tarea como ejemplo es dirigirse al Laboratorio Microscopia.



Figura A 8: Asignarle una tarea

Cuando el usuario complete una tarea, obtendrá 100 Paky Coins (cada tarea son 100 Paky Coins). Aquí se puede ver que se incrementó de 2300 Paky Coins a 2400 Paky Coins.



Figura A 9: Se dirigió al lugar de la tarea

Cuando el usuario complete todas las tareas le saldrá un mensaje “Todas las tareas completadas”. Cabe destacar que cada usuario tendrá solo 5 tareas y se restablecerán al reiniciar el prototipo.



Figura A 10: Cumplió con las tareas que se le asignaron

Anexo 9: Socialización del Proyecto de Metaverso UTMACH

Se realizó la presentación oficial del proyecto Metaverso UTMACH ante las autoridades de la Universidad Técnica de Machala. Como reconocimiento a la innovación tecnológica del proyecto, se otorgó el Premio a la Innovación Tecnológica en la Creación del Metaverso UTMACH, destacando su aporte al desarrollo educativo y tecnológico de la institución.



Figura A 11: Presentación del Proyecto Metaverso UTMACH ante las autoridades

Anexo 10: Presentación del Metaverso en la Feria UTMACH

El proyecto Metaverso UTMACH fue presentado en la Feria UTMACH, un evento dirigido a estudiantes que están próximos a ingresar a la universidad. El proyecto recibió comentarios positivos por parte de los organizadores y asistentes al evento.



Figura A 12: Presentación del Metaverso en la Feria UTMACH

Anexo 11: Encuesta de Evaluación del Metaverso UTMACH de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Para validar el funcionamiento del Metaverso UTMACH de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se realizó una encuesta en Microsoft Forms dirigida a los usuarios que probaron el prototipo de Metaverso.



Metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Sección 1

...

Encuesta de Evaluación para el Prototipo de Metaverso de la FCA.

Objetivo de la encuesta:

Determinar la efectividad del prototipo del metaverso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH en términos de:

Usabilidad: Evaluar aspectos de intuición, facilidad de movilización y funcionalidad en la navegación dentro del entorno virtual.

Interactividad con el NPC: Evaluar la precisión de las respuestas, la facilidad de interacción y la utilidad proporcionada por el NPC.

Familiarización: Analizar el grado de reconocimiento de áreas, la similitud del entorno virtual con la facultad real y la utilidad de las tareas realizadas.

Sección 2

...

Datos demográficos

⋮

1. Carrera a la que perteneces *

- Medicina Veterinaria
- Agronomía
- Acuicultura

2. ¿En qué semestre se encuentra actualmente? *

- Primer Semestre
- Segundo Semestre
- Tercer Semestre
- Cuarto Semestre
- Quinto Semestre
- Sexto Semestre
- Séptimo Semestre
- Octavo Semestre
- Noveno Semestre
- Décimo Semestre

Usabilidad

3. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso? ***

	Muy difícil 1	Difícil 2	Neutral 3	Fácil 4	Muy fácil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso? ***

	Muy difícil 1	Difícil 2	Neutral 3	Fácil 4	Muy fácil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso? ***

	Nada intuitivo 1	Poco intuitivo 2	Neutral 3	Intuitivo 4	Muy intuitivo 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles? ***

	Muy difícil 1	Difícil 2	Neutral 3	Fácil 4	Muy fácil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones? ***

	Totalmente en desacuerdo 1	En desacuerdo 2	Neutral 3	De acuerdo 4	Totalmente de acuerdo 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Interactividad con el NPC

8. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del NPC a tus consultas? ***

	Nada precisas 1	Poco precisas 2	Neutral 3	Precisa 4	Muy precisas 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el NPC tardó en responder a tus preguntas? ***

	Muy insatisfecho 1	Insatisfecho 2	Neutral 3	Satisfecho 4	Muy satisfecho 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el NPC para obtener la información que necesitabas? ***

	Muy difícil 1	Difícil 2	Neutral 3	Fácil 4	Muy fácil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Cómo calificarías la utilidad del NPC en la exploración del prototipo de Metaverso? ***

	Nada útil 1	Poco útil 2	Neutral 3	Útil 4	Muy útil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿El NPC proporcionó información útil sobre la facultad? ***

	Nada útil 1	Poco útil 2	Neutral 3	Útil 4	Muy útil 5
Elija la opción que considere más adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sección 5

Familiarización

13. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?**

Muy difícil 1 Difícil 2 Neutral 3 Fácil 4 Muy fácil 5

Elija la opción que considere más adecuada

14. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de la facultad?**

Nada parecido 1 Poco parecido 2 Neutral 3 Parecido 4 Muy parecido 5

Elija la opción que considere más adecuada

15. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué tan útiles consideras las tareas asignadas dentro del metaverso para mejorar tu familiarización con las áreas de la facultad?**

Nada útiles 1 Poco útiles 2 Neutral 3 Útiles 3 Muy útiles 5

Elija la opción que considere más adecuada

16. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?**

Nada realista 1 Poco realista 2 Neutral 3 Realista 4 Muy realista 5

Elija la opción que considere más adecuada

17. Utilizando la siguiente escala de Likert, evalúe la pregunta: **¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como mobiliario, estatuas o distribución?**

Nada 1 Poco 2 Neutral 3 Bastante 4 Completamente 5

Elija la opción que considere más adecuada

Figura A 13: Preguntas elaboradas en Microsoft Forms para la Evaluación del prototipo

Anexo 12: Mostrando el prototipo y realizando la encuesta a estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH.

Se presentó el prototipo del Metaverso UTMACH en la facultad de Ciencias Agropecuarias, donde los estudiantes interactuaron con el entorno virtual. Luego, se realizó una encuesta para poder recopilar información con las tres variables que serían la usabilidad, la interactividad con el NPC y la familiarización.





Figura A 14: Presentación del prototipo y realización de la encuesta.