



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad de  
Ciencias Sociales - Campus Machala de la UTMACH**

**AGUILAR ALONSO KARLA DEL CISNE  
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CUENCA ESPINOZA OSCAR EMMANUEL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad  
de Ciencias Sociales - Campus Machala de la UTMACH**

**AGUILAR ALONSO KARLA DEL CISNE  
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CUENCA ESPINOZA OSCAR EMMANUEL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

**Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad  
de Ciencias Sociales - Campus Machala de la UTMACH**

**AGUILAR ALONSO KARLA DEL CISNE  
INGENIERA EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**CUENCA ESPINOZA OSCAR EMMANUEL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**TUSA JUMBO EDUARDO ALEJANDRO**

**COTUTOR: ARMIJOS CARRION JORGE LUIS**

**MACHALA  
2024**



# Trabajo de titulación\_Aguilar Alonso Karla del Cisne\_Cuenca Espinoza Oscar Emmanuel



<b>Nombre del documento:</b> Trabajo de titulación_Aguilar Alonso Karla del Cisne_Cuenca Espinoza Oscar Emmanuel.pdf <b>ID del documento:</b> 29299631114de22d873be84e791c8c08b5190211 <b>Tamaño del documento original:</b> 7,21 MB <b>Autores:</b> []	<b>Depositante:</b> EDUARDO ALEJANDRO TUSA JUMBO <b>Fecha de depósito:</b> 20/3/2025 <b>Tipo de carga:</b> interface <b>fecha de fin de análisis:</b> 20/3/2025	<b>Número de palabras:</b> 19.612 <b>Número de caracteres:</b> 131.543
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Cumbico Merwin y Jose Rubio TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULA...</b> #53b92f El documento proviene de mi grupo	2%		Palabras idénticas: 2% (436 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.utmachala.edu.ec</b> <a href="https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23021/1/Nieves%20Pucha,%20Oscar%2003-TINF...">https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/23021/1/Nieves Pucha, Oscar 03- TINF...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
2	<b>dx.doi.org   O FENÔMENO "METAVERSO" E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE A EDUCAÇ...</b> <a href="http://dx.doi.org/10.1590/scielopreprints.5991">http://dx.doi.org/10.1590/scielopreprints.5991</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	<b>pmc.ncbi.nlm.nih.gov   Lock</b> <a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10990854/">https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10990854/</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
4	<b>assetstore.unity.com   Discover Top Free Assets on Unity's Asset Store - Asset St...</b> <a href="https://assetstore.unity.com/top-assets/top-free">https://assetstore.unity.com/top-assets/top-free</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	<b>dx.doi.org   Students' Perception of Metaverses for Online Learning in Higher Edu...</b> <a href="http://dx.doi.org/10.3390/electronics12081867">http://dx.doi.org/10.3390/electronics12081867</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

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

1	<a href="https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5991">https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5991</a>
2	<a href="https://doi.org/10.14742/ajet.7945">https://doi.org/10.14742/ajet.7945</a>
3	<a href="https://doi.org/10.57019/jmv.1294970">https://doi.org/10.57019/jmv.1294970</a>
4	<a href="https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.108039">https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.108039</a>
5	<a href="https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3347172">https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3347172</a>

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

Los que suscriben, AGUILAR ALONSO KARLA DEL CISNE y CUENCA ESPINOZA OSCAR EMMANUEL, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un entorno virtual 3D: Infraestructura de la Facultad de Ciencias Sociales - Campus Machala 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.

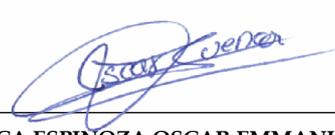
Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio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



---

AGUILAR ALONSO KARLA DEL CISNE

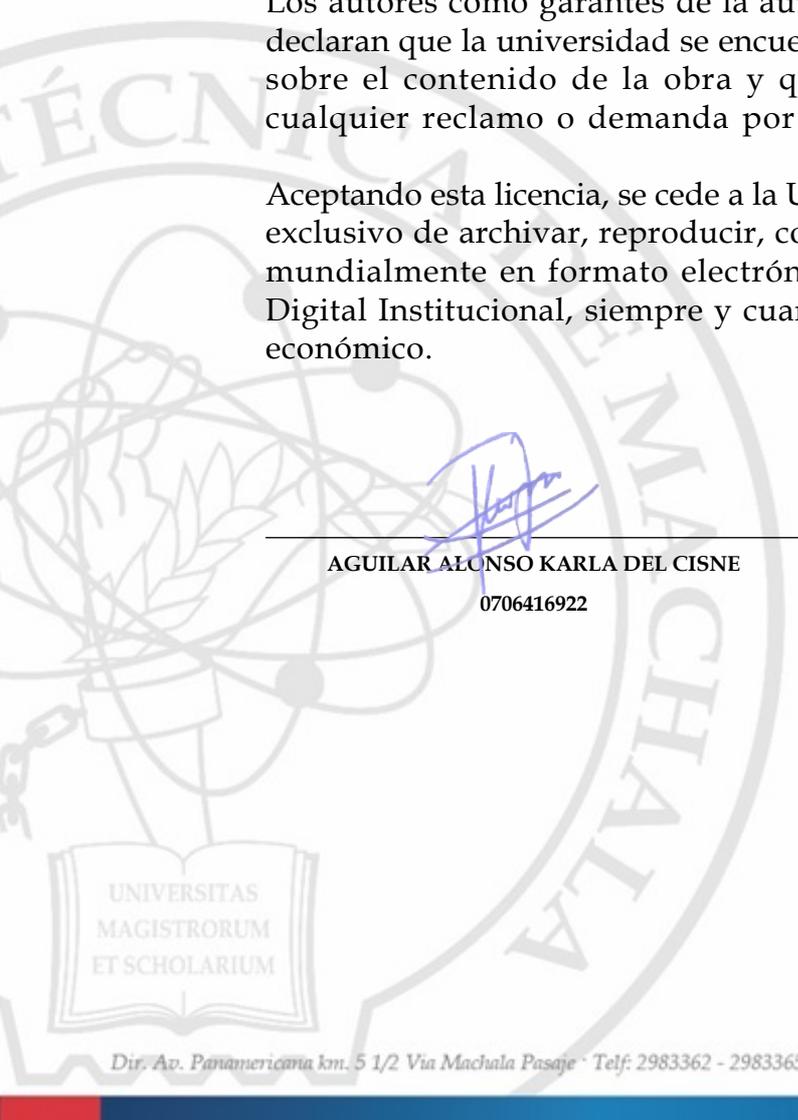
0706416922



---

CUENCA ESPINOZA OSCAR EMMANUEL

0705568814



UNIVERSITAS  
MAGISTRO-  
RUM  
ET SCHOLARIUM

## **Dedicatoria**

### **De Oscar Cuenca**

A mis padres. Por cada noche tarde, cada amanecer temprano. Por todas las veces que renunciaron a algo para darme lo suficiente. Por cada sacrificio que han realizado sin esperar nada a cambio. Por haber hecho a un lado sus sueños con tal de apoyar a los míos. Por enseñarme que el amor no solo se demuestra con palabras, que el estar a mi lado es la mayor muestra de ello. Por ayudarme a descubrir partes de mí que necesitaba conocer. Por haberme dado un hogar lleno de bondad, amabilidad, paciencia y fortaleza. Gracias por ser mi guía y parte esencial de mi vida.

### **De Karla Aguilar**

A mis padres, pilares fundamentales en este camino, quienes han sido mi apoyo constante y mi impulso en cada desafío. Gracias por darme todo para alcanzar mis objetivos, incluso cuando eso implicaba grandes sacrificios de su parte. A mi madre, que me ha inspirado a perseguir mis logros académicos, y a mi padre, quien me ha enseñado que la perseverancia es la clave del éxito. A mi hermana y su familia, que siempre me llenan de alegría, especialmente a mis sobrinos, a quienes deseo inspirar para que logren mucho más que yo. A mi novio, por su incondicional compañía y sus palabras de aliento en los momentos de incertidumbre. Este logro se lo dedico a ustedes con profunda gratitud y cariño.

## **Agradecimiento**

### **De Oscar Cuenca**

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mi familia. A mis padres, que con su apoyo y sacrificio me dieron la oportunidad de completarlo. A mi hermano, por alentarme siempre a superarme como persona. A los docentes, cuya guía fue fundamental. A todos los que participaron y han sido parte de este viaje, gracias por su apoyo y motivación.

### **De Karla Aguilar**

Quiero agradecer profundamente a mi tutor de tesis, Dr. Eduardo Tusa, por su guía y apoyo constante, siempre dispuesto a compartir su conocimiento. A mi cotutor, Mg. Jorge Armijos, por su valiosa colaboración y por enriquecer este proyecto con su experiencia. A mi compañero de tesis, Oscar Cuenca, por su apoyo y trabajo en equipo.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, apoyo emocional y por creer siempre en mí, incluso en los momentos más difíciles. A mi novio, Darío, por su paciencia, compañía y palabras de aliento cuando más lo necesité. Gracias por ser mi fuerza y motivación. Este logro es posible gracias a todos ustedes, y les estoy muy agradecida.

## **RESUMEN**

La tecnología está transformando rápidamente diversos ámbitos, entre ellos la educación, que enfrenta los desafíos de la era digital. En este contexto, el metaverso representa una oportunidad revolucionaria, abriendo nuevas posibilidades de enseñanza e interacción social. Varios países, como China y España, ya lo han implementado con éxito, utilizando herramientas como Unity y Blender para su desarrollo. Latinoamérica podría seguir este ejemplo e impulsar la implementación de estos entornos virtuales en la educación superior.

Este proyecto tuvo como objetivo el diseño y modelado de un prototipo del metaverso del campus Machala de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), para mejorar la experiencia de exploración y familiarización de los estudiantes de primer ingreso con las instalaciones del campus, dado que muchos aún no están familiarizados con el entorno. Se realizó una revisión de literatura académica que permitió identificar el impacto de tecnologías emergentes como el metaverso en la educación. Luego, se adoptó un enfoque descriptivo y cuasiexperimental, evaluado mediante una encuesta basada en el test de usabilidad de Jakob Nielsen, analizando la usabilidad, interactividad y familiarización del metaverso. El desarrollo del prototipo siguió la metodología ágil SCRUM, lo que permitió mejorar gradualmente el prototipo mediante Sprints.

Los resultados de la encuesta mostraron una percepción positiva de los estudiantes, con promedios superiores a 4 en la escala de Likert en las tres dimensiones evaluadas. Destacaron la utilidad del metaverso como herramienta para conocer los espacios universitarios de forma interactiva. En conclusión, este proyecto no solo facilita la exploración virtual del campus Machala, sino que también sienta las bases para futuras aplicaciones del metaverso en la educación superior, ofreciendo soluciones tecnológicas innovadoras y generando un impacto social positivo, al mismo tiempo que fortalece el prestigio de la Universidad Técnica de Machala.

## **PALABRAS CLAVE**

blender, bot IA, espacio virtual, metaverso, modelado 3D, realidad virtual, unity.

## **ABSTRACT**

Technology is rapidly transforming various fields, including education, which is facing the challenges of the digital age. In this context, the metaverse represents a revolutionary opportunity, opening new possibilities for teaching and social interaction. Several countries, such as China and Spain, have already successfully implemented it using tools like Unity and Blender for its development. Latin America could follow this example and promote the implementation of these virtual environments in higher education. This project aimed to design and model a metaverse prototype for the Machala campus of the Universidad Técnica de Machala (UTMACH) to improve the exploration and familiarization experience for first-year students with the campus facilities, as many are not yet familiar with the environment. A literature review was conducted to identify the impact of emerging technologies like the metaverse on education. Then, a descriptive and quasi-experimental approach was adopted, evaluated through a survey based on Jakob Nielsen's usability test, analyzing usability, interactivity, and familiarity within the metaverse. The development of the prototype followed the agile SCRUM methodology, which allowed for gradual improvements through Sprints. The results from the survey showed a positive perception among students, with averages above 4 on the Likert scale in all three evaluated dimensions. They highlighted the usefulness of the metaverse as a tool for interactively exploring the university spaces. In conclusion, this project not only facilitates virtual exploration of the Machala campus but also lays the foundation for future metaverse applications in higher education, offering innovative technological solutions and generating a positive social impact while enhancing the prestige of the Universidad Técnica de Machala.

## **KEYWORDS**

Blender, AI bot, virtual space, metaverse, 3D modeling, virtual reality, Unity.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
INTRODUCCIÓN .....	1
i. Declaración y formulación del problema.....	2
ii. Objeto de estudio y Campo de acción .....	3
iii. Objetivos .....	4
iv. Hipótesis y variables.....	4
v. Justificación .....	6
vi. Organización del documento .....	7
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	8
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
1.2. Antecedentes Históricos.....	8
1.3. Antecedentes teóricos .....	12
1.4. Antecedentes contextuales .....	19
1.4.1. Ámbito de aplicación .....	20
1.4.2. Establecimiento de requerimientos .....	20
CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	21
2.1 Definición del prototipo.....	21
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo.....	22
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación.....	22
2.2.2. Unidades de análisis.....	23
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos (requisitos) .....	25
2.2.4. Técnicas de procesamiento y análisis 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 .....	27
Asignación de Recursos y Herramientas .....	29
Establecimiento de Metas y Plazos.....	29
Reuniones .....	29
Documentación y Seguimiento .....	29
2.4. Ejecución del prototipo .....	32
CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO .....	35
3.1. Plan de evaluación .....	35
3.2. Resultados de la evaluación .....	42
CONCLUSIONES .....	56
RECOMENDACIONES.....	58
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
7. ANEXOS .....	64
Anexo 1 - Modelado 3D en Blender .....	64
Anexo 2 – Integración a Unity.....	77
Anexo 3 - Códigos .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de Problema .....	3
Figura 2: Línea de tiempo del metaverso .....	8
Figura 3: Antecedentes Teóricos .....	12
Figura 4: Aplicaciones del metaverso en el sector empresarial.....	13
Figura 5: Actividades de Scrum .....	16
Figura 6: Ubicación Campus Machala Fuente: [51].....	19
Figura 7: Primera fase de desarrollo del prototipo .....	21
Figura 8: Segunda fase de desarrollo del prototipo .....	21
Figura 9: Tercera fase de desarrollo del prototipo.....	22
Figura 10: Captura de fotografías en el espacio del campus .....	30
Figura 11: Reunión durante el desarrollo del sprint. ....	31
Figura 12: Reunión al finalizar un sprint.....	31
Figura 13: Pantalla inicial de la aplicación del metaverso .....	32
Figura 14: Menú de inicio del metaverso .....	33
Figura 15: Avatar dentro del metaverso .....	33
Figura 16: Avatar explorando el campus Machala de la UTMACH.....	34
Figura 17: Exploración del campus con el avatar .....	34
Figura 18: Cronograma de evaluación del prototipo.....	40
Figura 19: Resultados de pregunta 1,2 y 3 del apartado de Usabilidad.....	42
Figura 20: Resultados de pregunta 4 y 5 del apartado de Usabilidad.....	43
Figura 21: Resultados de pregunta 6,7 y 8 del apartado Interactividad. ....	44
Figura 22: Resultados de pregunta 9 y 10 del apartado de Interactividad.....	45
Figura 23: Resultados de pregunta 11, 12 y 13 del apartado Familiarización.....	46
Figura 24: Resultados de pregunta 14 y 15 del apartado Familiarización.....	47
Figura 25: Gráfico de cajas de tiempo de ejecución de tareas (en segundos) del grupo con mayor experiencia en el campus.....	48
Figura 26: Gráfico de cajas de tiempo de ejecución de tareas (en segundos) del grupo con menor experiencia en el campus.....	50
Figura 27: Gráfico de barras de intentos realizado por el estudiante 1. ....	52
Figura 28: Gráfico de barras de intentos realizados por el estudiante 2.....	53
Figura 29: Gráfico de barras de intentos realizado por el estudiante 3. ....	54
Figura 30: Imagen de referencia para modelar en Blender 3D.....	64
Figura 31: Ventana del software Blender 3D.....	64
Figura 32: Agregamos una imagen de referencia.....	65
Figura 33: Imagen de referencia agregada. ....	65
Figura 34: Agregamos un plano. ....	66
Figura 35: Ajuste del tamaño del plano.....	66
Figura 36: Cortes realizados en el plano. ....	67
Figura 37: Selección de caras.....	67
Figura 38: Uso de herramienta “Extrude Region”. ....	68
Figura 39: Seleccionamos la cara a pintar.....	68
Figura 40: Creamos un nuevo material para este objeto. ....	69
Figura 41: Obtenemos la cara con el color seleccionado y asignado. ....	69
Figura 42: Creación del cubo para hacer la ventana.....	70
Figura 43: División del cubo con la herramienta “Loop Cut”.....	70
Figura 44: Creación del marco de la ventana. ....	71

Figura 45: Añadimos profundidad a las caras usando la herramienta “Extrude Region” hacia atrás.	71
Figura 46: Creamos un suavizado en los bordes de los marcos con la herramienta “Bevel”.	72
Figura 47: Ventana terminada.	72
Figura 48: Creamos un cubo o un plano.	73
Figura 49: Nos dirigimos hacia la pestaña “Shading”.	73
Figura 50: Seleccionamos el nodo “Principled BSDF”.	74
Figura 51: Seleccionamos todos los formatos que conforman la textura.	74
Figura 52: Nos dirigimos a la pestaña "UV Editing".	75
Figura 53: Seleccionamos la opción "Smart UV Project".	75
Figura 54: Establecemos los valores deseados y guardamos cambios.	76
Figura 55: Resultado final.	76
Figura 56: Creamos un nuevo proyecto.	77
Figura 57: Damos clic en "Create Project" y esperamos.	77
Figura 58: Ventana de Unity con el proyecto creado.	78
Figura 59: Seleccionamos la opción Terrain.	78
Figura 60: Escogemos la opción "Package Manager".	79
Figura 61: Damos clic en la opción "Unity Registry".	79
Figura 62: Buscamos la opción "Terrain Tools".	79
Figura 63: Damos clic en la opción de Descargar.	80
Figura 64: Damos clic en la opción "Open in Unity".	80
Figura 65: Seleccionamos "Terrain Sample Asset Pack" y lo descargamos.	81
Figura 66: Importamos lo descargado.	81
Figura 67: Damos clic a "Install/Upgrade".	81
Figura 68: Seleccionamos la opción "Import".	82
Figura 69: Seleccionamos el terreno y damos clic en la opción "Paint Terrain" en el panel derecho.	82
Figura 70: Vamos al apartado de "Layers" y seleccionamos "Create".	83
Figura 71: Escogemos una textura de muestra.	83
Figura 72: Resultado final de agregarle textura al terreno.	84
Figura 73: Creamos una carpeta solo para los modelos 3D de los edificios.	84
Figura 74: Establecemos el nombre como "Models".	84
Figura 75: Realizamos clic derecho para escoger "Show in Explorer".	85
Figura 76: Creamos otra carpeta por cada modelo 3D de los edificios.	85
Figura 77: Tendrá el archivo .fbx de su modelo 3D como se muestra.	85
Figura 78: Observamos que se cargan los nuevos elementos.	86
Figura 79: Extrajimos las texturas.	86
Figura 80: Escogimos la carpeta donde guardar las texturas.	86
Figura 81: Damos clic en "Fix now".	87
Figura 82: Nos dirigimos a "Inspector" y escogemos "Extract Materials".	87
Figura 83: Escogimos el modelo 3D y lo arrastramos a la escena de Unity.	88
Figura 84: Escogimos la parte para ajustar.	89
Figura 85: Usamos "Offset" para desplazar el material.	89
Figura 86: Instalamos el complemento "Tools Terrain".	90
Figura 87: Buscamos "Player Armature" dentro del proyecto y lo arrastramos a la escena.	90
Figura 88: Buscamos PlayerFollowCamera y lo arrastramos a la escena.	91
Figura 89: Instalamos el complemento de "CinemachineBrain" en "Main Camera".	91
Figura 90: Insertamos "Player Armature".	91
Figura 91: Insertamos el "PlayerCameraRoot" que se encuentra dentro de "PlayerArmature".	92
Figura 92: Resultado final.	92

Figura 93: Escogimos una apariencia.....	93
Figura 94: El formato de descarga es FBX for Unity(.fbx).....	93
Figura 95: Arrastramos el personaje a la escena. ....	94
Figura 96: Escogimos el avatar con apariencia y hacemos los ajustes.....	94
Figura 97: Seleccionamos "PlayerArmature" y en su sección de "Animator" cambiamos su Avatar.95	
Figura 98: Se mueve un avatar sobre el otro. ....	95
Figura 99: Movimos el nombre que tiene el archivo dentro de "PlayerArmature". ....	95
Figura 100: Resultado final. ....	96
Figura 101: Creamos otra escena desde los tres puntos. ....	96
Figura 102: Guardamos el proyecto y guardamos la nueva escena en la misma ubicación de la otra.97	
Figura 103: Eliminamos la escena "SampleScene" desde "Remove Scene". ....	97
Figura 104: Creamos una nueva carpeta y pegamos los materiales que vamos a usar.....	97
Figura 105: Seleccionamos "Sequencing" y luego "Timeline". ....	98
Figura 106: Seleccionamos los botones y desde "Inspector" cambiamos el "Texture Type" a "Sprite". .....	98
Figura 107: Creamos un nuevo elemento en la escena con clic derecho. ....	98
Figura 108: Creamos otro objeto seleccionando "Create Empty". ....	99
Figura 109: Al nuevo objeto le nombramos "Video Player". ....	99
Figura 110: Seleccionamos el vídeo para el inicio.....	99
Figura 111: Después creamos otro elemento dentro de la carpeta que tenemos los demás materiales.100	
Figura 112: Cargamos el elemento que acabamos de crear en la parte de "Target Texture". ....	100
Figura 113: Cargamos el mismo elemento en la parte de "Texture". ....	101
Figura 114: Creamos otro elemento llamado "Sound Screen". ....	101
Figura 115: Luego creamos otro elemento "Raw Image". ....	102
Figura 116: Creamos un elemento "Button" – "TextMeshPro".....	102
Figura 117: Le agregamos la imagen que tenemos en la parte de "Source Image".....	103
Figura 118: Escalamos en el menú como se visualiza. ....	103
Figura 119: En el canvas que se encuentra estos elementos de los botones, lo seleccionamos y arrastramos el script llamado Menu_principal.....	104
Figura 120: Añadimos una acción.....	104
Figura 121: Dentro de Menú_principal elegimos Jugar. ....	105
Figura 122: Aplicamos la misma técnica con los demás botones. ....	105
Figura 123: Le agregamos el script SonidoMenu.....	106
Figura 124: Le agregamos el complemento "Audio Source". ....	106
Figura 125: Seleccionamos el objeto AudioButton y en "Sound Menu" el sonido para los botones.106	
Figura 126: Esto lo realizamos con los demás botones. ....	107
Figura 127: Añadimos los componentes de Playable Director y Audio Source, en Audio Source ingresamos el sonido de fondo en la parte de AudioClip. ....	107
Figura 128: Le agregamos el complemento "Playable Director". ....	108
Figura 129: En la pestaña "Timeline" creamos uno nuevo. ....	108
Figura 130: Agregamos dos Activation Track. ....	108
Figura 131: En el primer Activation Track agregamos el objeto Video Player. ....	109
Figura 132: Nos dirigimos a "File" y seleccionamos "Build Settings". ....	109
Figura 133: Agregamos las escenas que tenemos y cerramos.....	110
Figura 134: Tenemos nuestra interfaz de inicio. ....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables Dependientes e Independientes.....	5
Tabla 2: Antecedentes contextuales .....	19
Tabla 3: Establecimiento de requerimientos .....	20
Tabla 4: Estimación de la población .....	23
Tabla 5: Cálculo de la muestra. ....	24
Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	25
Tabla 7: Herramientas y/o Materiales .....	26
Tabla 8: Definición de tareas y descripción de las mismas.....	28
Tabla 9: Matriz de indicadores para evaluar el prototipo.....	36

## GLOSARIO

**Iteraciones:** Repetir varias veces un proceso con la intención de alcanzar una meta deseada, objetivo o resultado. A cada repetición del proceso también se le denomina una iteración.

**Presencia Virtual:** Resultado de todas las acciones encaminadas a crear y construir la identidad online de una persona física o jurídica en el ámbito de Internet.

**Realidad Virtual:** Es un entorno de escenas y objetos simulados de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él.

**Inmersivo:** Relativo a una experiencia que sumerge al usuario en un entorno virtual o simulado, creando la sensación de estar completamente dentro de ese entorno.

**Realidad Aumentada:** Tecnología que superpone información digital, como imágenes, sonidos o texto, sobre el mundo real, mejorando la percepción y la interacción del usuario con su entorno.

**Tridimensional:** Referente a un objeto o entorno que posee tres dimensiones (ancho, alto y profundidad), permitiendo una representación más realista y detallada en comparación con representaciones bidimensionales.

**Multiusuario:** Característica de un sistema, aplicación o entorno digital que permite la participación simultánea de múltiples usuarios, facilitando la interacción y colaboración entre ellos.

**Entorno digital:** Espacio creado mediante tecnologías informáticas donde los usuarios pueden interactuar con contenidos y herramientas digitales, comúnmente accesible a través de dispositivos electrónicos.

**Scripts:** Programas o secuencias de instrucciones escritos en un lenguaje de programación interpretado, diseñados para automatizar tareas dentro de un sistema operativo o aplicación de software.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como objetivo principal la creación de un metaverso del campus Machala de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), para representar virtualmente las instalaciones universitarias, se espera que este ambiente virtual les brinde a los estudiantes una plataforma interactiva que les permita familiarizarse con los entornos del campus, facilitándoles una experiencia para explorar y navegar por los espacios universitarios.

En los últimos años, el metaverso ha tenido un impacto notorio en la sociedad moderna, ha logrado ser parte del entretenimiento, en el sector financiero y, últimamente, en el ámbito educativo, posicionándose como una herramienta valiosa y visionaria en la interacción mediante entornos digitales. En Latinoamérica, factores como la alta conectividad entre la población joven y la creciente acogida del internet demuestran potencial para el auge de este tipo de tecnología. Sin embargo, aún existen desafíos como la desigualdad en el acceso a internet y, ciertamente, infraestructura digital limitada; pero, como se menciona posteriormente, hay muchos más elementos que traen consigo la implementación de este tipo de entornos, detallados mediante ejemplos de otros países que ya se encuentran utilizando estas tecnologías. Los principales retos del metaverso aumentan a medida que se integra la socialización a este entorno, ya que se necesita un código de comportamiento y normativas a seguir. No obstante, en un alcance menor, el metaverso puede servir como una herramienta controlable e innovadora.

Este proyecto de investigación busca permitir que los estudiantes conozcan las instalaciones del campus Machala de manera virtual, a través de un espacio digital interactivo. Utilizando técnicas de modelado 3D, programación en Unity y un bot asistente integrado con el plugin Convai, que guiará a los estudiantes durante su exploración respondiendo preguntas relacionadas al campus y la Universidad; para crear estos modelos virtuales, se investigaron las herramientas necesarias para integrar el bot en este ambiente digital.

La metodología de trabajo empleada en este proyecto es SCRUM, que nos brindará un enfoque ágil que permite desarrollar el prototipo de manera iterativa, de esa manera en cada fase del proyecto se ajustará de acuerdo a su avance y para cumplir los objetivos establecidos.

## **i. Declaración y formulación del problema**

El metaverso se ha convertido en una de las grandes revoluciones tecnológicas del momento, con un crecimiento impresionante en industrias como la educación, el entretenimiento, el comercio y el trabajo remoto. Debido a su población joven y siempre conectada, América Latina se presenta en este contexto como una región con importantes oportunidades para adoptar el metaverso, aunque, como en todas partes, existen dificultades como el acceso desigual a Internet y la limitada infraestructura digital, las cuales detienen su crecimiento e implementación global [1].

En el Ecuador, la tecnología del metaverso aún no ha sido implementada a gran escala, por lo que todavía se encuentra en sus primeras etapas sentando cimientos. No obstante, la Universidad Técnica de Machala tiene la posibilidad de transformarse en líder regional al incorporar esta tecnología para el beneficio de los estudiantes. Con su implementación los estudiantes de nuevo ingreso podrían familiarizarse con el campus Machala de manera virtual, sin tener que estar físicamente presentes. Además, este entorno digital no sólo permitiría a los estudiantes explorar, sino que también contaría con herramientas innovadoras como modelos 3D de las aulas y los instrumentos de laboratorio, también un bot asistente basado en inteligencia artificial que guiaría a los usuarios y respondería dinámicamente a sus preguntas.

Sin embargo, para implementar esta tecnología existen algunos impedimentos, como la falta de financiación, la formación técnica necesaria de modelamiento 3D y las limitaciones de la infraestructura digital de la institución. Para garantizar el éxito de la implantación del metaverso y su funcionalidad como herramienta innovadora, es necesario abordar varios aspectos. En la Figura 1 se presenta un árbol del problema, que detalla las causas y efectos de las dificultades que enfrentamos.

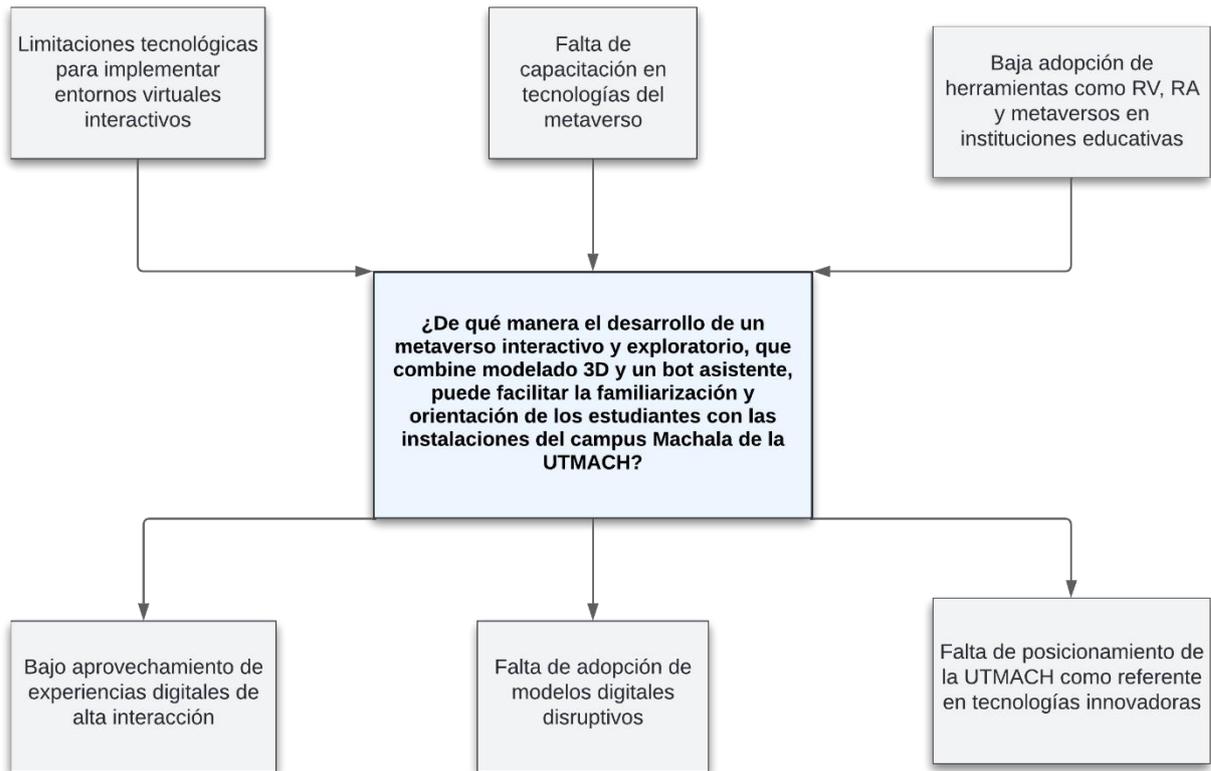


Figura 1: Árbol de Problema

## Formulación del problema

¿De qué manera el desarrollo de un metaverso interactivo y exploratorio, que combine modelado 3D y un bot asistente, puede facilitar la familiarización y orientación de los estudiantes con las instalaciones del campus Machala de la UTMACH?

## ii. Objeto de estudio y Campo de acción

### Objeto de estudio

Creación de un entorno digital interactivo que permita a los estudiantes explorar de manera virtual las instalaciones del Campus Machala de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH).

## **Campo de acción**

Desarrollo de un entorno digital interactivo para la exploración del campus. Este proceso usa diversas disciplinas, como el modelado 3D utilizando Blender, el diseño de entornos virtuales a través de Unity y la integración de un bot de asistencia de inteligencia artificial mediante un plugin.

### **iii. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Desarrollar el metaverso del Campus Machala de la Universidad Técnica de Machala, utilizando técnicas de modelamiento y programación en entornos 3D para la creación de un ambiente virtual interactivo que permita la exploración de sus instalaciones.

#### **Objetivos específicos:**

- Realizar una búsqueda exhaustiva de investigaciones para el desarrollo del estado del arte sobre el metaverso, enfocado en su implementación en Unity, realidad virtual y la integración de inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos.
- Diseñar un modelo 3D del campus Machala en Blender, utilizando referencias fotográficas para una representación precisa.
- Crear un entorno interactivo en Unity que permita a los usuarios explorar las instalaciones disponibles.
- Integrar un bot de inteligencia artificial en Unity, mediante el plugin Convai, para ofrecer a los usuarios información detallada sobre las instalaciones del campus.
- Evaluar la usabilidad, la calidad de la interacción con el bot y el nivel de familiarización de los estudiantes con el prototipo del metaverso mediante la aplicación de un test de usabilidad adaptado según las directrices de Jakob Nielsen.

### **iv. Hipótesis y variables**

#### **Hipótesis principal (o preguntas de investigación)**

El desarrollo de un prototipo de Metaverso para el campus Machala de la Universidad Técnica de Machala, mejorará la experiencia de exploración de las instalaciones mediante la evaluación de indicadores como usabilidad, interactividad y familiarización.

## Variables y dimensionamiento (o categorización)

En la Tabla 1 podemos observar las variables dependientes e independientes acerca la hipótesis.

Tabla 1: Variables Dependientes e Independientes

Variables	Categorías	Indicadores	Técnicas
<b>Variable Independiente:</b> Desarrollo de un ambiente virtual mediante un metaverso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metaverso</li> <li>• Realidad Virtual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de imágenes de referencias.</li> <li>• Creación de una infraestructura en Blender.</li> <li>• Exportación de Blender a Unity.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar fotos del Campus Machala.</li> <li>• Emplear colores y texturas similares mediante las herramientas de Blender.</li> <li>• Aplicar técnicas de importación y configuraciones en Unity.</li> </ul>
<b>Variable Dependiente:</b> Exploración e interacción con el entorno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usabilidad</li> <li>• Interactividad</li> <li>• Familiarización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegación</li> <li>• Funcionalidad</li> <li>• Intuición</li> <li>• Interacción</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Precisión</li> <li>• Tiempo de respuesta</li> <li>• Interacción</li> <li>• Utilidad</li> <li>• Relevancia</li> <li>• Identificación de áreas</li> <li>• Realismo</li> <li>• Ambiente</li> <li>• Minuciosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar encuestas con escala de Likert a los estudiantes para evaluar las dimensiones de usabilidad, interactividad y familiarización.</li> <li>• Recopilar y analizar datos estadísticos obtenidos de los resultados de las encuestas.</li> </ul>

## **v. Justificación**

El avance tecnológico ha permitido desarrollar soluciones que facilitan la vida diaria y resuelven problemas prácticos en muchos ámbitos. Uno de los conceptos más innovadores en este sentido es el metaverso, un espacio virtual sin restricciones físicas [1], que ofrece una experiencia interactiva y creativa para innovar la manera en la que socializamos.

El presente proyecto propone la creación de un metaverso desarrollado con Unity, de la mano con herramientas de modelado 3D en Blender. El objetivo principal es brindar a los estudiantes de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) [2] una plataforma interactiva e intuitiva que les permita explorar y familiarizarse con las instalaciones del Campus Machala. Esta herramienta es particularmente útil para los estudiantes que están en primeros semestres, comenzando la universidad, ayudándoles a integrarse y reconocer sus alrededores sin siquiera estar presencialmente allí.

Este prototipo se presenta como una herramienta tanto informativa como exploratoria, en la que los estudiantes podrán interactuar con diferentes elementos del entorno y recibir orientación mediante un bot asistente; este responderá preguntas sobre el campus y ayudará a los estudiantes a orientarse mejor. Esta propuesta tecnológica no solo resuelve la necesidad de orientación inicial para los estudiantes, sino que también posiciona a la UTMACH como una institución innovadora que adopta tecnologías emergentes, mejorando la experiencia de la comunidad estudiantil. A largo plazo, no solo esperamos que este prototipo sea una herramienta de exploración, sino que también aspire a convertirse en una plataforma integral para el aprendizaje, la colaboración y el crecimiento académico, transformando la manera en que los estudiantes interactúan en los espacios de la universidad [1]. Además, los beneficios no solo se limitan a los estudiantes, también se extienden a los docentes, quienes podrán impartir clases, realizar reuniones virtuales y ofrecer soporte académico sin las limitaciones físicas tradicionales.

## **vi. Organización del documento**

El actual documento está conformado por tres capítulos, los cuales representan el proceso por el que se llevó a cabo este proyecto de titulación. El contenido de cada capítulo es:

Capítulo I: Este capítulo contiene toda la teoría relacionada con el proyecto, además de los antecedentes, desde el histórico a los teóricos y contextuales.

Capítulo II: Dentro de este capítulo se encuentra todo el proceso del desarrollo del prototipo usando la metodología elegida y propuesta en el primer capítulo.

Capítulo III: Por último, el tercer capítulo proyecta las pruebas del prototipo y los resultados de la evaluación.

# CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes de la Investigación

Para el desarrollo del estado del arte o fundamentación teórica, se optó por usar la Metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SRL: Review of the Literature).

## 1.2. Antecedentes Históricos

En la Figura 2 se observan de mejor manera los resultados de la búsqueda de los antecedentes históricos a partir de una vista cronológica.



Figura 2: Línea de tiempo del metaverso

El concepto de "metaverso" nació en 1992, cuando el escritor Neal Stephenson lo utilizó en su novela llamada "Snow Crash" para describir un mundo virtual interactivo en el que los usuarios se conectaban a través de avatares para participar en diferentes actividades. Esta idea inicial del metaverso estableció los cimientos para lo que hoy conocemos como entornos virtuales inmersivos, dando inicio a la era digital que transformaría la manera en que las personas interactúan virtualmente [2].

En 2003, el nacimiento de la plataforma *Second Life* significó un acontecimiento único para los fanáticos de las novelas de ciencia ficción, ya que esta plataforma no solo permitió a los usuarios interactuar entre sí, sino también les permitió desarrollar sus propios "mundos", donde técnicamente creaban una vida, marcando un antes y un después en la historia de los entornos virtuales, llegando a ser considerada la representación más cercana del metaverso en sus inicios, ganando popularidad rápidamente por su innovadora manera de ofrecer a los usuarios vivir experiencias en multijugador, customizar sus personajes, sus historias y dejar su imaginación fluir [3].

Con el pasar de los años, otras plataformas contribuyeron a la expansión del metaverso, como es el caso de Roblox en el año 2006, cuando se destacó como una plataforma de creación de juegos online, y en poco tiempo, se convirtió en un espacio donde se organizaban todo tipo de eventos desde lo más simples hasta de gran escala, como conciertos y fiestas. Esta característica tan innovadora, que hasta su fecha no existía, abrió nuevas posibilidades para la interacción en el metaverso, donde no solo se fomentaba la interacción social, sino también la creación de experiencias virtuales, abriendo incluso más el alcance de lo que un metaverso podría ofrecer a los usuarios [3]. Incluso hasta la fecha actual, Roblox sigue siendo muy relevante en la cultura de los jóvenes, quienes mantienen esta plataforma viva.

Más adelante, por el año 2011, el concepto de metaverso alcanzó más visibilidad en la cultura general gracias a la novela de ciencia ficción *Ready Player One*, que llegó a los cines internacionalmente en el año 2018. Esta película catapultó la idea del metaverso a un ambiente más popular, siendo reconocida como una visión futurista del espacio virtual en la que la gente podría interactuar y vivir experiencias profundas en entornos digitales. Su estreno generó gran emoción entre los jóvenes, quienes cada vez más están interesados en conocer sobre esta tecnología. Este tema se intensificó en el año 2020, cuando Facebook (ahora Meta), adoptó como nuevo nombre “Meta”, induciendo al término “Metaverso” como parte de su estrategia empresarial, mostrando a los usuarios la visión futura de la empresa en cuanto a esta tecnología. De esta manera, posicionando al metaverso, la realidad virtual y la realidad aumentada como tecnologías clave para una nueva fase de interacciones digitales, en la que los usuarios no solo socializan, sino que también trabajan, aprenden, compran y crean en el mismo entorno virtual [2].

Actualmente, el metaverso es conocido como un espacio de inmersión tridimensional, donde los usuarios pueden relacionarse en tiempo real, aunque el metaverso poco a poco ha ido evolucionando más allá, integrando tecnologías como inteligencia artificial (IA), blockchain, redes móviles avanzadas con 5G e Internet de las cosas (IoT). Estos cambios han permitido expandir las capacidades de esta tecnología, haciendo ver posible muchas cosas más que la simple socialización, sino también el desarrollo de experiencias tanto para sectores como entretenimiento, la economía y la educación [2]. Mirando más de cerca el ejemplo del sector financiero, es quien se ha involucrado más al metaverso desde su auge, pues incluso han llegado al lanzamiento de tokens virtuales para realizar transacciones en plataformas del metaverso, formando así el mercado financiero del metaverso [4].

Instrumentos como *Unity* y *Blender*, se han convertido en esenciales herramientas para la creación

y modelado de entornos virtuales; en especial Unity, que ha sido utilizado para crear entornos 3D, gracias a su motor integrado, permitiendo que los desarrolladores ofrezcan experiencias interactivas en entornos de realidad virtual y aumentada, esta combinación de Unity con otras herramientas, como *Blender* para el modelado 3D, ha facilitado la creación de entornos como los de las universidades, donde se modelan espacios educativos que simulan la experiencia real de estar en el campus [5][6].

El metaverso también ha trascendido, convirtiéndose en un instrumento de gran impacto en el ámbito educativo; países como Brasil, han explorado el uso del metaverso para facilitar la educación, aunque no sin críticas, ya que algunos expertos advierten sobre la posibilidad de que las brechas digitales entre instituciones públicas y privadas puedan profundizarse con la expansión de estas tecnologías, aprovechando su capacidad para proporcionar un acceso más equitativo a la educación, permitiendo que los estudiantes participen de manera remota en entornos virtuales, ha generado gran interés [7].

El gobierno chino ha impulsado la realidad virtual en el metaverso para modernizar y adaptar la educación superior, promoviendo a través de aulas inmersivas experiencias en el aprendizaje autónomo y colaborativo; la adaptación también ha traído consigo preocupaciones sobre la seguridad de estos espacios virtuales dando lugar a un debate sobre la necesidad de regular estos entornos con el fin de garantizar un uso seguro y ético [7].

En cambio, Europa ha demostrado su compromiso con la regulación del metaverso a través de iniciativas como el Reglamento del Mercado Único de Servicios Digitales ("DSA") de la Comisión Europea, que establece las responsabilidades de los proveedores de servicios digitales; el marco regulatorio refleja la importancia de abordar las implicaciones legales y éticas del metaverso a medida que se expanden sus aplicaciones [7].

En general, el metaverso ha demostrado ser una herramienta valiosa en la educación, atribuyendo su importancia a áreas como la visualización, la reducción de costos y a ciertos riesgos asociados a actividades prácticas; la flexibilidad de presencia virtual ofrece, a los estudiantes la oportunidad de acceder a contenidos educativos sin importar su ubicación geográfica y experimentar en un entorno virtual elementos que serían imposibles de replicar en el mundo físico. Esta capacidad de proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas puede enriquecer el proceso educativo de manera significativa [8][9].

No obstante, la implementación del metaverso en la educación presenta desafíos, tales como la falta de infraestructura adecuada y la preocupación por la equidad en el acceso, todas estas siguen siendo barreras importantes que deben abordarse cuando del metaverso se está hablando. A parte de ofrecer nuevas formas de interacción, estudios sugieren que la herramienta no es completamente apta para el aprendizaje, dado que la interacción personal y la comunicación directa en persona aún siguen siendo primordiales para una experiencia educativa significativa [10]. Tal como se demostró en Corea del Sur, cuando se implementó un proyecto de metaverso usando la tecnología de realidad virtual (VR) en la educación moral en la primaria, las estimulaciones visuales y auditivas de la VR atraen la atención y motivación de los estudiantes, pero existe dificultad para mejorar el juicio moral, lo que sugiere la necesidad de un enfoque educativo más profundo y estructurado para el proceso de enseñanza [11].

### 1.3. Antecedentes teóricos

Para orientar mejor el marco teórico, en la Figura 3 se puede observar un mapa correspondiente a los temas relevantes del trabajo.

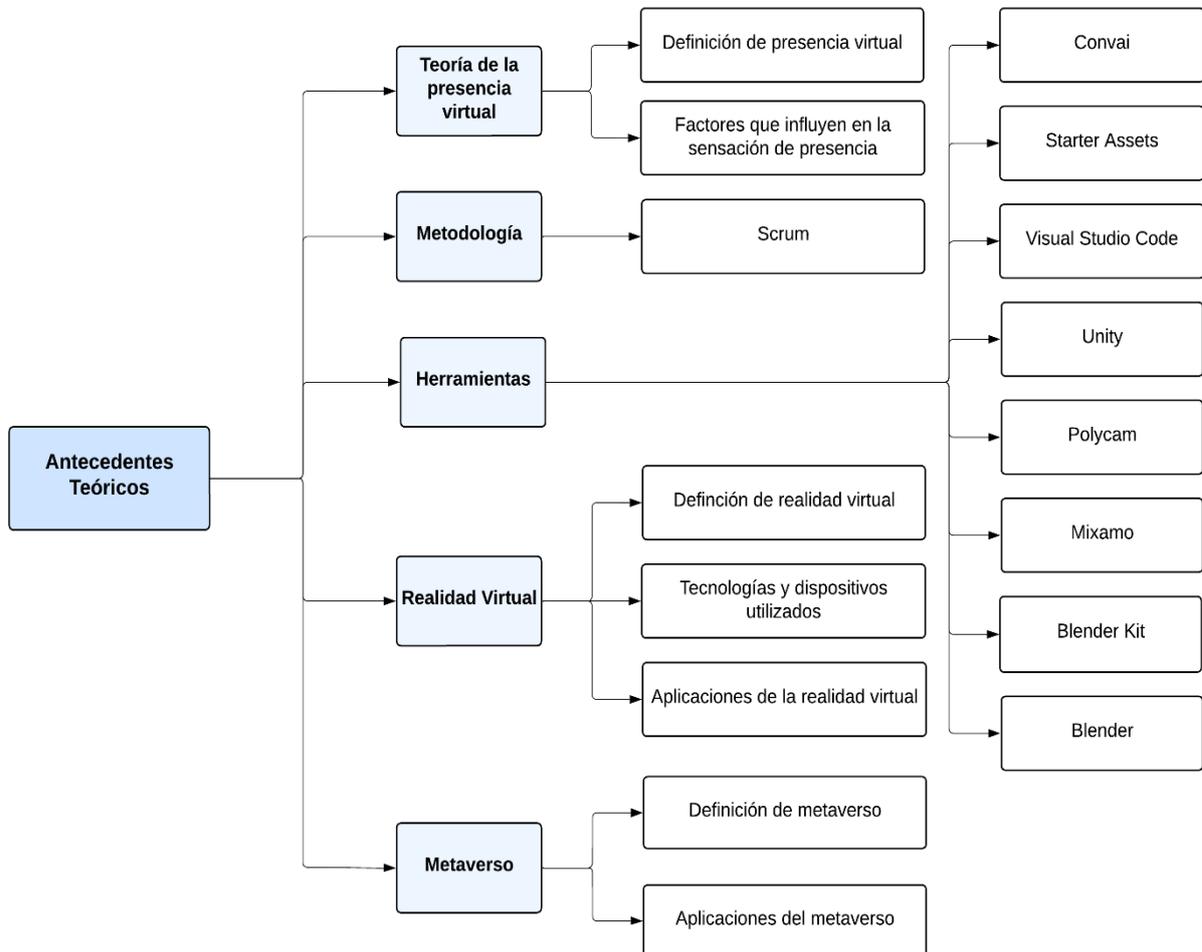


Figura 3: Antecedentes Teóricos

## Metaverso

### Definición de Metaverso

Según el documento citado en [12], el metaverso se define como un mundo virtual y online donde múltiples avatares interactúan, creando interacciones en entornos programados.

La tecnología empleada facilita las interacciones con entornos virtuales, sus objetos digitales y personas [13]. Si bien estos entornos proporcionan múltiples aplicaciones, el documento citado en [14] destaca que la arquitectura de los metaversos se enfoca a una proyección estratégica mediante fases, pasos, sistema de interacción y entorno.

## Aplicaciones del Metaverso

Las aplicaciones de esta tecnología se ajustan a las necesidades y oportunidades que las personas enfrentan. Documentos como los citados en [15], [16] indican que los sectores en que sus aplicaciones son más destacadas incluyen la inmobiliaria, el entretenimiento y las finanzas.

Desde el sector empresarial, podemos observar con mayor claridad cómo una tecnología se va incorporando, aprovechando diversas oportunidades y evolucionando en otros ámbitos. Como referencia, observemos la Figura 4 elaborada por los autores del documento citado en [17], donde se identifican los principales sectores empresariales en los que el metaverso se está explotando.

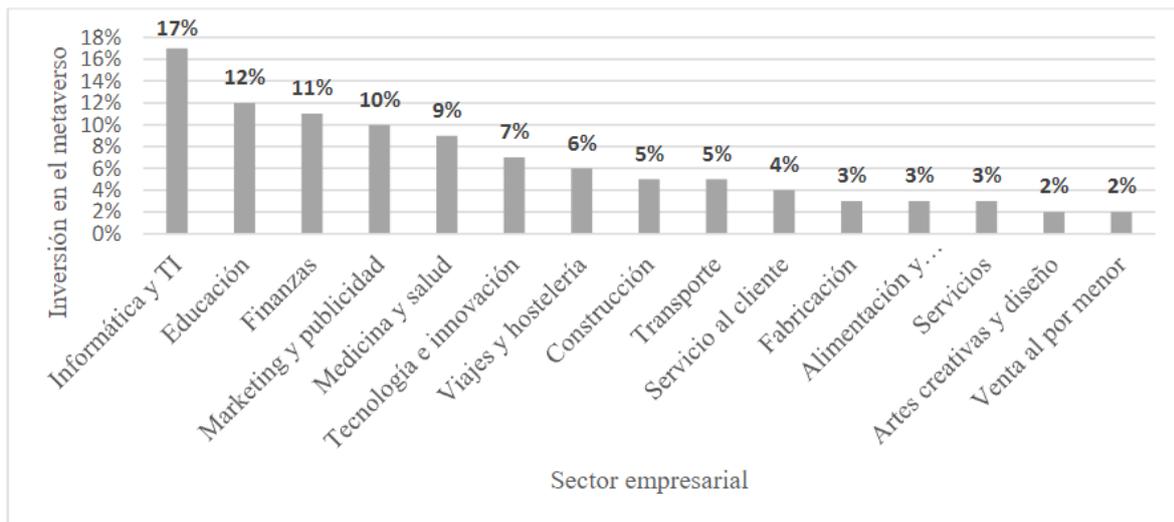


Figura 4: Aplicaciones del metaverso en el sector empresarial

Fuente: [17]

Se observa que los tres sectores principales que están aprovechando el metaverso son Informática y TI con 17%, Educación con 12% y Finanzas con 11%. Esto indica que el metaverso se está viendo cada vez más como una nueva fuente de ingresos y oportunidad de negocio, lo que abre la puerta a su desarrollo continuo como tecnología en tendencia.

## Realidad Virtual (RV)

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE), la realidad virtual es una representación de escenas o imágenes de objetos generada por un sistema informático, que crea la ilusión de su existencia real [18].

Entre las diversas definiciones que se le ha dado a la realidad virtual, se destaca un punto central que es la “inmersión” [19], [20], [21]. Siguiendo la definición por parte del documento citado en [22], la realidad virtual se define como un entorno tridimensional simulado por computadora, creado para reproducir escenarios e interacciones del mundo real o ficticio, facilitando así actividades laborales, educativas y de salud.

## **Tecnologías y Dispositivos utilizados**

La realidad virtual utiliza varias tecnologías que trabajan juntas para lograr una interacción envolvente con el entorno, que permite al usuario interactuar con el mismo. Según el documento citado en [23], estas tecnologías incluyen:

- El procesador se encarga de hacer los cálculos y crear los gráficos necesarios para crear el entorno virtual en tiempo real.
- La aplicación, un software especializado que, además de generar el contenido virtual, también controla las interacciones dentro de ese mundo digital.
- El display, como las gafas de realidad virtual, que permiten al usuario ver el entorno virtual y sentirse inmerso en él.
- Los sensores, como acelerómetros, giroscopios y sensores de posición, que detectan los movimientos del usuario, permitiendo una interacción fluida y natural con el entorno virtual.
- Los periféricos, como controladores, guantes y otros dispositivos que permiten al usuario tocar, manipular, moverse e interactuar con el entorno virtual.

Para experimentar una mayor inmersión, se utilizan dispositivos que facilitan esta transacción de experiencias. A partir de [24] y junto con los dispositivos actuales, encontramos los siguientes:

- Oculus Quest 2 [25]
- Valve Index [26]
- Playstation VR2 [27]
- HTC Vive Pro 2 [28]
- HP Reverb G2 [29]

## **Aplicaciones de la Realidad Virtual**

Aunque la Realidad Virtual es principalmente conocida por su papel en el entretenimiento, especialmente en los videojuegos [30], su aplicación no se limita únicamente a este ámbito. De hecho, [24] hace referencia a otros campos de aplicación donde la Realidad Virtual también tiene impacto significativo:

- Educación.
- Militar.

- Medicina.
- Psicoterapia.
- Arte y entretenimiento.
- Videojuegos.

## **Presencia Virtual**

La presencia virtual se refiere a la sensación de “estar ahí”, donde los usuarios experimentan el entorno virtual como si fuera real [31],[32]. Esta sensación se puede clasificar en varios tipos, como la presencia espacial, la encarnación o autopresencia y la presencia social [33].

La presencia espacial es la sensación de estar físicamente ubicado en el entorno virtual; la encarnación describe la sensación de que el cuerpo virtual representa al cuerpo real del usuario, y la presencia social enfatiza la percepción de estar conectados con otros usuarios [34], [35].

## **Factores que influyen en la sensación de presencia**

La inmersión es un aspecto fundamental al momento de clasificar la Realidad Virtual como inmersiva o no. Según el documento citado en [36], los factores que influyen en el impacto de la inmersión incluyen:

- El tamaño del campo de visión del usuario.
- El tamaño del campo de visión en el que el usuario puede orientarse.
- El tamaño de la pantalla.
- La resolución de la pantalla.
- La estereoscopia.
- La reproducción.
- El realismo de la luz.
- La velocidad de fotogramas.
- La frecuencia de actualización.

El estudio mencionado en [23] indica que las modificaciones de los factores mencionados tienen un efecto positivo en la sensación de presencia en el mundo virtual. Además, resalta la aceptación por parte de los usuarios de esta tecnología.

## Metodología

### Scrum

Scrum es una metodología ágil de diseño y desarrollo que surgió como una nueva forma de coordinar el esfuerzo humano. Su implementación crea un entorno de desarrollo controlado, con un conjunto de actividades supervisadas, controladas y validadas de manera organizada. Esta metodología se caracteriza por ser ágil, flexible, adaptándose a las necesidades de los requisitos del proyecto. Además, en caso de presentar eventualidades, se resuelven en equipos de trabajo coherentes y pertinentes, abordando los problemas de forma individual para lograr avances exitosos en la implementación del proyecto [37].

Entre los roles principales en Scrum se destacan: el propietario del proyecto o producto, el Scrum Master y los miembros del equipo de desarrollo. Durante su implementación, se emplean los sprints, que son periodos de tiempo fijo en los que se construye y entrega el producto. Esta metodología prioriza el final sobre su documentación. A partir del documento citado en [38], las siguientes actividades que se muestran en la Figura 5 son las principales que integra Scrum:

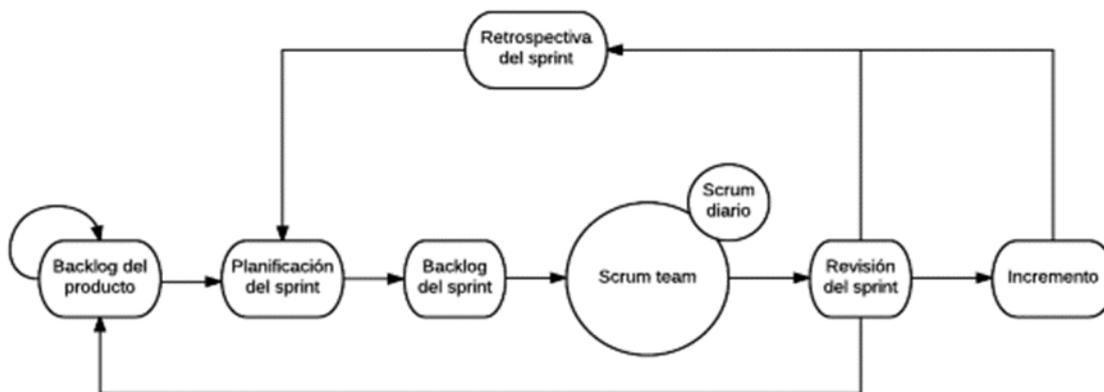


Figura 5: Actividades de Scrum

Fuente: [38]

A partir de [39], se identifican las siguientes etapas que se desarrollan con Scrum:

- **Product Backlog.** A partir de una lista de elementos que se requieren por parte de usuarios, se realiza un orden donde se priorizan las características más importantes y luego de estas las demás que no tienen un gran impacto.
- **Sprint Planning.** En esta parte se comienzan a desarrollar los elementos pendientes de manera que se realizan primero los de mayor prioridad y se hacen preguntas hacia las partes interesadas, para conocer mejor las características del producto.

- **The Sprint.** Aquí se comienza a desarrollar el Sprint con los elementos actuales a desarrollar; junto con reuniones, se llevan revisiones para supervisar el progreso y se realizan pruebas a medida que se lo agrega al producto.
- **Completed Sprint.** Si los elementos previstos a entregar con el Sprint han sido finalizados, se dice que se ha completado un Sprint. Se pueden realizar pruebas por parte de los clientes o partes interesadas.
- **Review.** Mediante una reunión, se revisa que el trabajo esté o no esté funcionando de la manera correcta, y mediante esto se pretende implementar mejoras dentro del equipo de desarrollo.
- **Repeat.** Luego de haber revisado el trabajo, se prosigue de nuevo al inicio, se toman los elementos que están en la lista de pendientes y se realizan los mismos pasos para entregar el Sprint.

## Herramientas

### Blender

Su página oficial [40] declara el software Blender como un conjunto de herramientas de creación 3D de código abierto. Resaltan la compatibilidad de Blender en procesos 3D como el modelado, montaje, animación, simulación, renderizado, composición e incluso edición de video y creación de juegos.

La licencia de este software es libre; como indican en su página oficial [41], puede ser usado libremente para cualquier propósito, ya sea comercial o educativo. De manera que lo convierte en una plataforma popular, asequible, fácil de usar y con una comunidad activa [42].

Al ser multiplataforma, funciona con diferentes sistemas operativos como Windows y Macintosh. Al ser de código abierto, la comunidad puede participar en cambios dentro del software, añadiendo nuevas funciones, realizando correcciones y mejorando su usabilidad.

### Blender Kit

Blender Kit es un add-on que se puede incorporar en Blender; en su página oficial [43], definen a Blender Kit como una plataforma que proporciona una base de datos en línea de materiales, pinceles y modelos que se pueden acceder mediante este add-on en Blender. Comparte una base de datos de materiales y pinceles completamente gratuitos, mientras que para acceder a mejores modelos se necesita una suscripción.

## **Mixamo**

Es una plataforma que permite trabajar con personajes animados en 3D, que ofrece una amplia colección de personajes, que incluyen dibujos animados, personajes realistas, de ciencia ficción y otros. Gracias a sus texturas y capacidad de personalización, es posible adaptar los modelos a las animaciones que se tienen previstas. Además, ofrece la posibilidad de descargar en múltiples formatos para los diferentes propósitos [44].

## **Polycam**

Esta aplicación nos permite capturar objetos digitalmente para luego obtener su 3D. Mediante capturas se consigue escanear diferentes trabajos que luego son usados para los escenarios que queramos, como arte 3D, creación de escenas, efectos visuales y demás representaciones 3D [45].

## **Unity**

Como se indica en su página oficial [46], es un motor de desarrollo en tiempo real que permite la colaboración de desarrolladores y artistas en proyectos inmersivos e interactivos.

Posicionado como uno de los principales motores de desarrollo de la realidad virtual, sus aplicaciones predominan en el sector del entretenimiento como simulaciones y videojuegos. Además, es compatible con múltiples plataformas con desarrollo de escenas 2D y 3D, obteniendo una aceptación positiva por parte de los desarrolladores y empresas [47].

## **Visual Studio Code**

Visual Studio Code es un editor de código gratuito y accesible que funciona en Windows, macOS y Linux. Es compatible con una gran variedad de lenguajes de programación, como Python, Java, C++, C#, JavaScript, entre otros. Además, ofrece una extensa colección de extensiones que facilitan el trabajo con distintos lenguajes y entornos de desarrollo, lo que lo convierte en una herramienta flexible y poderosa para programadores de todos los niveles. Entre sus funcionalidades se destacan la finalización de código inteligente, la depuración avanzada, las sugerencias de parámetros, la navegación más rápida y herramientas de refactorización [48].

## **Starter Assets**

Es un controlador básico y gratuito de personajes en primera y tercera persona para Unity, que utiliza paquetes Cinemachine e Input System. Este controlador, además de ser liviano, permite una integración sencilla y eficiente en proyectos, proporcionando una experiencia de inmersión mejorada y efectiva en el entorno virtual [49].

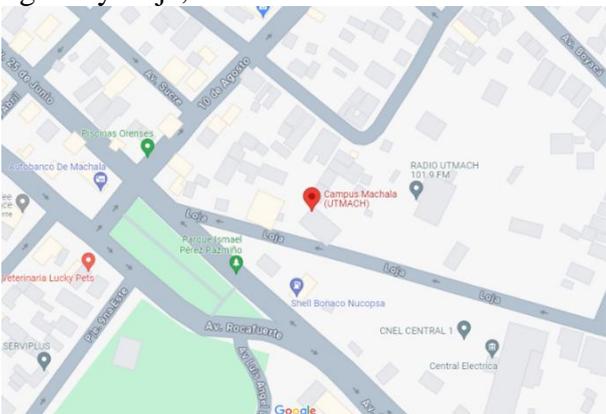
## Convai

Convai es una herramienta que integra la creación de avatares con capacidades de inteligencia artificial, permitiendo a los usuarios diseñar personajes con personalidades y comportamientos personalizados para interacciones dinámicas[50].

### 1.4. Antecedentes contextuales

El presente trabajo consiste en desarrollar un Metaverso del Campus Machala usando modelos 3D que se realizarán mediante Blender y emplear Unity como motor de Realidad Virtual, para que la comunidad estudiantil pueda experimentar un entorno virtual del Campus Machala. En la Tabla 2, se muestran datos de la facultad y carreras que se encuentran en el Campus Machala, así como la ubicación que se observa en la Figura 6.

Tabla 2: Antecedentes contextuales

<b>Facultad de Ciencia Sociales – Campus Machala</b>	
<b>Autoridades</b>	Decano: Ab. José Eduardo Correa Calderón, Mg. Sc. Subdecana: Lcda. Rosa Mirian Caamaño Zambrano, Mg. Sc.
<b>Carreras</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Artes Plásticas y Visuales</li><li>• Pedagogía de las Ciencias Experimentales</li><li>• Comunicación Social</li><li>• Comunicación</li><li>• Derecho</li><li>• Sociología</li><li>• Trabajo Social</li></ul>
<b>Ubicación</b>	10 de agosto y Loja, Machala 

*Figura 6: Ubicación Campus Machala*  
Fuente: [51]

### 1.4.1. **Ámbito de aplicación**

El proyecto del Metaverso Campus Machala ha sido diseñado como una herramienta accesible que busca mejorar la forma en que los estudiantes interactúan con su entorno universitario y facilitar su familiarización con las instalaciones del campus. Este prototipo estará disponible para los estudiantes matriculados en diversas carreras en formato de aplicación de escritorio, brindándoles la oportunidad de explorar virtualmente el campus a través de un entorno interactivo creado con Unity3D y Blender.

Para asegurarse de que el sistema cumpla con sus objetivos, se realizarán pruebas con grupos seleccionados de estudiantes, quienes compartirán sus experiencias y calificarán aspectos clave de la herramienta. Este metaverso no solo busca ofrecer una nueva forma de interactuar con el campus, sino también permitir un acceso más fácil e intuitivo a las instalaciones académicas, ayudando a los estudiantes a adaptarse mejor y más rápidamente al ambiente educativo.

### 1.4.2. **Establecimiento de requerimientos**

En la Tabla 3, se pueden apreciar los requerimientos establecidos para este trabajo.

*Tabla 3: Establecimiento de requerimientos*

<b>Requerimiento</b>	<b>Descripción Detallada</b>	<b>Prioridad</b>
Creación del avatar.	Diseñar un avatar que permita a los usuarios interactuar dentro del metaverso.	Alta
Modelados 3d de las instalaciones reales.	Crear modelos tridimensionales detallados de las instalaciones del campus, incluyendo edificios, aulas, áreas comunes y laboratorios, utilizando Blender.	Alta
Creación del entorno virtual	Desarrollar mediante Unity un entorno virtual que contenga los modelos 3D del campus Machala.	Alta
Interfaz de Usuario.	Diseñar una interfaz intuitiva y accesible que permita a los usuarios navegar e interactuar de manera eficiente dentro del metaverso del campus.	Media
IA bot	Implementar un bot de inteligencia artificial que ofrezca asistencia virtual a los usuarios dentro del entorno digital del campus.	alta
Pruebas y Validación.	Realizar pruebas exhaustivas para garantizar el funcionamiento correcto del metaverso, incluyendo evaluaciones de usabilidad.	Alta

## CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### 2.1 Definición del prototipo

El desarrollo para el metaverso Campus Machala involucrará tecnologías emergentes como Unity 3D y modelos 3D en Blender; estas serán el pilar para alcanzar un entorno virtual interactivo. En la Figura 7 se puede observar la primera fase del prototipo, que es la recolección de referencias.

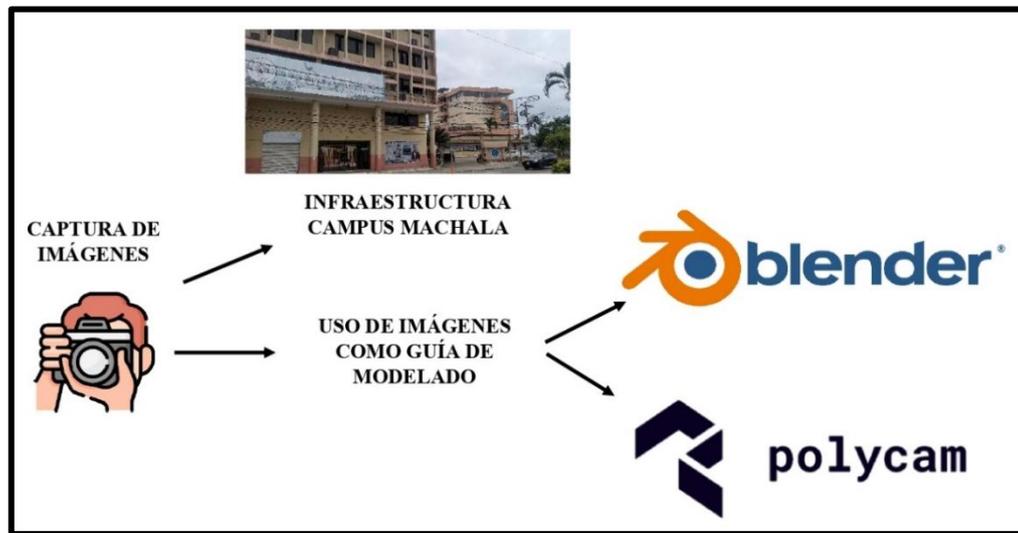


Figura 7: Primera fase de desarrollo del prototipo

En la Figura 8 se observa la segunda fase, que es el modelado 3D.

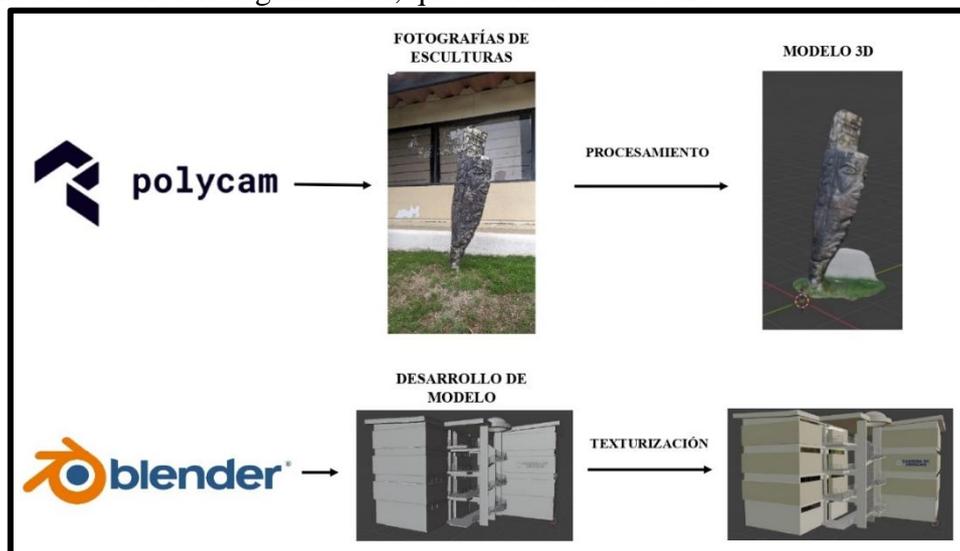


Figura 8: Segunda fase de desarrollo del prototipo

Por último, como se observa en la Figura 9, tenemos la tercera fase, que es la integración de todos los componentes para la creación del metaverso.

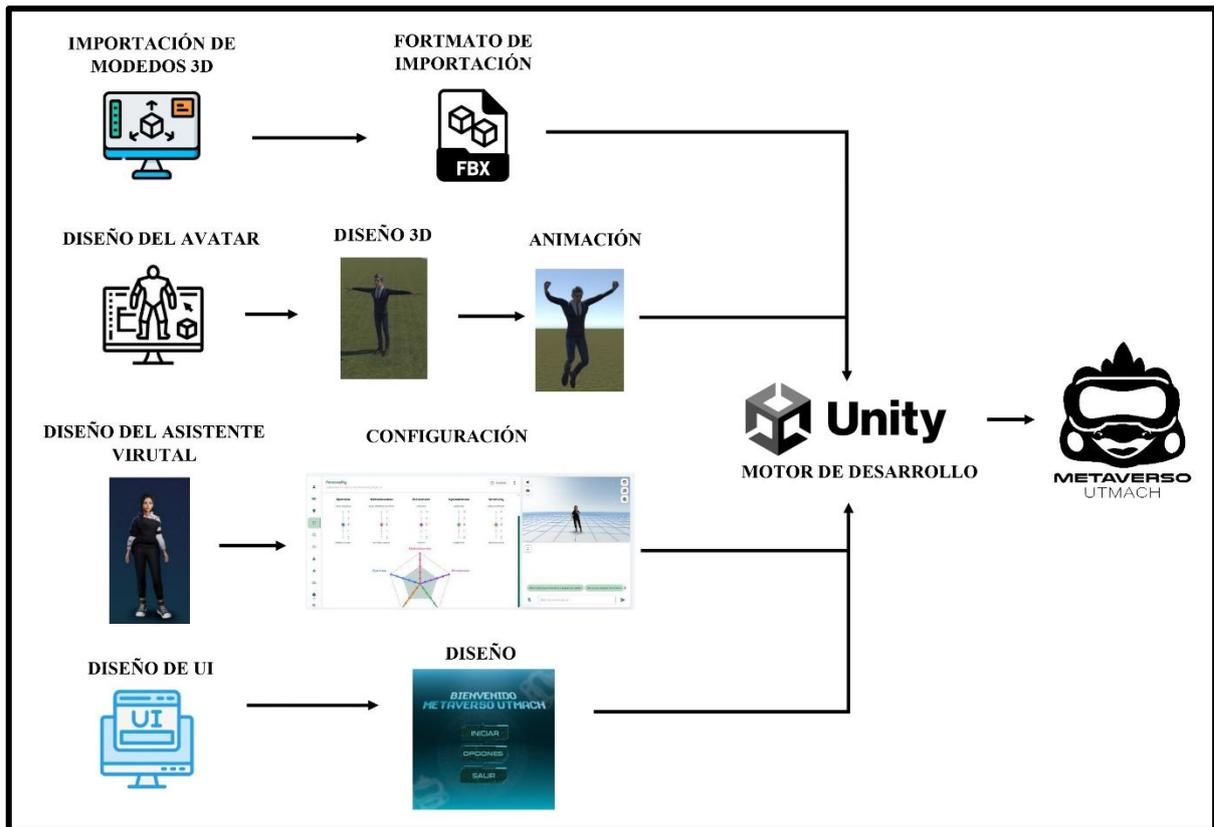


Figura 9: Tercera fase de desarrollo del prototipo

El uso del prototipo será el de permitirle a los estudiantes explorar las instalaciones del Campus Machala mediante entornos virtuales. Mediante imágenes de referencia de los edificios se desarrollaron los modelos 3D en Blender; después, estos serán cargados en el motor de desarrollo, que será Unity. Para que la experiencia sea amigable e intuitiva, además de crear un avatar para este entorno, vemos necesario usar técnicas de animación y scripts que logren la presencia virtual prevista.

## 2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

### 2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

Este trabajo tiene un enfoque cuantitativo, empleando encuestas para evaluar la usabilidad, interactividad y familiarización, dimensiones establecidas para calificar si la integración del metaverso facilitó el recorrido y la familiarización con las instalaciones del campus. A través de estas encuestas, se busca comprender las experiencias y percepciones de los estudiantes, información crucial para estimar la efectividad del prototipo.

La investigación comenzará con una fase exploratoria, en la cual se revisará bibliografía existente sobre el metaverso, herramientas de diseño 3D y desarrollo de entornos virtuales. Esto permitirá

comprender el estado actual de estas tecnologías y su potencial en el ámbito educativo. Luego, se dará paso a una fase descriptiva, donde se pretende calificar la experiencia del prototipo mediante dimensiones específicas estrictamente elegidas.

En cuanto al diseño de investigación, se ha optado por el enfoque cuasiexperimental debido a que se desarrollará el prototipo del metaverso y posteriormente se medirá tres dimensiones mediante un test de usabilidad adaptado de Jakob Nielsen para determinar si el uso del prototipo facilitó a los estudiantes el recorrido por la infraestructura universitaria y aumentó su familiarización con las instalaciones.

### 2.2.2. Unidades de análisis

#### Población (universo)

Como se muestra en la Tabla 4, tenemos una población de 1772; esta población es el resultado de los estudiantes de las carreras que se encuentran dentro del Campus Machala de la Universidad Técnica de Machala.

*Tabla 4: Estimación de la población*

<b>Estimación de la población en el periodo 2024-E2</b>	
<b>Estudiantes que comenzaron oficialmente clases en:</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Campus Machala de la Universidad Técnica de Machala</b>	
Artes Plásticas	182
Comunicación Social	1
Comunicación	193
Derecho	576
Pedagogía de las ciencias experimentales	384
Sociología	206
Trabajo Social	230
<b>Total</b>	<b>1772</b>

#### Muestra

Para este trabajo, se seleccionó un grupo pequeño de 30 estudiantes del Campus Machala de la Universidad Técnica de Machala, representando diversas carreras de la facultad. Optamos por usar una muestra reducida basándonos en las recomendaciones de Jakob Nielsen, quien establece que un grupo pequeño es más que suficiente para identificar los problemas más comunes de usabilidad en sistemas interactivos. Según Nielsen, con un grupo de entre 5 y 20 usuarios, se pueden detectar entre el 80% y el 95% de los problemas de usabilidad. Debido a esto, la selección de 30 estudiantes

es la adecuada para este estudio, ya que permite evaluar de manera efectiva las principales áreas de usabilidad, la interacción con el bot y la familiarización de los usuarios con el entorno virtual del metaverso.

### Distribución Proporcional de la Muestra

La muestra se distribuyó proporcionalmente entre las carreras mediante un muestreo estratificado proporcional, aplicando la siguiente fórmula:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N}$$

Donde:

- $n_i$ : Tamaño de la muestra para cada carrera
- $n$  : Tamaño total de la muestra (30 estudiantes)
- $N_i$ : Población de cada carrera
- $N$ : Población total de estudiantes (1772)

### Distribución Proporcional de la Muestra

Como se observa en la Tabla 5, se presenta la distribución proporcional de la muestra:

Tabla 5: Cálculo de la muestra.

Carrera	Población ( $N_i$ )	Proporción	Muestra ( $n_i$ )
Artes Plásticas	182	182/1772	30·182/1772≈3
Comunicación Social	1	1/1772	Excluido (no representativo)
Comunicación	193	193/1772	30·193/1772≈3
Derecho	576	576/1772	30·576/1772≈10
Pedagogía de las Ciencias Experimentales	384	384/1772	30·384/1772≈6
Sociología	206	206/1772	30·206/1772≈4
Trabajo Social	230	230/1772	30·230/1772≈4
<b>Total</b>	<b>1772</b>	<b>1.0</b>	<b>30</b>

### 2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos (requisitos)

Como se observa en la Tabla 6, para esta investigación se utilizará la técnica de recolección de datos de tipo encuesta, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Técnica	Instrumento
Encuesta	Test digital para medir la usabilidad, interactividad y familiarización de los estudiantes.
Observación	Imágenes fotografiadas de las instalaciones para referencias en el modelo 3D.

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

Para el análisis de los resultados de la encuesta aplicada, se llevó a cabo un análisis descriptivo con el fin de obtener resultados con respecto a la usabilidad, interactividad y familiarización de los estudiantes con el prototipo. También se hizo uso de una herramienta de cronómetro para representar gráficamente las diferencias entre los estudiantes que no conocen las instalaciones del campus y aquellos que por su antigüedad conocen con exactitud el campus.

- Gráfico de barras simples.
- Gráfico de cajas y bigotes.

### 2.2.5. Metodología o métodos específicos

Para el desarrollo del metaverso se decidió usar la metodología SCRUM, la cual se ha dividido en las siguientes fases o etapas.

#### **Product Backlog.**

En esta primera etapa, se identificarán y se categorizarán por su prioridad, diferentes elementos y características que tendrá el prototipo del metaverso, tales como:

- Obtener referencias fotográficas.
- Diseño 3D de la infraestructura.
- Avatar para la exploración.
- Abarcar las similitudes en los colores y texturas entre el diseño 3D y las instalaciones reales.
- Implementación de los modelos 3D en Unity.

### **Sprint Planning.**

En esta etapa se procede a tomar las referencias fotográficas para la elaboración de los modelos 3D mediante Blender.

### **The Sprint.**

Mediante reuniones se supervisará el progreso de las tareas, se reconocerán dificultades experimentadas que se hayan presentado durante el desarrollo del modelo 3D y su implementación en Unity.

### **Review.**

Se presentará el avance del Sprint, además se realizarán comentarios o sugerencias en los procesos, si es que las hay.

### **Repeat.**

Se retomará lo siguiente a desarrollar dentro del prototipo y se repetirán las etapas del Sprint mediante las sugerencias que se presenten hasta tener el prototipo terminado.

## **2.2.6. Herramientas y/o Materiales**

En la Tabla 7 se aprecian las herramientas que consideramos necesarias para desarrollar este prototipo de metaverso.

*Tabla 7: Herramientas y/o Materiales*

<b>Clasificación</b>	<b>Herramientas y/ Materiales</b>
<b>Software</b>	<b>Unity Student plan</b> <b>Mixamo</b> <b>Blender</b> <b>Blender Kit</b> <b>Visual Studio Code</b> <b>Polycam</b> <b>Starter Assets</b> <b>Convai</b>
<b>Hardware</b>	<b>Computadoras</b> <b>Celulares</b>
<b>Datos</b>	<b>Imágenes fotográficas</b>

## **2.3. Desarrollo del prototipo**

### **Metodología SCRUM**

#### **Product backlog**

Al iniciar el presente proyecto, realizamos una reunión para asegurarnos de que estábamos de acuerdo sobre cuáles serían las funciones principales del metaverso y cómo podríamos ayudar a desarrollarlo. Durante las reuniones, decidimos que las características clave serían el desarrollo del avatar que pudiera caminar libremente por la escuela y la visualización de los modelos 3D del campus.

A la vez, creemos que es importante tener animaciones realistas y una interfaz de usuario intuitiva para que los estudiantes no tengan problemas para navegar. Priorizando estas funciones, diferenciamos las tareas según su impacto y viabilidad. Lo más importante era asegurarnos de que los estudiantes pudieran recorrer el campus sin problemas y acceder a la información de forma intuitiva. Luego, agregamos características para mejorar aún más la experiencia, y dejamos para más adelante las funciones más avanzadas.

#### **Priorización de Funcionalidades**

Para definir el orden de implementación de las funciones, decidimos aplicar el método de Analítica de Valor, el cual evalúa cada función en términos de su viabilidad e impacto. Con esta metodología, podemos clasificar las funcionalidades en tres niveles de prioridad:

- **Prioridad máxima:** Son características esenciales para asegurar que la experiencia de usuario sea fluida. Cabe recalcar que esta prioridad incluye la navegación y movilidad básica del avatar dentro del entorno y los modelos 3D de edificios y aulas.
- **Prioridad media:** Estas son las funciones que mejoran la experiencia del usuario, aunque no son necesarias desde el inicio. Entre ellas se encuentran las animaciones básicas del avatar, los efectos visuales del entorno y los cambios de escena al abrir alguna puerta o subir el ascensor.
- **Baja prioridad:** Estas son las funciones complementarias que, aunque agregan valor y mejoran la experiencia, se consideran más avanzadas y no son urgentes para inicio del proyecto.

## Revisión y Ajustes

El Product Backlog fue revisado y ajustado continuamente a lo largo del desarrollo. También se realizaron reuniones de revisión para evaluar el progreso.

## Sprint Planning

En esta etapa, definimos las tareas específicas que cada miembro del equipo debía llevar a cabo para desarrollar el prototipo del metaverso del campus Machala. Esta planificación fue clave para asegurarnos de que el trabajo avanzara de manera eficiente.

En la Tabla 8, se pueden apreciar las tareas repartidas por categoría y su responsable.

*Tabla 8: Definición de tareas y descripción de las mismas.*

<b>Categoría</b>	<b>Responsable</b>	<b>Actividades</b>
<b>Modelado 3D</b>	Diseñador 3D	Uso de Blender para crear modelos tridimensionales de los edificios y oficinas del campus Machala. Incluyó recolección de fotografías de las instalaciones reales para usarlos como guía.
<b>Programación</b>	Programadores	Desarrollo de scripts en C# para la animación y funcionalidad de avatares en Unity3D. Esto abarcó la programación de movimientos, interacciones y comportamientos de los avatares dentro del metaverso.
<b>Texturización y Materiales</b>	Diseñador 3D	Uso de herramientas como Polycamp para crear y aplicar texturas realistas a los modelos 3D, mejorando la inmersión visual del metaverso.
<b>Integración de plugin Convai</b>	Programador	Incorporación de la herramienta Convai al entorno virtual.
<b>Integración y Testing</b>	Tester	Integración de todos los elementos (modelos 3D, scripts, texturas, plugin) en Unity3D. Pruebas para identificar y solucionar errores en el funcionamiento del prototipo.

## **Asignación de Recursos y Herramientas**

Las herramientas a usar son Unity Student Plan, Blender, Mixamo, Materialize, Polycamp. Se asignaron roles específicos a cada miembro del equipo.

## **Establecimiento de Metas y Plazos**

Se estableció que el sprint duraría cuatro semanas, con revisiones semanales para evaluar el progreso del modelado. Sin embargo, cada semana se fijaron objetivos específicos que debían alcanzarse, como completar un cierto porcentaje de los modelos 3D.

## **Reuniones**

Se realizaron reuniones semanales para revisar el progreso y comunicar si existieron obstáculos durante el desarrollo, esto nos permitió hacer ajustes a las tareas cuando era necesario

## **Documentación y Seguimiento**

Se documentó cada tarea y su progreso para asegurar un seguimiento detallado del desarrollo del prototipo, tales como avances en las infraestructuras, detalles de color, modelado de objetos que no se encontraban disponibles en las librerías. Y también se utilizó un tablero SCRUM para visualizar el estado de cada y asegurar que todos estuvieramos al tanto del avance el proyecto.

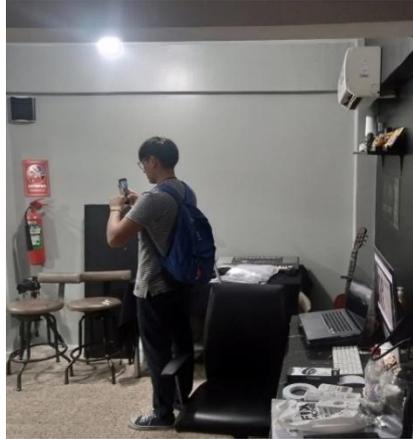
## **Sprint**

Las actividades de cada sprint se establecieron en 2 semanas. Dentro del desarrollo del sprint, tenemos:

### **Planificación del Sprint**

Durante la reunión de planificación del sprint, se listaron las tareas y objetivos a alcanzar. Las actividades planificadas fueron las siguientes:

- **Captura de Imágenes:** Se recopilaron fotografías de la infraestructura para tomarlas como referencia en la creación de los modelos 3D, así como se muestra en la Figura 10.



*Figura 10: Captura de fotografías en el espacio del campus*

- **Modelado 3D:** Se desarrolló los modelos 3D de los edificios mediante las imágenes referenciales, usando Blender como software de diseño. El desarrollo del modelado 3D se detalla de manera cronológica en el anexo 7.1.
- **Integración y Testing:** Ejecución de pruebas después de la importación de los modelos 3D y del avatar al motor de desarrollo Unity.

### **Integración de modelos 3D a Unity**

Para el desarrollo de integración de modelos 3D a Unity hemos realizado una descripción detallada en el anexo 7.2.

- **Programación:** Se implementaron scripts en C# para que la navegación e interacción sea posible, además también se programaron los cambios de escena, ajustes de cámara y menús.

Los códigos que se implementaron se detallan en el anexo 7.3.

## Desarrollo del Sprint

En cada sprint se realizaron reuniones para analizar el progreso de las diferentes tareas, con el objetivo de identificar contratiempos y obstáculos que necesiten ser solucionados, así como se observa en la Figura 11.



*Figura 11: Reunión durante el desarrollo del sprint.*

## Reuniones de Revisión.

Como se observa en la Figura 12, al finalizar cada sprint, haciendo uso de reuniones de revisión, se presentan los resultados logrados y se discute sobre los obstáculos presentados. Además, otro de los objetivos de cada reunión es el de recolectar sugerencias de cada avance, con el fin de realizar ajustes para el siguiente sprint.



*Figura 12: Reunión al finalizar un sprint.*

## Presentaciones de Avances:

Se presentaron los modelos 3D de los edificios de los campus modelados en Blender, además se implementaron los scripts en C# con los cuales logramos incluir más funcionalidades al prototipo.

## Repeat

En esta etapa de la metodología SCRUM, hicimos uso de la retroalimentación, y gracias a esto se logró reconocer los procesos correctamente hechos y aquellos que requerían mejoras. Después de haber desarrollado las primeras funcionalidades, aprendimos a hacer el resto de una manera mucho más eficiente.

## 2.4. Ejecución del prototipo

Lo primero que aparece al ejecutar el prototipo es una pantalla de carga, como se muestra en la Figura 13; luego se mostrará el menú de inicio, como se visualiza en la Figura 14.

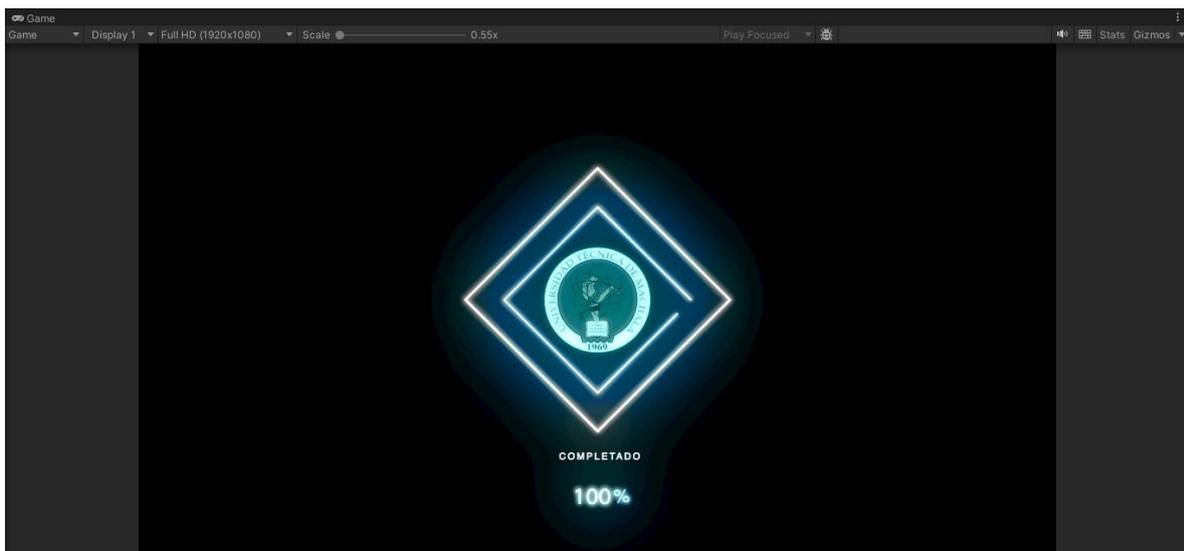


Figura 13: Pantalla inicial de la aplicación del metaverso



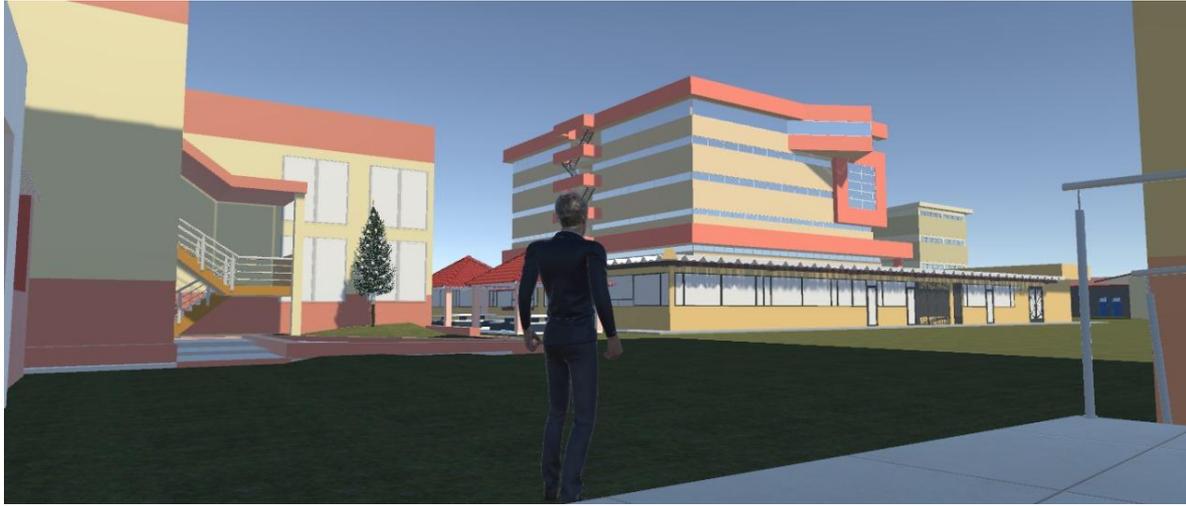
*Figura 14: Menú de inicio del metaverso*

Al hacer clic en Iniciar, entraremos al metaverso como se muestra en la Figura 15.



*Figura 15: Avatar dentro del metaverso*

Mediante el avatar podremos explorar las instalaciones, como se observa en la Figura 16 y Figura 17.



*Figura 16: Avatar explorando el campus Machala de la UTMACH*



*Figura 17: Exploración del campus con el avatar*

## CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

### 3.1. Plan de evaluación

#### 1. Objetivo del Plan de Evaluación

Determinar la efectividad del prototipo del metaverso para cumplir con las dimensiones de Usabilidad, Interactividad y Familiarización. Se espera que la usabilidad demuestre facilidad al navegar por el entorno y sus funcionalidades, a su vez, se espera que la precisión de las respuestas del bot sea alta. Por último, se espera evaluar el nivel de realismo del metaverso a comparación con el campus real.

#### 2. Participantes

- **Población:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Machala del Campus Machala.
- **Muestra:** 30 participantes seleccionados al azar de diferentes carreras.
- **Prueba piloto:** 5 estudiantes de últimos semestres de diferentes carreras; se los requiere para establecerlos como óptimos de referencia en cuanto a tiempo para completar las tareas.

#### 3. Instrumentos y Herramientas

- Encuesta.
- Cronómetro
- Prototipo funcional del metaverso (a modo escritorio).

#### 4. Metodología

Las preguntas seleccionadas han sido cuidadosamente formuladas con base en dimensiones dentro de una matriz cuya variable principal es la creación del Metaverso Utmach: Infraestructura Campus Machala. Las dimensiones se clasifican en 3, como se mencionó en los objetivos del plan de evaluación, siguiendo el formato de test de usabilidad de Jakob Nielsen. Cada dimensión tiene varios indicadores a los cuales se les relaciona una pregunta.

## Matriz de Indicadores y Preguntas Asociadas

En la Tabla 9, se logra observar la matriz que contiene los indicadores usados para la evaluación del prototipo.

*Tabla 9: Matriz de indicadores para evaluar el prototipo.*

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Preguntas de la Encuesta
<b>Exploración e Interacción con el Entorno</b>	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? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
		Funcionalidad	1.2 Grado de facilidad para utilizar las funciones básicas	¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
		Intuición	1.3 Nivel de intuición percibido por el usuario.	¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso? (muy intuitivo, algo intuitivo, neutro, poco intuitivo, nada intuitivo)
		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? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
		Eficiencia	1.5 Percepción sobre el tiempo de respuesta de los controles del metaverso	¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones? (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutro, de acuerdo, totalmente de acuerdo)
	Interacción	Precisión	2.1 Nivel de precisión de las respuestas del bot.	¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del bot a tus consultas? (muy precisas, algo precisas, neutral, poco precisas, nada precisas)
		Tiempo de respuesta	2.2 Nivel de satisfacción con el tiempo de respuesta del bot.	¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el bot tardó en responder a tus preguntas? (muy satisfecho, satisfecho, neutral, insatisfecho, muy insatisfecho)
		Interacción	2.3 Grado de facilidad para interactuar con el bot.	¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el bot para obtener la información que necesitabas? (muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
Utilidad		2.4 Nivel de utilidad del bot durante la exploración.	¿Cómo calificarías la utilidad del bot en la exploración del prototipo de Metaverso? (Nada útil, poco útil, normal, útil, muy útil)	

		Relevancia	2.5 Grado de utilidad de la información proporcionada por el bot.	¿El bot proporcionó información útil sobre la facultad? (Nada útil, poco útil, normal, útil, muy útil)
	Familiarización	Identificación de áreas	3.1 Nivel de facilidad para identificar áreas clave.	¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)? (Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
		Semejanza con la realidad	3.2 Nivel de similitud con las instalaciones reales.	¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de las facultades? (Nada parecido, poco parecido, normal, parecido, muy parecido)
		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? (Nada realista, poco realista, normal, realista, muy realista)
		Ambiente	3.4 Nivel de adecuación de la atmósfera virtual.	¿Sientes que el metaverso refleja adecuadamente la atmósfera general del campus? (Completamente, En su mayoría, Algo, Poco, Nada)
		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? (Completamente, En su mayoría, Algo, Poco, Nada)

## Instrumento de evaluación: Cuestionario

A continuación, se detalla el cuestionario con las preguntas correspondientes:

1. ¿Qué nivel de dificultad resultó movilizarte entre las diferentes áreas dentro del metaverso?  
(Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
2. ¿Qué nivel de dificultad encontró para utilizar las funciones básicas del metaverso?  
(Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
3. ¿Te resultó intuitivo navegar por el metaverso?  
(Muy intuitivo, algo intuitivo, neutral, poco intuitivo, nada intuitivo)
4. ¿Qué nivel de dificultad encontró usted para interactuar con los menús y opciones disponibles?  
(Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
5. ¿El sistema respondió de forma rápida a sus interacciones?  
(Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, neutro, de acuerdo, totalmente de acuerdo)
6. ¿Qué tan precisas consideras que fueron las respuestas del bot a tus consultas?  
(Muy precisas, algo precisas, neutral, poco precisas, nada precisas)
7. ¿Qué tan satisfecho estás con el tiempo que el bot tardó en responder a tus preguntas?  
(Muy satisfecho, satisfecho, neutral, insatisfecho, muy insatisfecho)
8. ¿Qué nivel de dificultad encontró en la interacción con el bot para obtener la información que necesitabas?  
(Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
9. ¿Cómo calificarías la utilidad del bot en la exploración del prototipo de Metaverso?  
(Nada útil, poco útil, normal, útil, muy útil)
10. ¿El bot proporcionó información útil sobre la facultad?  
(Nada útil, poco útil, normal, útil, muy útil)
11. ¿Qué nivel de dificultad encontró en el reconocimiento de las áreas representadas en el metaverso (biblioteca, aulas, áreas comunes)?  
(Muy difícil, difícil, neutral, fácil, muy fácil)
12. ¿Qué tan parecido consideras que es el diseño del metaverso a las instalaciones reales de las facultades?  
(Nada parecido, poco parecido, normal, parecido, muy parecido)
13. ¿Qué tan realista te pareció el ambiente en términos de iluminación, colores y texturas?  
(Nada realista, poco realista, neutral, realista, muy realista)
14. ¿Sientes que el metaverso refleja adecuadamente la atmósfera general del campus?  
(Completamente, en su mayoría, algo, poco, nada)

15. ¿Consideras que el metaverso logró capturar detalles importantes de las áreas representadas, como infraestructura, estatuas o distribución?  
(Completamente, en su mayoría, algo, poco, nada)

## **5. Duración**

La demostración y la evaluación del prototipo del metaverso durará aproximadamente 15 minutos. Posteriormente, la realización de la encuesta también tendrá una duración de 15 minutos. Siendo 30 minutos en total.

## **6. Tareas a realizar**

Las tareas a realizar dentro del metaverso son las siguientes:

- Dirigirse al edificio principal.
- Dirigirse a la biblioteca.
- Dirigirse al laboratorio de fotografía.
- Dirigirse al taller de artes plásticas.
- Dirigirse al edificio de Derecho.

## **7. Procedimiento**

En la primera etapa del procedimiento se espera revisar el prototipo para garantizar su correcto funcionamiento, además se realizará la prueba piloto con los 5 estudiantes escogidos.

A continuación, se explicará a los participantes el objetivo de la evaluación, que actividades van a realizar dentro del metaverso como las tareas descritas anteriormente. Además, se cronometrarán automáticamente mediante un script a medida que los estudiantes lo vayan completando. Para finalizar, una vez que los estudiantes completen tales tareas, se les pedirá amablemente que contesten la encuesta.

## **Recolección de Datos**

Se recolectarán los resultados de las encuestas y los tiempos cronometrados por cada prueba realizada de cada estudiante.

## 8. Análisis de datos

El análisis de datos se llevará a cabo de acuerdo a las respuestas con la escala de Likert y los tiempos de ejecución de cada tarea. Utilizaremos diferentes tipos de gráficos tales como, gráfico de barras para mostrar las respuestas de las encuestas, también para comparar los tiempos de las tareas. También se usarán gráficos de cajas nos permitieron observar los tiempos de tarea completados por dos grupos (uno capacitado y otro no capacitado).

En los gráficos de cajas, se mostrará los tiempos promedio de cada tarea realizada, junto con su mediana, valores mínimos y máximos. Estos gráficos nos permiten comparar el tiempo de ejecución con los rangos establecidos en la prueba piloto entre el grupo capacitado y el no capacitado. En los gráficos de cajas, se mostrará los tiempos promedio de cada tarea realizada, junto con su mediana, valores mínimos y máximos. Estos gráficos nos permiten comparar el tiempo de ejecución con los rangos establecidos en la prueba piloto entre el grupo capacitado y el no capacitado.

## 9. Cronograma de actividades

En la Figura 18, se observa el cronograma en la que se repartieron las tareas.

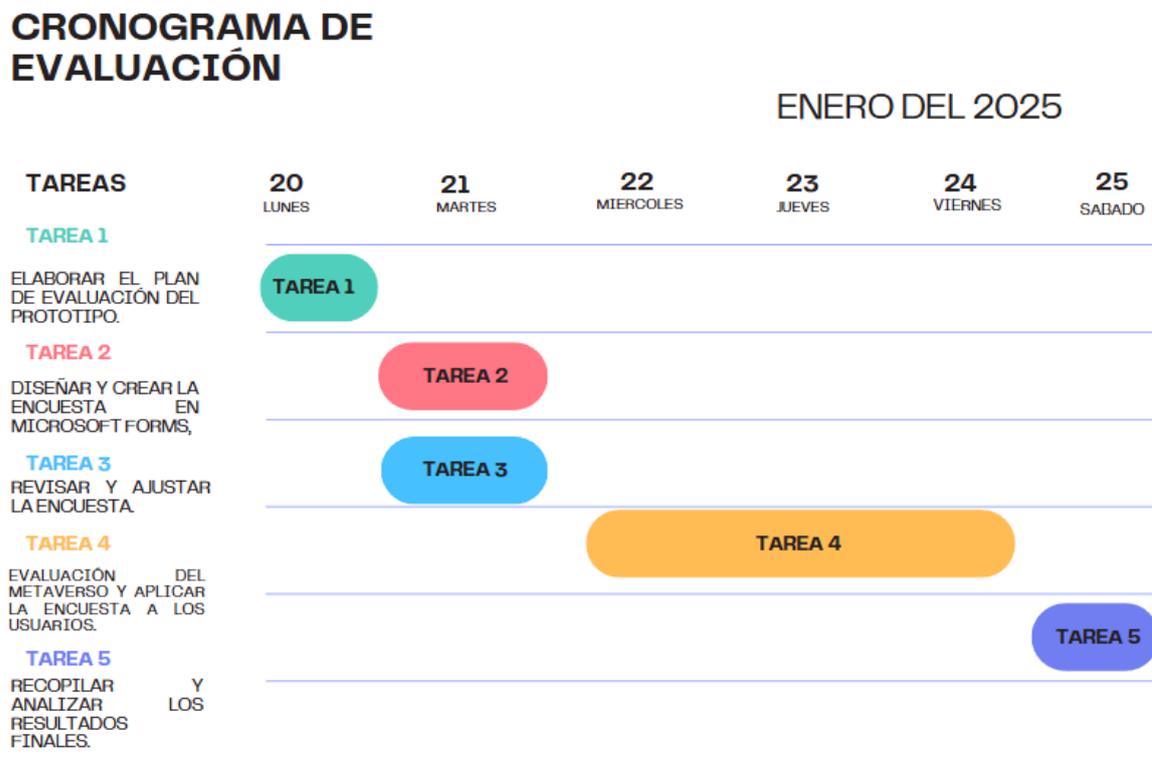


Figura 18: Cronograma de evaluación del prototipo.

## **10. Resultados Esperados**

- El metaverso debe facilitar la navegación de los usuarios por el entorno virtual.
- El bot debe responder correctamente a la mayoría de las preguntas que se le realicen.
- Los estudiantes deben encontrar el metaverso como una representación fiel del campus real.

## **11. Consideraciones Éticas**

- Todos los participantes proporcionarán consentimiento antes de participar.
- Los datos serán recopilados en la encuesta serán anónimos.
- La participación es voluntaria.

### 3.2. Resultados de la evaluación

La siguiente sección abarca el análisis de los resultados obtenidos mediante la encuesta y pruebas por parte de los estudiantes; cabe aclarar que hubo un grupo seleccionado, que se explicará por qué más adelante.

#### Usabilidad

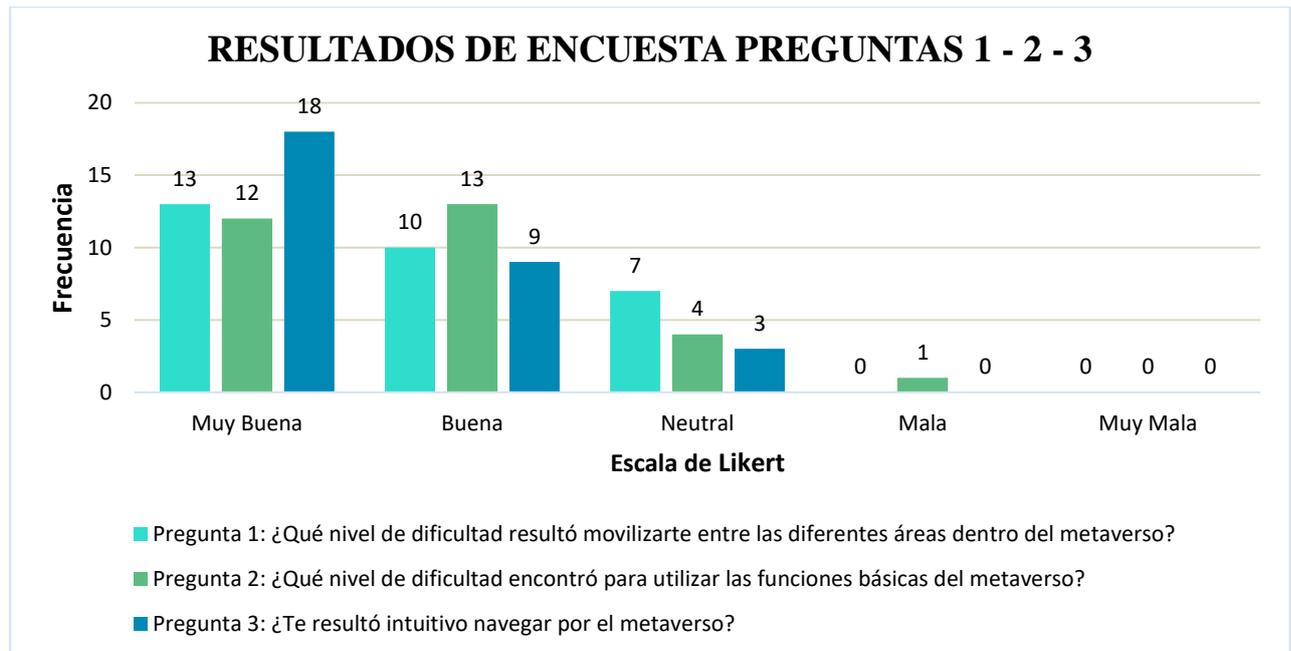


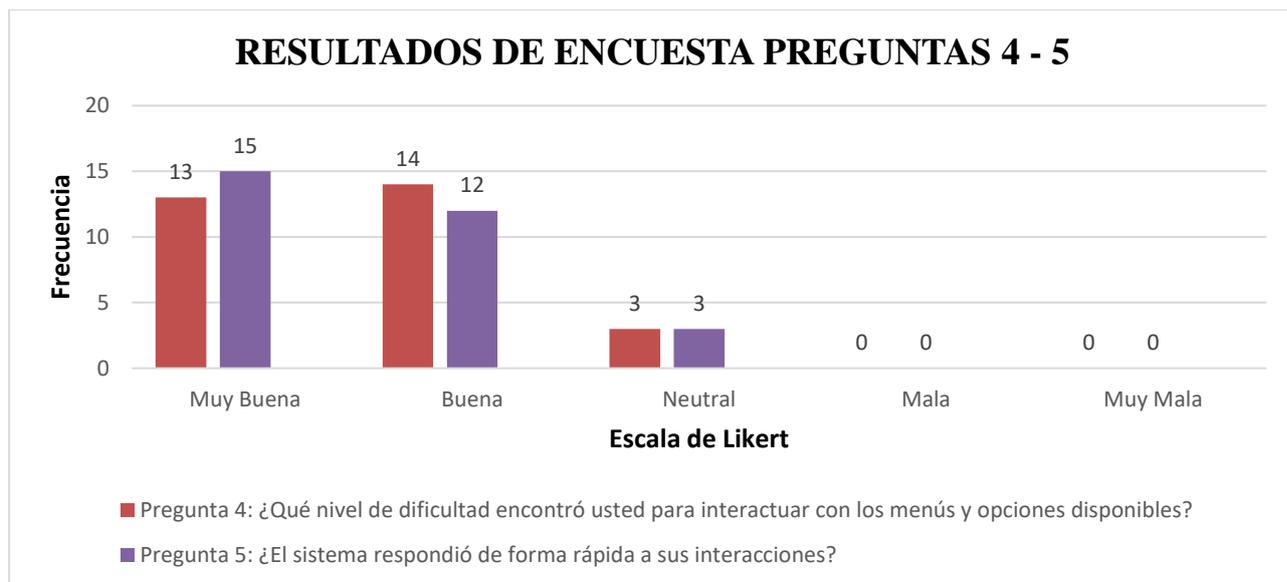
Figura 19: Resultados de pregunta 1,2 y 3 del apartado de Usabilidad.

En la Figura 19, podemos distinguir las preguntas 1, 2 y 3 que son parte del criterio de Usabilidad, los resultados obtenidos a simple vista son favorables.

En la primera pregunta, se observa que se han obtenido 13 respuestas como “Muy Buena”, 10 respuestas como “Buena” y 7 respuestas “Neutral” en relación a la pregunta; esto significa que la mayoría de los estudiantes no tuvieron dificultades para movilizarse en el metaverso.

Por parte de la segunda pregunta, se obtuvieron 12 respuestas como “Muy Buena”, 13 respuestas como “Buena”, 4 respuestas como “Neutral” y 1 respuesta como “Mala”. Aunque los datos demuestran que la mayoría de los estudiantes han respondido de manera positiva, hay que tener en cuenta la respuesta “Mala” en relación con la pregunta referente a la dificultad en usar las funciones básicas del metaverso. Es seguro decir que existen puntos por mejorar.

En la tercera pregunta, las respuestas están conformadas por 18 como “Muy Buena”, 9 como “Buena” y 3 como “Neutral”. En relación a la pregunta, estas respuestas demuestran que a la mayoría de las personas les resultó intuitivo navegar por el metaverso.



*Figura 20: Resultados de pregunta 4 y 5 del apartado de Usabilidad.*

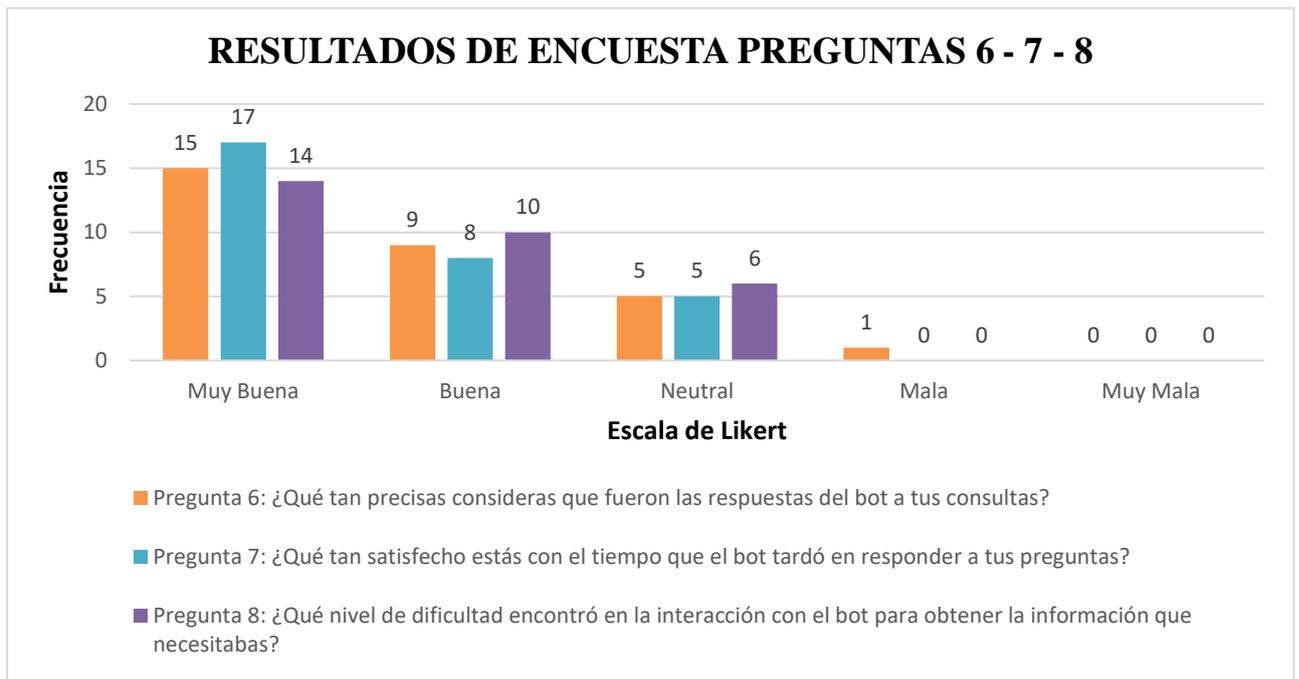
Como se puede ver en la Figura 20, se encuentran las preguntas 4 y 5, partes del criterio de Usabilidad; observando, se logra apreciar que la mayoría de las respuestas son positivas.

En la cuarta pregunta se observa que se ha obtenido 13 respuestas como “Muy Buena”, 14 respuestas como “Buena” y 3 respuestas como “Neutral”, concluyendo que, en cuanto a la pregunta, la mayoría de los estudiantes no tuvieron dificultad en cuanto a la interacción con los menús y opciones disponibles.

Para la quinta pregunta, las respuestas están conformadas por 15 respuestas como “Muy Buena”, 12 respuestas como “Buena” y 3 respuestas como “Neutral”; en relación a la pregunta, las respuestas demuestran que los estudiantes no tuvieron problemas con las respuestas de las interacciones dentro del sistema.

Todos estos resultados han proyectado una aceptación positiva por parte del criterio de Usabilidad, pero aun así se debe tomar en cuenta a las demás respuestas; estas señalan que aún existen criterios por mejorar y pulir.

## Interactividad



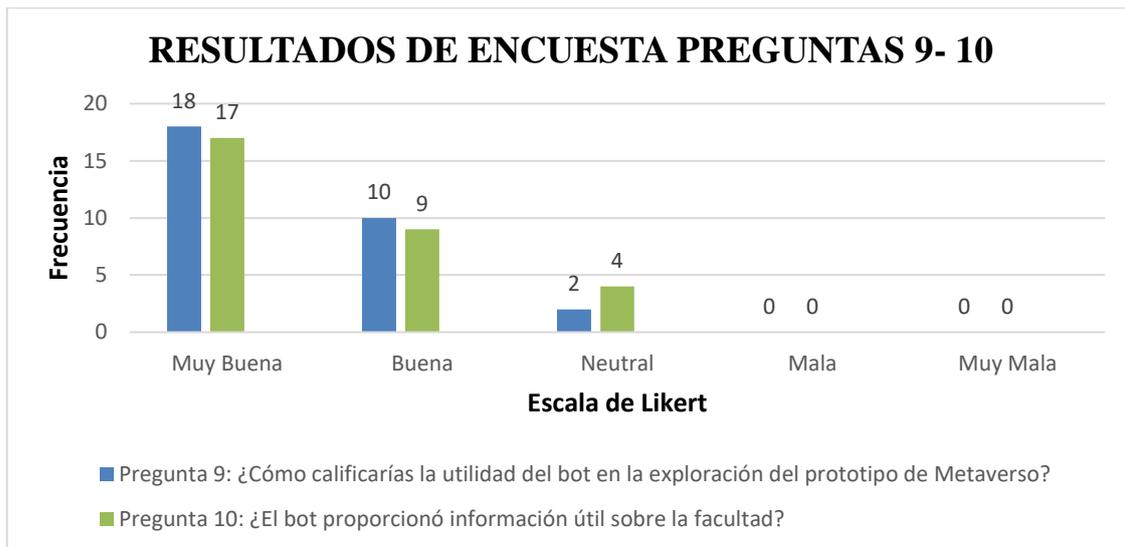
*Figura 21: Resultados de pregunta 6,7 y 8 del apartado Interactividad.*

En la Figura 21, se distinguen las preguntas 6, 7 y 8, partes del criterio de Interactividad, se observa que la mayoría de las respuestas son “Muy Buena” y “Buena”, generando una noción favorable en su análisis.

En la sexta pregunta se obtuvieron 15 respuestas como “Muy Buena”, 9 respuestas como “Buena”, 5 respuestas como “Neutral” y 1 respuesta como “Mala”. Esta distribución señala, en cuanto a la pregunta, que, a excepción de unos pocos, la mayoría de los estudiantes consideran precisas las respuestas del bot.

Las respuestas de la séptima pregunta se reparten por 17 respuestas como “Muy Buena”, 8 respuestas como “Buena” y 5 respuestas como “Neutral”, señalando que, en relación a la pregunta, la mayoría de los estudiantes se siente satisfecho en cuanto al tiempo de respuesta del bot.

En la octava pregunta, las respuestas obtenidas fueron de 14 respuestas como “Muy Buena”, 10 respuestas como “Buena” y 6 respuestas como “Neutral”, dando a entender, con base en la pregunta, que los estudiantes no tuvieron dificultad en la interacción para obtener información.



*Figura 22: Resultados de pregunta 9 y 10 del apartado de Interactividad.*

En la Figura 22, se observan las preguntas 9 y 10, parte del criterio de Interactividad. Se logra apreciar que las respuestas están entre “Muy Buena” y “Neutral”, señalando que no hubo ninguna respuesta negativa.

En la novena pregunta se obtuvieron los siguientes resultados: 18 como “Muy Buena”, 10 como “Buena” y 2 como “Neutral”, estas respuestas, con base en la pregunta de la utilidad del bot en la exploración, proyectan una gran aceptación por parte de los estudiantes.

En la décima pregunta, las respuestas están conformadas por 17 como “Muy Buena”, 9 como “Buena” y 4 como “Neutral”, señalando que, en relación a la pregunta, en general a los estudiantes les pareció útil la información generada por el bot.

En general, las respuestas de estas preguntas, por parte del criterio de Interactividad, han demostrado una clara aceptación hacia el bot y su integración dentro del entorno; cabe rescatar que existen respuestas a tomar en cuenta para seguir mejorando aspectos y abarcar de mejor manera sus funcionalidades.

## Familiarización

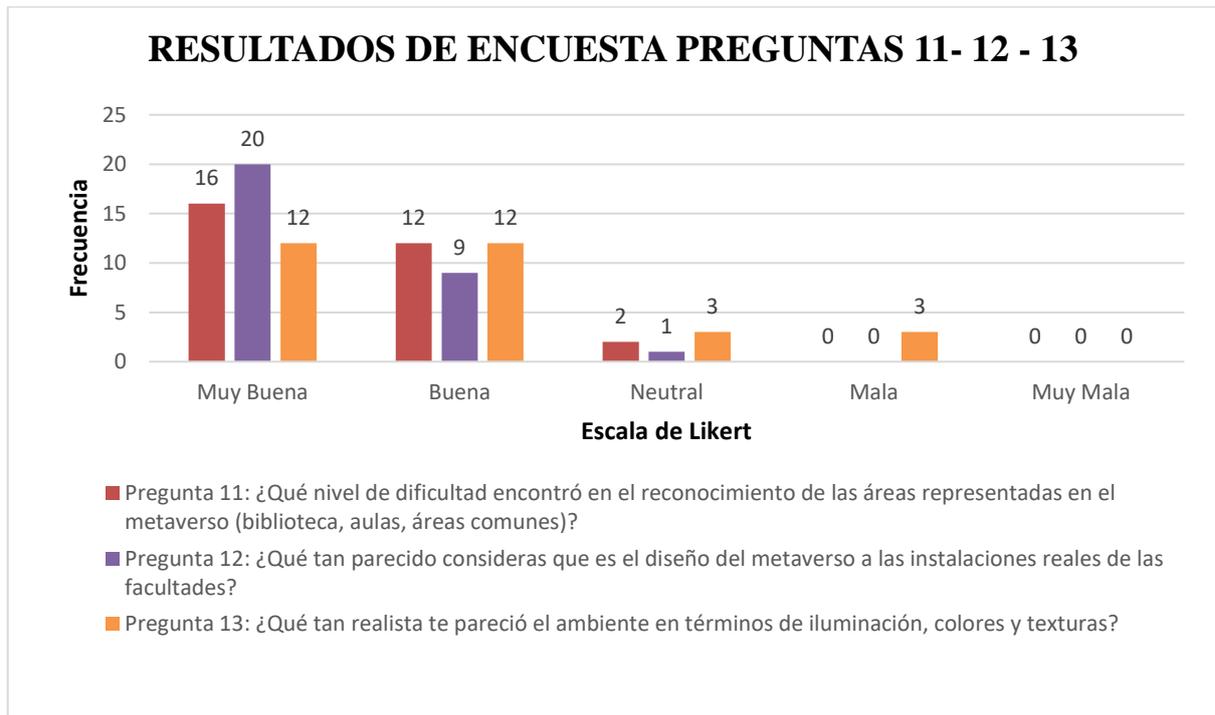


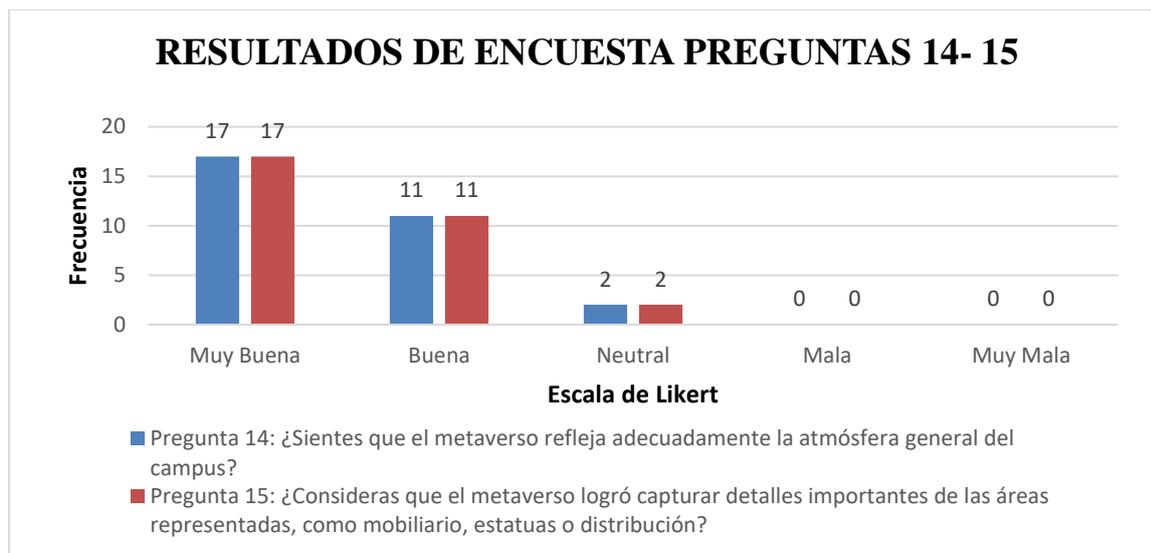
Figura 23: Resultados de pregunta 11, 12 y 13 del apartado Familiarización.

Si observamos la Figura 23, se observan las preguntas 11, 12 y 13, parte del criterio de Familiarización. Se logra apreciar que, en general, las respuestas están dentro del rango favorable, dando a entender a primera impresión una gran aceptación por parte de los estudiantes.

En la onceava pregunta, tenemos las siguientes respuestas: 16 como “Muy Buena”, 12 como “Buena” y 2 como “Neutral”. En relación a la pregunta, estas respuestas demuestran que casi todos los estudiantes no tuvieron dificultades en reconocer las áreas representadas dentro del metaverso.

Por parte de la doceava pregunta, se han obtenido 20 respuestas como “Muy Buena”, 9 respuestas como “Buena” y 1 respuesta como “Neutral”; claramente estas respuestas demuestran que, en cuanto a la pregunta, a casi todos los estudiantes les ha parecido muy similar el diseño de las instalaciones dentro del metaverso en comparación a los reales.

En la pregunta trece, las respuestas contienen: 12 como “Muy Buena”, 12 como “Buena”, 3 como “Neutral” y 3 como “Mala”. Aunque se encuentren respuestas negativas, es seguro decir que, en relación con la pregunta, a la mayoría de los estudiantes les ha parecido realista el ambiente dentro del entorno.



*Figura 24: Resultados de pregunta 14 y 15 del apartado Familiarización.*

La Figura 24 muestra las preguntas 14 y 15, que son parte del criterio de Familiarización. Es curioso ver que las respuestas de estas dos preguntas tienen exactamente el mismo número de respuestas por cada escala.

Las preguntas catorce y quince tienen las siguientes respuestas: 17 respuestas como “Muy Buena”, 11 respuestas como “Buena” y 2 respuestas como “Neutral”. Con relación a la pregunta catorce, se demuestra que la mayoría de los estudiantes sienten que el metaverso regula la atmósfera general del campus; en cuanto a la pregunta quince, casi todos los estudiantes respondieron que el metaverso logró capturar detalles importantes.

Estas respuestas por parte del criterio de Familiarización demostraron que el entorno del metaverso es amigable e incluso similar al real en relación a sus instalaciones y detalles; es importante considerar las respuestas negativas para mejorar puntos claves y pulir detalles.

### **Análisis Comparativo entre estudiantes con menos y más experiencia.**

En el presente análisis, se comparan tiempos en segundos acerca del desempeño de los estudiantes en relación al cumplimiento de 5 tareas. Se clasificaron dos grupos de estudiantes: aquellos de semestres superiores (Grupo capacitado) que tienen mejor conocimiento sobre las ubicaciones de las instalaciones y aquellos que no tienen mucho tiempo y no conocen en su totalidad las instalaciones (Grupo no capacitado).

Las tareas a realizar para cada grupo son:

- Dirigirse al edificio principal (Tarea 1).
- Dirigirse a la biblioteca (Tarea 2).

- Dirigirse al laboratorio de fotografía (Tarea 3).
- Dirigirse al taller de artes plásticas (Tarea 4).
- Dirigirse al edificio de Derecho (Tarea 5).

### Grupo con mayor experiencia

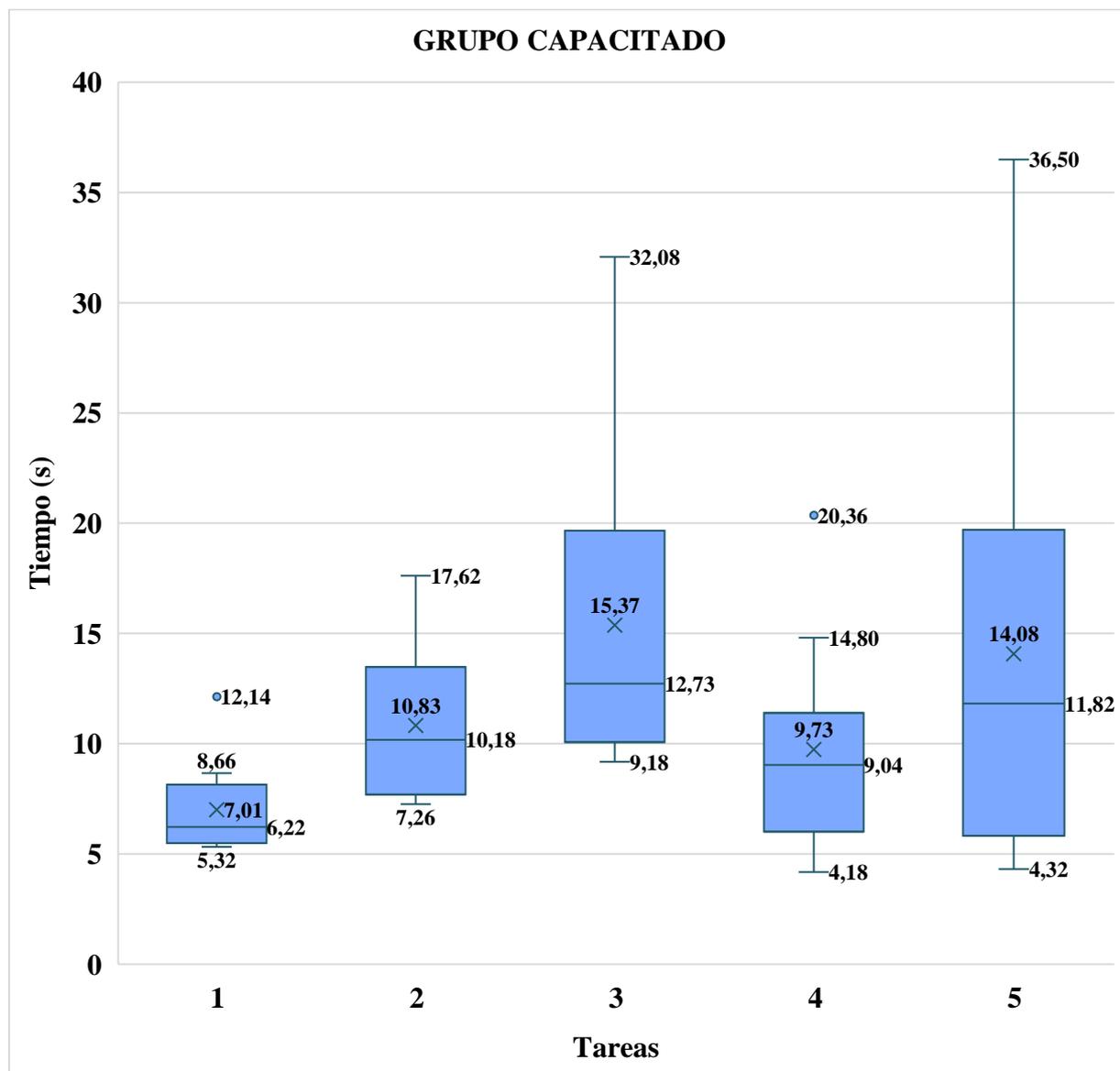


Figura 25: Gráfico de cajas de tiempo de ejecución de tareas (en segundos) del grupo con mayor experiencia en el campus.

En la Figura 25, se observa un gráfico de cajas y bigotes que demuestra datos relevantes en cuanto a la ejecución de las tareas por parte del grupo capacitado.

En base al gráfico de cajas, podemos observar el tiempo promedio de la tarea 1, que fue de 7.01 segundos, con una mediana de 6.22 segundos; el rango de tiempos mínimo y máximo de tiempo varió entre 5.32 segundos y 12.14 segundos respectivamente, con solamente un valor atípico de 12.37 segundos.

En cambio, en la tarea 2, el promedio fue de 10.83 segundos, con una mediana de 10.18 segundos, esta vez se obtuvo un mínimo de 7.26 segundos y un máximo de 17.62 segundos, mostrando una mayor dispersión en los tiempos de ejecución; no se encontraron valores atípicos, lo que sugiere que la mayoría completó la tarea en tiempos muy consistentes, aunque algunos tardaron un poco más.

Por otro lado, en la tarea 3, el tiempo promedio fue de 15.37 segundos y la mediana de 12.73 segundos, estos tiempos variaron entre 9.18 segundos como mínimo y 32.08 segundos como máximo; aunque no existen valores atípicos en esta tarea, los datos muestran que hay algunos estudiantes que tardaron significativamente más que otros.

En la tarea 4, el promedio fue de 9.73 segundos y la mediana de 9.04 segundos, el rango de tiempos mínimo y máximo varió entre 4.18 segundos y 14.80 segundos respectivamente, lo que muestra una variación moderada; en esta tarea sí se observó un valor atípico de 20.36 segundos, lo que sugiere que uno de los estudiantes tardó considerablemente más, lo que podría ser un indicio de dificultades adicionales con la tarea o el entorno.

Por último, en la tarea 5 podemos observar que el tiempo promedio fue de 14.08 segundos y la mediana de 11.82 segundos, los tiempos de ejecución variaron entre 4.32 segundos como mínimo y 36.50 segundos como máximo, sin valores atípicos.

En conclusión, el grupo capacitado completó las tareas en tiempos bastante eficientes, aunque algunos valores atípicos indican que unos estudiantes encontraron dificultades adicionales en tareas específicas. A pesar de estas variaciones, los promedios y medianas sugieren que la mayoría completó las tareas correctamente en un tiempo aceptable, se demostró que la Tarea 5 por algunos factores es la más compleja, pues los estudiantes tardaron más allí.

Los valores atípicos reflejan que algunos estudiantes se demoraron más, lo que podría deberse a problemas de adaptación o dificultades adicionales con las tareas; no es viable establecer conclusiones exactas, ya que al ser muchos elementos que podrían influir en la ejecución de las tareas, faltaría más muestra para lograr observar una tendencia.

## Grupo con menor experiencia

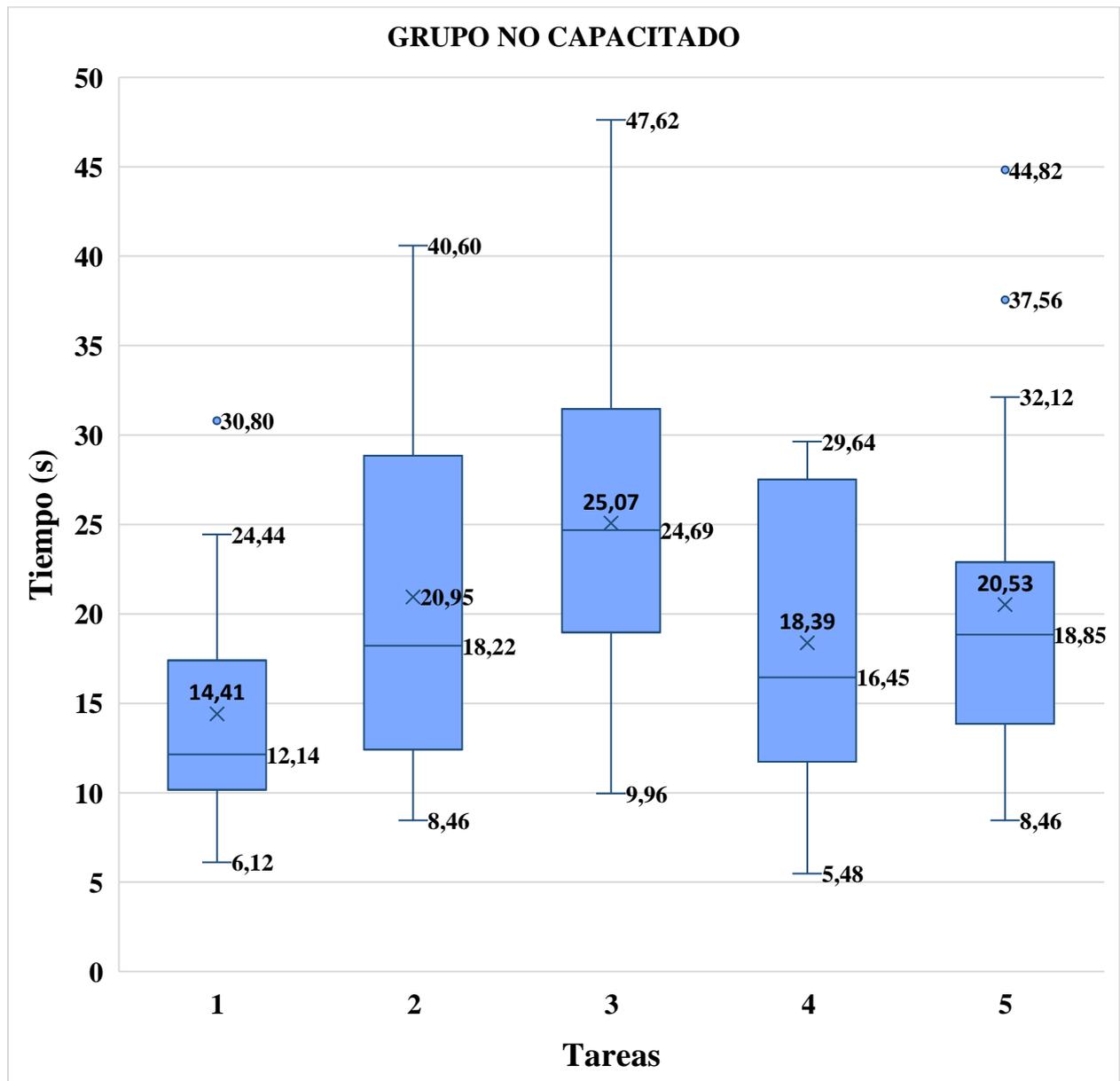


Figura 26: Gráfico de cajas de tiempo de ejecución de tareas (en segundos) del grupo con menor experiencia en el campus.

La Figura 26 muestra que en la Tarea 1, el tiempo promedio para completarla fue de 14.41 segundos, con una mediana de 12.14 segundos, lo que indica que la mayoría de los estudiantes necesitaron más tiempo en comparación con el grupo capacitado, los tiempos variaron entre un mínimo de 6.12 segundos y un máximo de 24.44 segundos, lo que muestra una gran variación; en los datos observó un valor atípico de 30.8 segundos que podría ser por influencia de factores individuales, como problemas personales, técnicos, o el ambiente donde se realizó la evaluación, lo que podría haber causado un retraso notorio en comparación con los demás.

En cambio, en la Tarea 2, el promedio fue de 20.95 segundos, con una mediana de 18.22 segundos,

lo que refleja una mayor dispersión en los tiempos de ejecución, los tiempos variaron entre 8.46 segundos como mínimo y 40.60 segundos como máximo. En esta tarea no existieron valores atípicos; la variación de los datos sugiere que hay estudiantes que se toman más tiempo del promedio en comparación con los tiempos del grupo capacitado.

Por otro lado, en la Tarea 3, el promedio fue de 25.07 segundos, y la mediana de 24.69 segundos, lo que muestra que la mayoría de los estudiantes tardaron más en completar esta tarea en comparación con las anteriores, estos tiempos de ejecución de la tarea fueron entre un mínimo de 9.96 segundos y un máximo de 47.62 segundos; estos tiempos fueron considerablemente más altos que en el grupo capacitado, lo que refleja una menor familiaridad con el entorno virtual y, probablemente, una mayor dificultad con la complejidad de la tarea.

En la Tarea 4, el promedio fue de 18.39 segundos; a diferencia de la tarea anterior, este promedio disminuyó, la mediana fue de 16.45 segundos, lo que sugiere que los estudiantes completaron la tarea de manera relativamente consistente, aunque con algunas diferencias en los tiempos; los tiempos mínimos y máximos variaron entre 5.48 segundos y 29.64 segundos respectivamente, lo que significa que hay estudiantes que se toman más tiempo en comparación al promedio.

Finalmente, en la Tarea 5, el promedio fue de 20.53 segundos, y la mediana de 18.85 segundos, lo que indica que los estudiantes no capacitados también necesitaron más tiempo para completar esta tarea en comparación con el grupo capacitado, se encontraron tiempos de ejecución que variaron entre 8.46 segundos como mínimo y 32.12 segundos como máximo; se registraron dos valores atípicos de 44.82 segundos y 37.56 segundos, lo que sugiere que estos dos estudiantes tuvieron complicaciones que la mayoría de estudiantes no experimentó.

Comparando los resultados entre los dos grupos, podemos declarar que la familiaridad con el entorno tiene un gran impacto en la eficiencia para realizar tareas dentro del metaverso; los estudiantes capacitados, con más experiencia, completaron las tareas de manera más rápida y consistente, hubo excepciones, pero definitivamente con tiempos más bajos y menor variación entre ellos.

En cambio, los estudiantes no capacitados, especialmente los de semestres inferiores, mostraron una mayor variación en los tiempos de ejecución de las tareas; se puede observar, en tareas como la Tarea 2 y la Tarea 3, los tiempos fueron considerablemente más largos, lo que probablemente se debe a la razón ya dada. Además, la mayor dispersión en los tiempos indica que algunos enfrentaron más dificultades durante la ejecución de las tareas, aunque no se puede concluir con exactitud debido al tamaño reducido de la muestra.

## Análisis de los Resultados de Inducción a Estudiantes

En este análisis, se observó el desempeño de tres estudiantes a quienes se les dio la oportunidad de realizar tres intentos para completar un conjunto de tareas ya establecidas anteriormente dentro del metaverso.

En este caso, el primer intento fue realizado de manera autónoma, sin ningún tipo de asistencia, en los segundos y terceros intentos, los estudiantes recibieron asistencia directa por parte de los autores del presente trabajo, con el objetivo de guiarlos en la ejecución de las tareas y facilitar su navegación.

### Estudiante 1

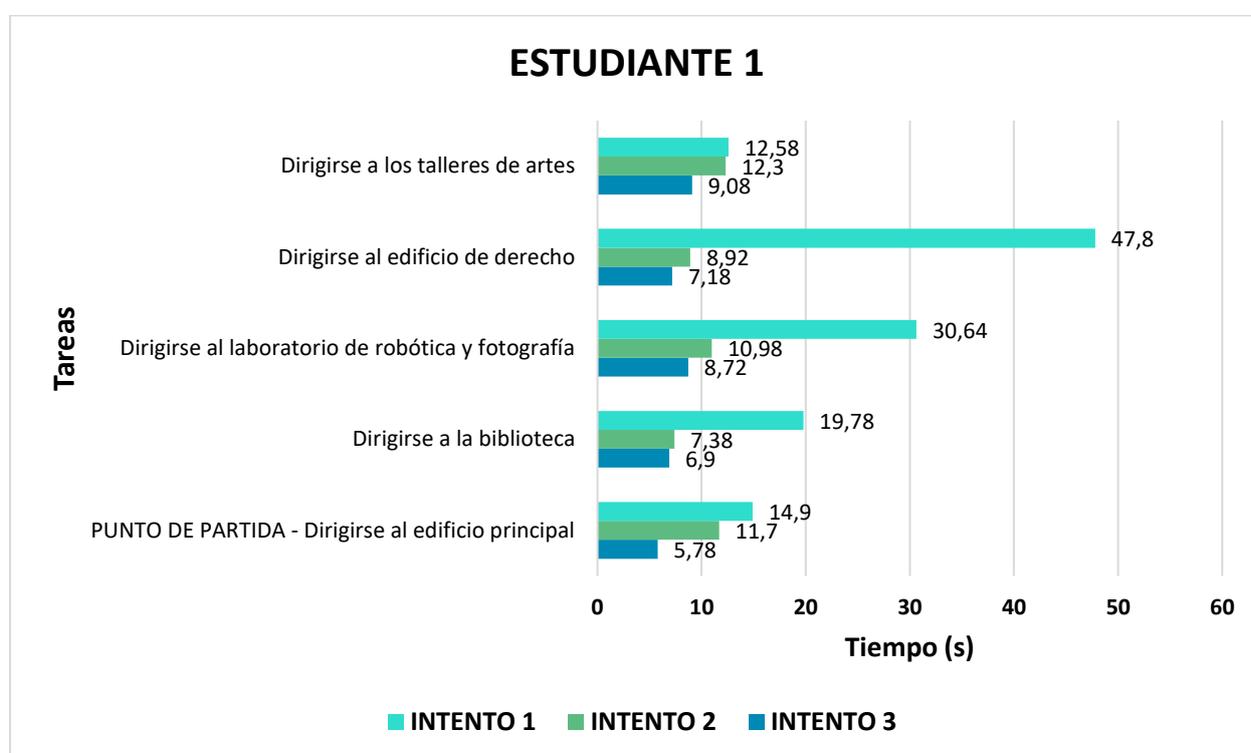


Figura 27: Gráfico de barras de intenciones realizado por el estudiante 1.

Como se puede observar en la Figura 27, el Estudiante 1 mostró una mejora significativa en los tiempos de ejecución de las tareas a medida que avanzaba en los intentos.

En el primer intento, la tarea de dirigirse al edificio de derecho fue la que más tiempo le llevó, con un total de 47.8 segundos; después de recibir la inducción, el tiempo de ejecución de la tarea de este estudiante se redujo notablemente en el segundo intento, reduciéndose a 8.92 segundos para la misma tarea.

Finalmente, en el tercer intento, el tiempo se redujo aún más a 7.18 segundos, lo que refleja que

las instrucciones proporcionadas sirvieron para que el estudiante se desenvuelva más rápido, gracias a la asistencia previa, los estudiantes redujeron los tiempos de ejecución de las tareas dentro del prototipo.

## Estudiante 2

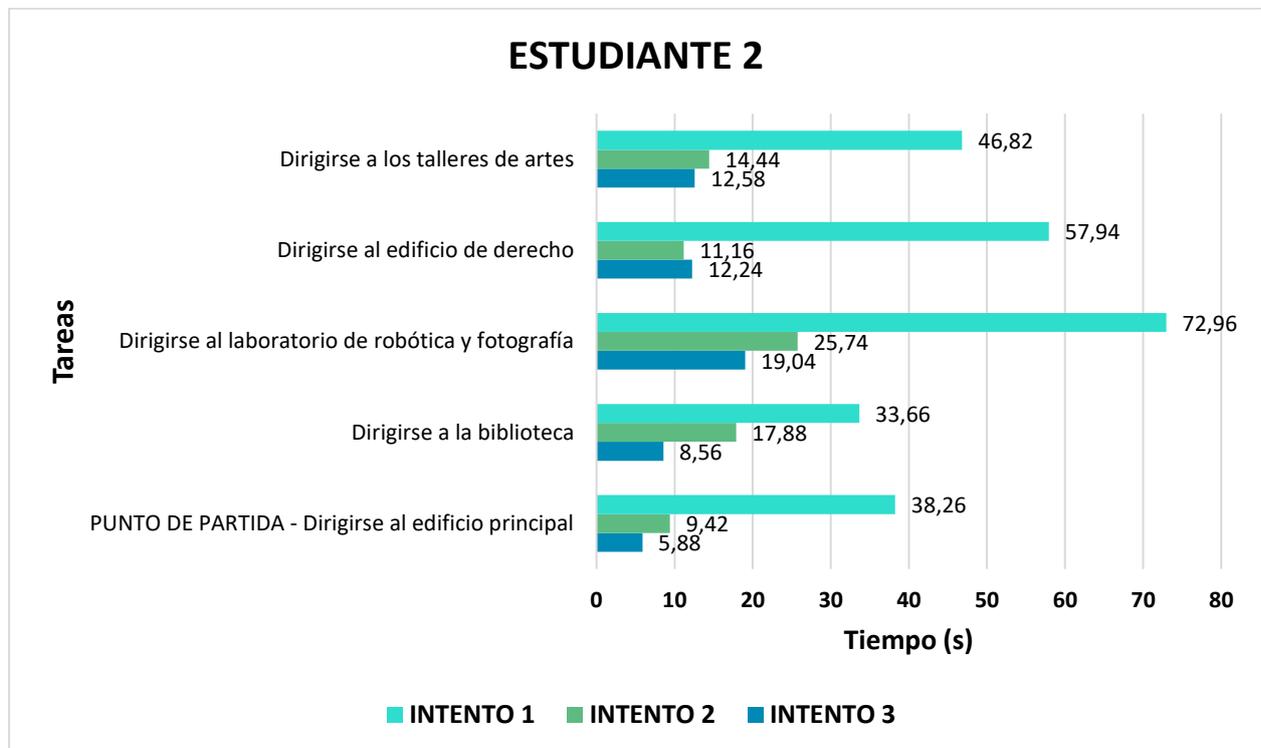


Figura 28: Gráfico de barras de intenciones realizados por el estudiante 2.

Como se observa en la Figura 28, al igual que el Estudiante 1, el Estudiante 2 también mostró una reducción en sus tiempos de ejecución en las tareas luego de recibir la inducción.

Durante el primer intento, los tiempos fueron altos, especialmente en la tarea de dirigirse al laboratorio de robótica y fotografía, donde el estudiante tardó 72.96 segundos en completarla; en el segundo intento, el tiempo para la misma tarea se redujo a 25.74 segundos, lo que muestra un progreso.

Finalmente, en el tercer intento, el tiempo se redujo aún más a 19.04 segundos. Esta mejora demuestra en números que la inducción le ayudó a realizar estas tareas en un menor tiempo utilizando las funcionalidades del metaverso.

### Estudiante 3

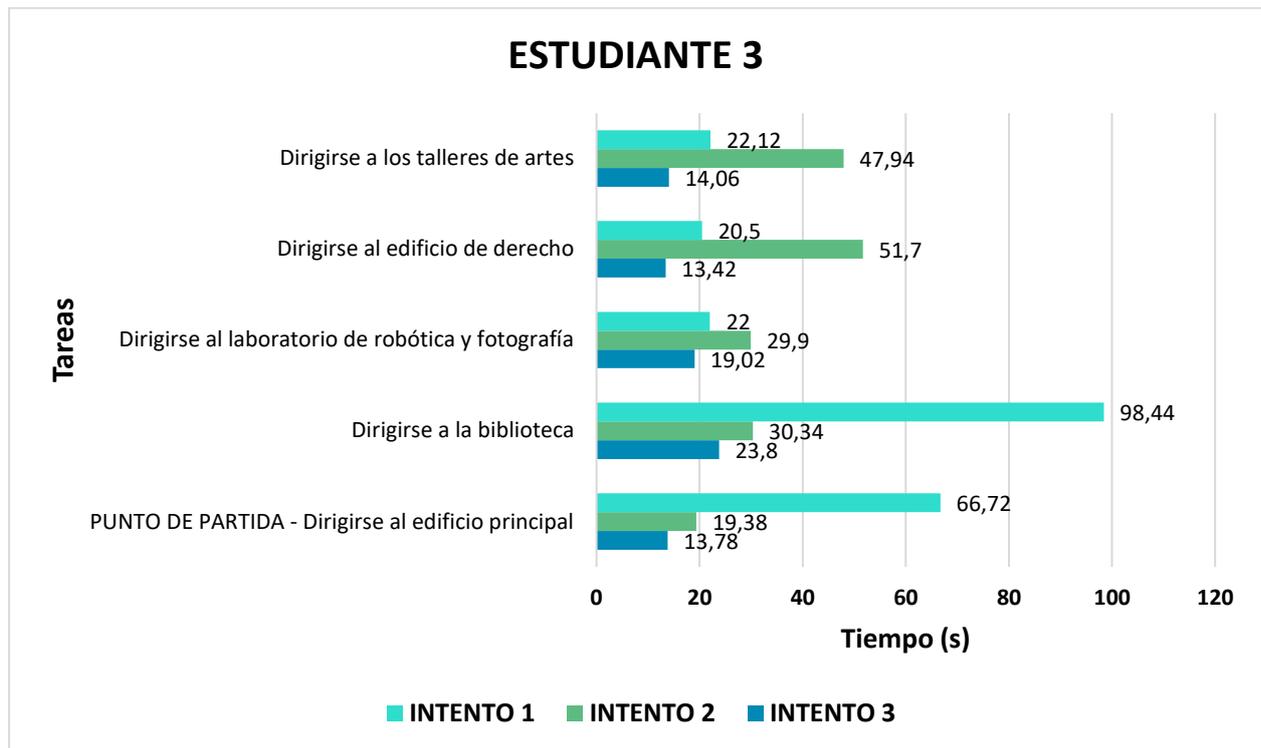


Figura 29: Gráfico de barras de intencos realizado por el estudiante 3.

En la Figura 29, correspondiente al estudiante 3, también se puede observar un progreso en los tiempos de ejecución del Estudiante 3 a lo largo de los tres intentos, a pesar de aquello, no ocurrió lo mismo en todas las tareas, inesperadamente, aun teniendo la inducción en las 2 ultimas tareas, el estudiante tardó más que cuando lo hizo de manera individual.

Por otro lado, en la tarea 1, en el primer intento, el estudiante tardó 66.72 segundos para dirigirse al edificio principal, lo que indica que, aunque podía realizar solo la navegación en el metaverso, tardó mucho.

En el segundo intento, tras la inducción, los tiempos de ejecución se redujeron. El estudiante completó la tarea de dirigirse al edificio principal en 19.38 segundos, lo que demuestra un progreso claro al navegar. Así mismo, otras tareas como dirigirse a la biblioteca también mostraron una mejora, pasando de 98.44 segundos en el primer intento, siendo el número más alto de este estudiante, a 30.34 segundos en el segundo intento.

Finalmente, en el tercer intento, el Estudiante 3 completó la tarea de dirigirse al edificio principal en 13.78 segundos. Además, en la tarea de dirigirse a la biblioteca, el tiempo se redujo aún más a 23.8 segundos. Estos resultados muestran que, con la práctica y la inducción, el estudiante mejoró en velocidad al momento de completar la tarea.

El análisis realizado a los Estudiantes 1, 2 y 3 muestra una tendencia, ya que con varios intentos los estudiantes lograron reducir el tiempo en el que completaban las tareas.

Podemos inferir que la inducción y la práctica jugaron un papel claro en estos estudiantes y que lo que tienen en común estos resultados es que todos tuvieron un resultado positivo entre el 1ero y 3er intento. Se propone que futuros trabajos desarrollen mejor esta idea, ya que la muestra reducida nos limita a dar una conclusión.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del prototipo del Campus Machala de la UTMACH ha cumplido satisfactoriamente con el objetivo propuesto, ofreciendo un entorno virtual interactivo que facilita la exploración y familiarización de los estudiantes con las instalaciones universitarias; se logró integrar diversas tecnologías, tales como técnicas de modelado 3D, programación en Unity y técnicas de optimización que permitieron alcanzar los demás objetivos planteados.

- Como parte del Objetivo Específico 1, se llevó a cabo una exhaustiva investigación sobre el metaverso y sus aplicaciones dentro del contexto educativo, explorando elementos clave en la implementación de estos entornos virtuales haciendo especial énfasis en aspectos fundamentales como el rendimiento, la interactividad, la usabilidad, la integración de inteligencia artificial y la optimización gráfica. Estos estudios proporcionaron una base sólida que permitió la creación de un entorno robusto, fluido y funcional, aunque es importante señalar que todavía existen limitaciones en cuanto a la aplicación del metaverso en la educación superior, un campo que sigue en desarrollo.
- En cuanto a la creación de un modelo 3D detallado del campus Machala, como se estableció en el Objetivo Específico 2, el uso de referencias fotográficas y técnicas avanzadas de modelado en Blender resultó en una representación precisa y realista de las instalaciones, lo cual contribuyó significativamente a mejorar la percepción de realismo del entorno virtual.
- Al desarrollar un entorno interactivo en Unity, como se detalló en el Objetivo 3, se brindó a los estudiantes la posibilidad de explorar libremente el campus, lo que aumentó significativamente la familiarización con el entorno. Las mecánicas de navegación que se integraron en el prototipo permitieron una experiencia fluida, mientras que los efectos visuales lograron mejorar la inmersión en el entorno virtual.
- El bot de inteligencia artificial, integrado mediante el plugin Convai, que se mencionó en el Objetivo Específico 4, mejoró la interacción del usuario con el entorno virtual. Permitted la interacción con el metaverso de forma dinámica, y los usuarios pudieron obtener información relevante sobre las instalaciones.
- Finalmente, mediante las evaluaciones realizadas, correspondientes al Objetivo Específico 5, a través de encuestas y pruebas de usuario, se obtuvo un alto nivel de aceptación en cuanto a la usabilidad del prototipo, confirmando que los estudiantes

encontraron la experiencia intuitiva y fácil de usar. Las respuestas reflejaron una interacción positiva con el bot, evidenciando una buena facilidad de navegación y comunicación dentro del metaverso. Además, se destacó un significativo nivel de familiarización con el entorno, lo cual demuestra que las diferentes configuraciones implementadas fueron clave para alcanzar estos resultados.

- En conclusión, se puede afirmar que la hipótesis propuesta en este trabajo ha sido aceptada, ya que el prototipo ha logrado mejorar la experiencia de exploración de los estudiantes. Este logro se respalda en los resultados obtenidos de la evaluación del prototipo, donde los indicadores de usabilidad, interactividad y familiarización fueron mayoritariamente positivos, demostrando que las decisiones tomadas durante el desarrollo del proyecto contribuyeron al éxito de la implementación.

## RECOMENDACIONES

- Este prototipo de metaverso ha sido recibido positivamente por los usuarios, quienes han destacado su potencial como una herramienta no solo para la exploración del campus, sino también para aplicaciones en el ámbito educativo. En este sentido, es recomendable no limitar su uso exclusivamente a la navegación, sino explorar nuevas funcionalidades interactivas que enriquezcan la experiencia, como herramientas para la educación virtual. De igual manera, se podría evaluar la compatibilidad con diferentes dispositivos y la integración de tecnologías emergentes, como el blockchain, para fortalecer la seguridad y la transparencia en las interacciones dentro del metaverso. Es esencial que las nuevas funcionalidades sigan mejorando la inmersión y accesibilidad, evitando propuestas que resulten insostenibles a largo plazo y puedan afectar la experiencia del usuario.
- En relación a la base teórica y la investigación, sería recomendable mantenerse al día con los avances tecnológicos relacionados con el metaverso, asegurando que el desarrollo del proyecto se apoye en innovaciones recientes. Además, ampliar la revisión de literatura permitirá comprender más a fondo las áreas de impacto, así como realizar pruebas con otros motores de desarrollo 3D para evaluar comparativamente sus ventajas y desventajas respecto a Unity.
- Con el fin de optimizar la experiencia, es fundamental seguir explorando técnicas avanzadas de optimización de modelos 3D, mejorando el rendimiento del metaverso sin comprometer la calidad visual. Se debe tener en cuenta también la plataforma en la que se utilizará el metaverso, ya que cada una puede requerir diferentes recursos. La creación de versiones adaptadas para diversas plataformas y la evaluación de su rendimiento permitirán realizar los ajustes necesarios para maximizar su eficiencia.
- Otro aspecto crucial es la optimización del código y de los assets para garantizar una experiencia fluida, sobre todo al considerar la variabilidad de los dispositivos de hardware de los usuarios. Implementar una guía interactiva o un tutorial dentro del metaverso puede ser una excelente estrategia para mejorar las interacciones y familiarizar rápidamente a los usuarios con el entorno.
- En cuanto al bot de inteligencia artificial, una de las recomendaciones clave es seguir expandiendo su banco de información para proporcionar datos más completos y precisos sobre el campus. Al mismo tiempo, sería prudente investigar otras herramientas en el

mercado que compitan con Convai, considerando aspectos como costos, complejidad, interactividad y confianza, para garantizar una experiencia más enriquecedora para el usuario.

- Adicionalmente, sería beneficioso incorporar métricas adicionales para medir con mayor precisión la experiencia del usuario. Implementar herramientas de evaluación confiables permitirá realizar mejoras basadas en datos concretos, asegurando que el metaverso siga cumpliendo con las expectativas y necesidades de los usuarios.
- Mediante el cronometraje del tiempo durante la realización de las pruebas del prototipo, se obtuvieron resultados que nos permitieron generar gráficos y observar la relación entre el tiempo que tarda un usuario en completar una tarea por su cuenta y el tiempo de ejecución cuando lo realiza acompañado de un especialista. Sin embargo, debido a la cantidad insuficiente de datos obtenidos, no se pudieron establecer conclusiones. Se espera que en trabajos futuros se puedan abordar estos aspectos y determinar si una inducción o capacitación asistida es necesaria para la primera vez que se utiliza el prototipo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. A. Hoffmann Conceição, F. Anastácio de Oliveira, and A. G. Bezerra Junior, “The Metaverse Phenomenon and its implications on education: A systematic literature review and documental analysis”, *SciELO Preprints*, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5991>.
- [2] D. Tsz and K. Ng, “What is the metaverse? Definitions, technologies and the community of inquiry,” *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 2022, no. 4, p. 38, doi: <https://doi.org/10.14742/ajet.7945>.
- [3] S. A. K. Ioannidis and A. P. Kontis, “The 4 Epochs of the Metaverse,” *Journal of Metaverse*, vol. 3, no. 2, pp. 152–165, Dec. 31, 2023. doi: <https://doi.org/10.57019/jmv.1294970>.
- [4] T. Jung *et al.*, “Metaverse for service industries: Future applications, opportunities, challenges and research directions,” *Comput Human Behav*, vol. 151, Feb. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.108039>.
- [5] M. Ali, F. Naeem, G. Kaddoum, and E. Hossain, “Metaverse Communications, Networking, Security, and Applications: Research Issues, State-of-the-Art, and Future Directions,” Dec. 2022, doi: <https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3347172>.
- [6] H. Duan, J. Li, S. Fan, Z. Lin, X. Wu, and W. Cai, “Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype,” in *MM 2021 - Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia*, Association for Computing Machinery, Inc, Oct. 2021, pp. 153–161. doi: <https://doi.org/10.1145/3474085.3479238>.
- [7] W. R. Marques, “Metaverso e educação: uma revisão da Literatura,” *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, vol. 3, no. 10, p. e3102064, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i10.2064>.
- [8] S. Maghaydah, M. Al-Emran, P. Maheshwari, and M. A. Al-Sharafi, “Factors affecting metaverse adoption in education: A systematic review, adoption framework, and future research agenda,” Apr. 15, 2024, *Heliyon*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28602>.
- [9] H. Lin, S. Wan, W. Gan, J. Chen, and H. C. Chao, “Metaverse in Education: Vision, Opportunities, and Challenges,” in *IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2022*, Osaka, Japan: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2022, pp. 2857–2866. doi: <https://doi.org/10.1109/BigData55660.2022.10021004>.
- [10] E. Rojas, X. Hülsmann, R. Estriegana, F. Rückert, and S. Garcia-Esteban, “Students’ Perception of Metaverses for Online Learning in Higher Education: Hype or Hope?,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 8, Apr. 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/electronics12081867>.
- [11] J. Shim, “Investigating the effectiveness of introducing virtual reality to elementary school students’ moral education,” *Computers & Education: X Reality*, vol. 2, p. 100010, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100010>.
- [12] J. Acevedo Nieto, “Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo,” *Revista - adComunica*, pp. 41–56, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.6035/adcomunica.6544>.
- [13] S. Mystakidis, “Metaverse,” *Encyclopedia*, vol. 2, no. 1, pp. 486–497, Feb. 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>.
- [14] P. Medina Chicaiza, M. E. Almachi Toapanta, and M. S. Zumba Velasteguí, “Análisis de documentos académicos sobre metaverso en el campo empresarial,” *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, vol. 8, no. 16, pp. 71–96, Jul. 2023, doi: <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i16.2520>.
- [15] D. P. Barráez Herrera, “Metaversos en el Contexto de la Educación Virtual”, *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, vol. 13, no. 1, pp. 11–19, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.37843/rted.v13i1.300>.
- [16] M. Q. Garzón Quirtoz, “Análisis informétrico del metaverso en canales y vídeos hispanoparlantes de YouTube,” *Podium*, no. 41, pp. 141–156, Jun. 2022, doi:

- <https://doi.org/10.31095/podium.2022.41.9>.
- [17] A. R. Soto, “La era del metaverso para la transformación digital de los negocios,” in *Transformación digital como propuesta de valor para la competitividad*, vol. 16, 2022, pp. 999–1011. Accessed: May 22, 2024. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/365769454\\_La\\_era\\_del\\_metaverso\\_para\\_la\\_transformacion\\_digital\\_de\\_los\\_negocios](https://www.researchgate.net/publication/365769454_La_era_del_metaverso_para_la_transformacion_digital_de_los_negocios).
- [18] “realidad | Diccionario de la lengua española (2001) | RAE - ASALE.” Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.rae.es/drae2001/realidad>.
- [19] S. A. Smith, “Virtual reality in episodic memory research: A review,” *Psychon Bull Rev*, vol. 26, pp. 1213–1237, Aug. 2019, doi: <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01605-w>.
- [20] F. Rousseaux *et al.*, “Hypnosis associated with 3d immersive virtual reality technology in the management of pain: A review of the literature,” *J Pain Res*, vol. 13, pp. 1129–1138, 2020, doi: <https://doi.org/10.2147/JPR.S231737>.
- [21] M. S. Bermo, D. Patterson, S. R. Sharar, H. Hoffman, and D. H. Lewis, “Virtual Reality to Relieve Pain in Burn Patients Undergoing Imaging and Treatment,” *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, vol. 29, no. 4, pp. 203–208, Aug. 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/RMR.0000000000000248>.
- [22] J. R. Abbas *et al.*, “What is Virtual Reality? A healthcare-focused systematic review of definitions,” *Health Policy Technol*, vol. 12, no. 2, Jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2023.100741>.
- [23] G. Lara, A. Santana, A. Lira, and A. Peña, “El Desarrollo del Hardware para la Realidad Virtual,” *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, no. 31, pp. 106–117, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.17013/risti.31.106-117>.
- [24] J. Luque Ordóñez, “Realidad Virtual y Realidad Aumentada,” 2020. Accessed: May 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.acta.es/recursos/revista-digital-manuales-formativos/616-063>.
- [25] “Meta Quest 2: gafas inmersivas de realidad virtual todo en uno | Meta Store | Meta Store.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.meta.com/es/quest/products/quest-2/>
- [26] “Valve Index.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://store.steampowered.com/valveindex>.
- [27] “PlayStation®VR2 | La nueva generación de juegos en RV en PS5 | PlayStation (Ecuador).” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.playstation.com/es-ec/ps-vr2/>
- [28] “VIVE Pro 2 Headset - High-Resolution Virtual Reality for PC.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.vive.com/us/product/vive-pro2/overview/>
- [29] “Gafas de realidad virtual HP Reverb G2 | HP® España.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.hp.com/es-es/vr/reverb-g2-vr-headset.html>
- [30] M. Kosa, A. Uysal, and P. E. Eren, “Acceptance of virtual reality games: A multi-theory approach,” *Int J Gaming Comput Mediat Simul*, vol. 12, no. 1, pp. 43–70, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2020010103>.
- [31] M. Barreda-Ángeles, S. Horneber, and T. Hartmann, “Easily applicable social virtual reality and social presence in online higher education during the covid-19 pandemic: A qualitative study,” *Computers & Education: X Reality*, vol. 2, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100024>.
- [32] T. Hartmann and M. Hofer, “I Know It Is Not Real (And That Matters) Media Awareness vs. Presence in a Parallel Processing Account of the VR Experience,” *Front Virtual Real*, vol. 3, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.3389/frvir.2022.694048>.
- [33] T. Hartmann and J. Fox, “Entertainment in Virtual Reality and Beyond: The Influence of Embodiment, Co-Location, and Cognitive Distancing on Users’ Entertainment Experience,” in *The Oxford Handbook of Entertainment Theory*, Oxford University Press, 2021, pp. 717–732. doi: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190072216.013.37>.
- [34] L. M. Nuñez, “La presencia social del facilitador en la educación en línea. Buenas prácticas,”

- Mendive. Revista de Educación*, vol. 19, no. 4, pp. 1043–1053, Dec. 2021, Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/2513>
- [35] V. J. Krebs, “Cuerpo virtual. Avatares de la digitalidad,” *Lógoi*, no. 37, pp. 13–26, Jan. 2020, Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8704527&info=resumen&idioma=ENG>
- [36] T. F. Lønne, H. R. Karlsen, E. Langvik, and I. Saksvik-Lehouillier, “The effect of immersion on sense of presence and affect when experiencing an educational scenario in virtual reality: A randomized controlled study,” *Heliyon*, vol. 9, no. 6, Jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17196>.
- [37] C. Técnicas Aplicadas, M. I. Vinicio Estrada-Velasco, J. I. Alexandra Núñez-Villacis, and W. I. Clemente Cunuhay-Cuchiye, “Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software,” *Dominio de las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, Vol. 7, No. Extra 4, 2021 (Ejemplar dedicado a: AGOSTO ESPECIAL)*, pág. 54, vol. 7, no. 4, p. 54, 2021, doi: [10.23857/dc.v7i4.2429](https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2429).
- [38] A. Kuz, “Scrum: A new framework applied to education,” *Eduweb*, vol. 15, no. 3, pp. 10–17, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2021.15.03.1>.
- [39] W. Zayat and O. Senvar, “Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban,” *International Journal of Innovation and Technology Management*, vol. 17, no. 4, Jun. 2020, doi: <https://doi.org/10.1142/S0219877020300025>.
- [40] Blender, “About — blender.org.” Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/>
- [41] Blender, “License — blender.org.” Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/license/>
- [42] I. Verner, D. Cuperman, and M. Mueller, “Student learning of engineering systems through simulation-based design using Onshape and Blender,” *Procedia Comput Sci*, vol. 232, pp. 2950–2958, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.111>.
- [43] “BlenderKit - Initial Release.” Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.blenderkit.com/articles/initial-release/>
- [44] “Mixamo.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.mixamo.com/#/>
- [45] “Polycam - LiDAR & 3D Scanner for iPhone & Android.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://poly.cam/>
- [46] Unity, “Real-Time 3D Development Platform & Editor| Unity.” Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://unity.com/products/unity-engine>
- [47] Y. Li and Y. Zhu, “Research on Key Technologies of Garbage Classification Virtual Simulation Game Development Based on unity3d Technology,” *Procedia Comput Sci*, vol. 208, pp. 546–552, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.075>.
- [48] Microsoft, “Documentation for Visual Studio Code.” Accessed: May 25, 2024. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs>
- [49] Unity Technologies, “Starter Assets - ThirdPerson | Updates in new CharacterController package | Essentials | Unity Asset Store.” Accessed: May 25, 2024. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/essentials/starter-assets-thirdperson-updates-in-new-charactercontroller-pa-196526#description>
- [50] Convai, “Convai Plugin,” *Convai Documentation*, Accessed: Dec. 06, 2024. [Online]. Available: <https://docs.convai.com/api-docs>
- [51] “Campus Machala (UTMACH) - Google Maps.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: [https://www.google.com/maps/place/Campus+Machala+\(UTMACH\)/@-3.2650648,-79.9516597,18z/data=!4m6!3m5!1s0x90330e430e19b6f3:0x660ca9da51d58556!8m2!3d-3.2650165!4d-79.9515687!16s%2Fg%2F11by\\_zmpj0?entry=tту](https://www.google.com/maps/place/Campus+Machala+(UTMACH)/@-3.2650648,-79.9516597,18z/data=!4m6!3m5!1s0x90330e430e19b6f3:0x660ca9da51d58556!8m2!3d-3.2650165!4d-79.9515687!16s%2Fg%2F11by_zmpj0?entry=tту)
- [52] F. M. Pozo Hernández, J. H. Ameida Blacio, and O. R. Aldaz Bombón, “Estudio sobre el estado del arte en el uso de la aplicación bimo. caso santo domingo, Ecuador,” *Revista Científica de la*



## 7. ANEXOS

### Anexo 1 - Modelado 3D en Blender

**Modelado 3D:** Para diseñar una estructura en Blender 3D, es primordial tener una referencia fotográfica. En el siguiente ejemplo, se toma como referencia la Figura 30 para proceder con el modelado del objeto tridimensional.



Figura 30: Imagen de referencia para modelar en Blender 3D.

Para comenzar con el modelado 3D, abrimos la aplicación de Blender 3D, la cual debe estar previamente instalada en el equipo. Abriendo esta, se nos despliega su ventana de inicio, así como observamos en la Figura 31.

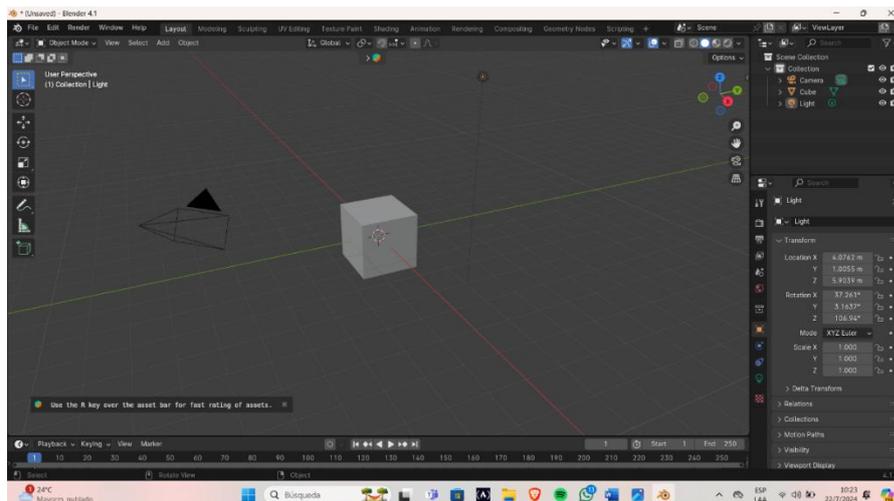


Figura 31: Ventana del software Blender 3D.

Como se observa en la Figura 32, agregaremos una imagen de referencia para asegurar la precisión en cuanto a la ubicación del terreno de la infraestructura. Antes de colocar la imagen, nos dirigimos a los ejes de dirección que se encuentran en la parte superior derecha, al lado del panel donde se verán todas las colecciones de objetos y nos ubicamos en el eje "Z". Posteriormente nos dirigimos

a la opción **Add** en la barra de herramientas superior de la ventana, escogemos la opción **Image** y luego la opción Reference. Se nos desplegará una ventana parecida al explorador de Windows donde nos permitirá elegir la imagen que deseemos y obtenemos un resultado como el que se observa en la Figura 33.

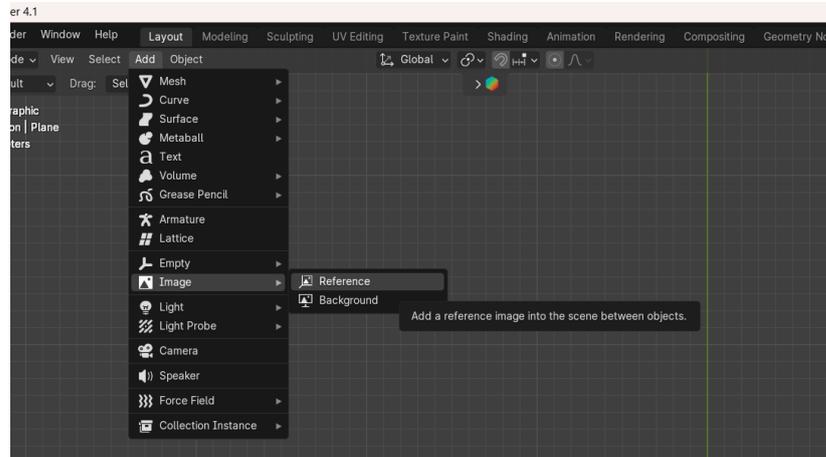


Figura 32: Agregamos una imagen de referencia.

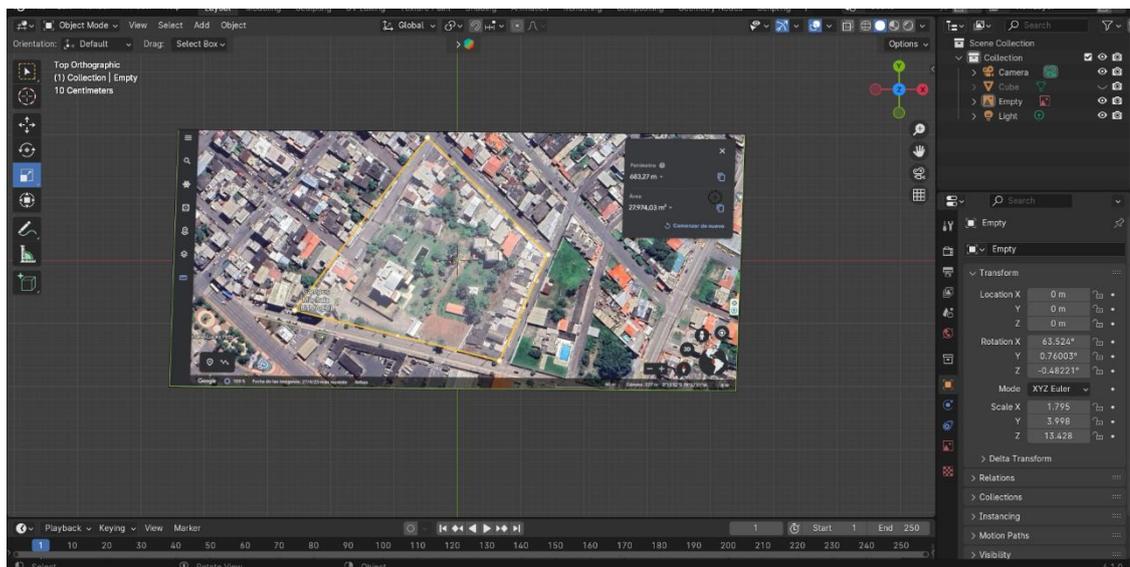


Figura 33: Imagen de referencia agregada.

Creamos un plano de la misma manera que agregamos una imagen, pero esta vez escogemos la opción **Mesh** y luego **Plane**. Se agregará un plano para empezar a hacer la estructura como se muestra en la Figura 34.

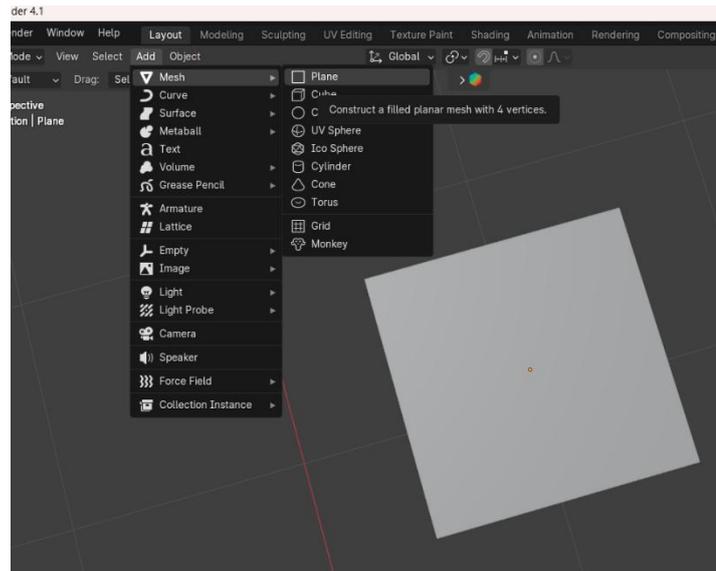


Figura 34: Agregamos un plano.

Una vez creado el plano, lo ajustamos de tamaño acorde a la estructura con la tecla “s”. Se puede combinar la tecla “s” con las teclas “x”, “y” y “z” para ajustar el tamaño de acuerdo con el eje seleccionado, ilustrado en la imagen. En este caso nos mantendremos fijados en el eje z para un mejor trabajo con un ángulo superior; de esta manera trabajaremos en las bases de la edificación, como se muestra en la Figura 35.

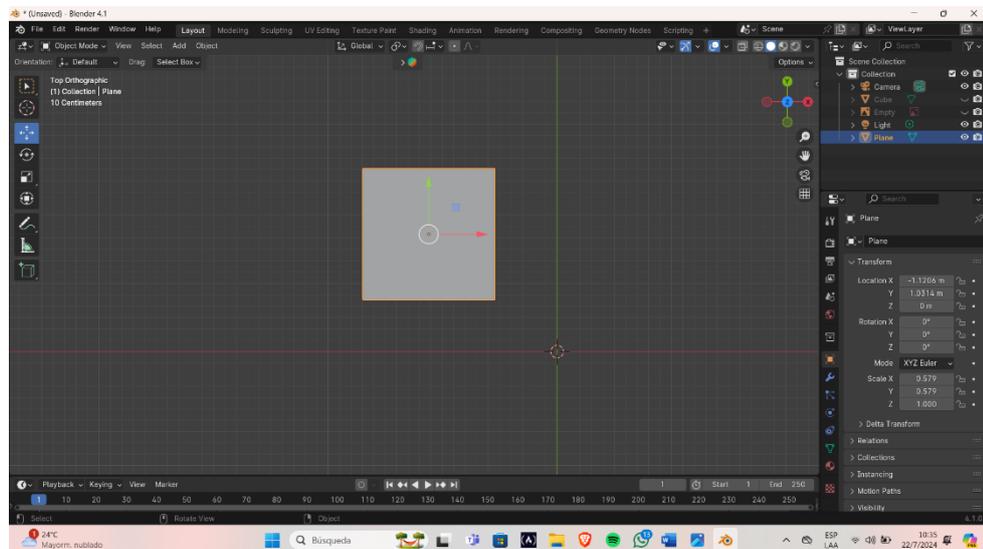


Figura 35: Ajuste del tamaño del plano.

Posteriormente, se coloca al objeto en modo **Edit** y se selecciona la herramienta **Loop Cut** para hacer cortes en el plano. Estos cortes permiten extruir al plano. En la Figura 36 se muestran los cortes realizados al plano.

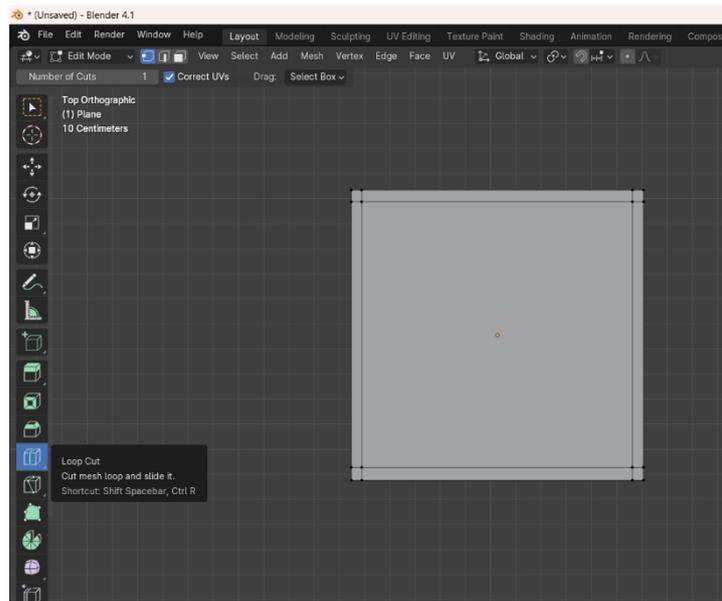


Figura 36: Cortes realizados en el plano.

Luego se seleccionan las caras que se desean extruir del plano. En el modo de selección, escogemos el modo de caras y seleccionamos las caras, como lo muestra la Figura 37.

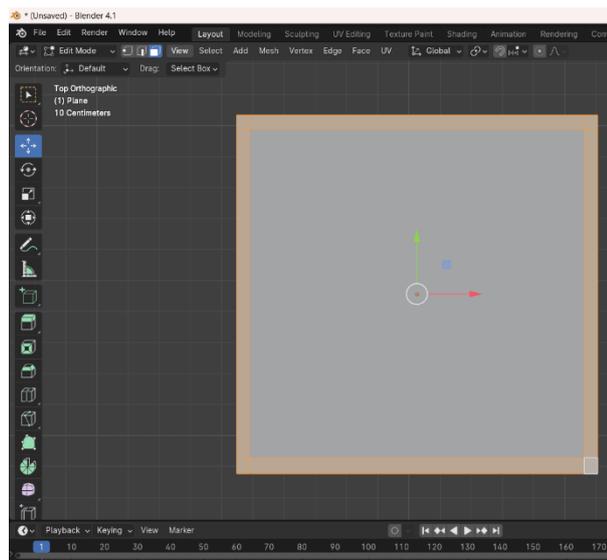


Figura 37: Selección de caras.

Posteriormente nos ubicamos en el eje x para poder visualizar con exactitud qué tan alta vamos a levantar la estructura. En la Figura 38 se muestra cómo extruir las caras; usamos la herramienta **Extrude Region** de las caras seleccionadas anteriormente del plano acorde a la estructura que estamos modelando.

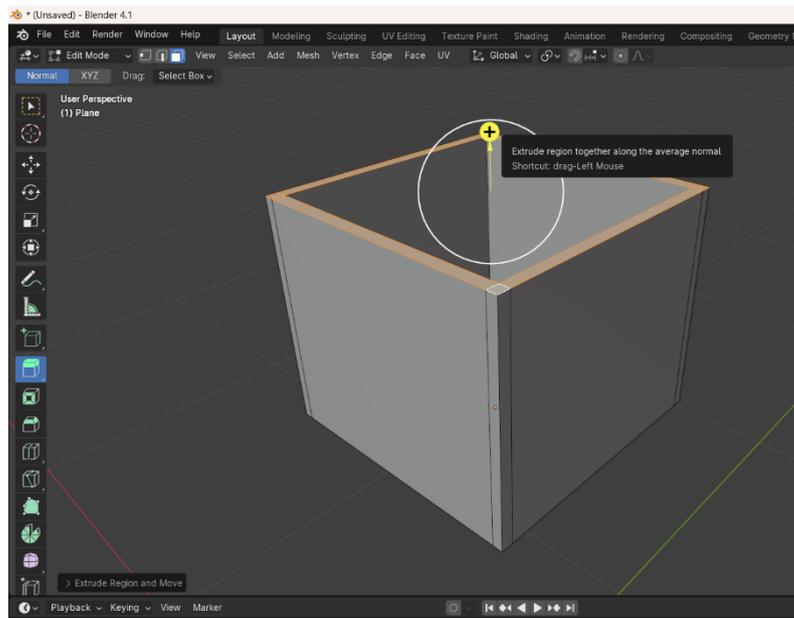


Figura 38: Uso de herramienta "Extrude Region".

### Establecer colores para las estructuras

Para darle color a las paredes u objetos en general, necesitamos establecer las caras de lo que queremos pintar. Para ello vamos a necesitar estar en **Edit Mode** y seleccionamos la cara que queremos pintar, como se muestra en la Figura 39.

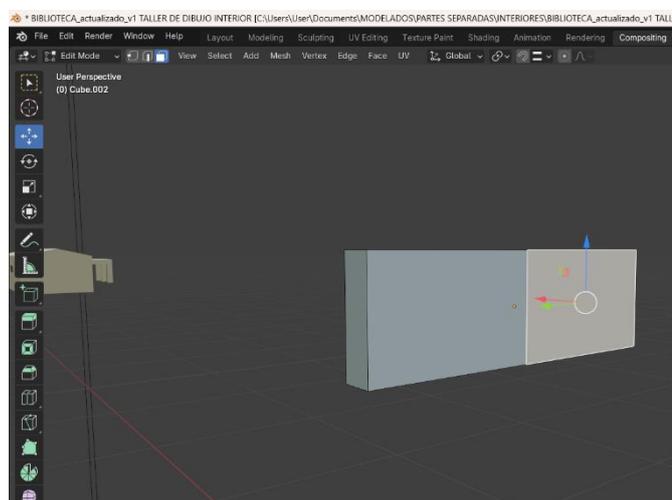


Figura 39: Seleccionamos la cara a pintar.

Luego nos dirigimos a la parte inferior derecha, donde nos aparece un sinnúmero de herramientas. Seleccionamos la herramienta Material que tiene forma de pelota roja y, una vez allí, daremos click en el pequeño botón en forma de cruz para añadir un nuevo material, como se muestra en la Figura 40. Una vez añadido, seleccionaremos uno de los que ya tenemos en el proyecto existente, si es necesario.

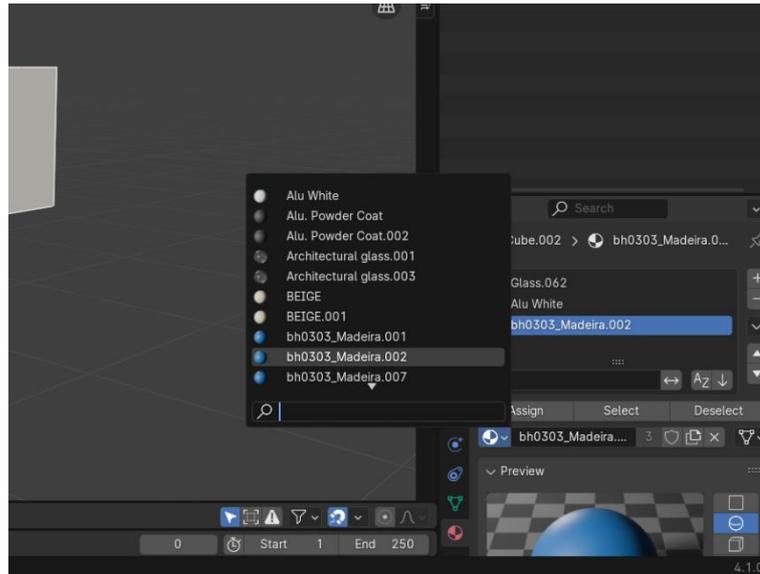


Figura 40: Creamos un nuevo material para este objeto.

Damos click en **Assign** y automáticamente se refleja el color que hemos seleccionado en la cara que habíamos escogido, así como se observa en la Figura 41.

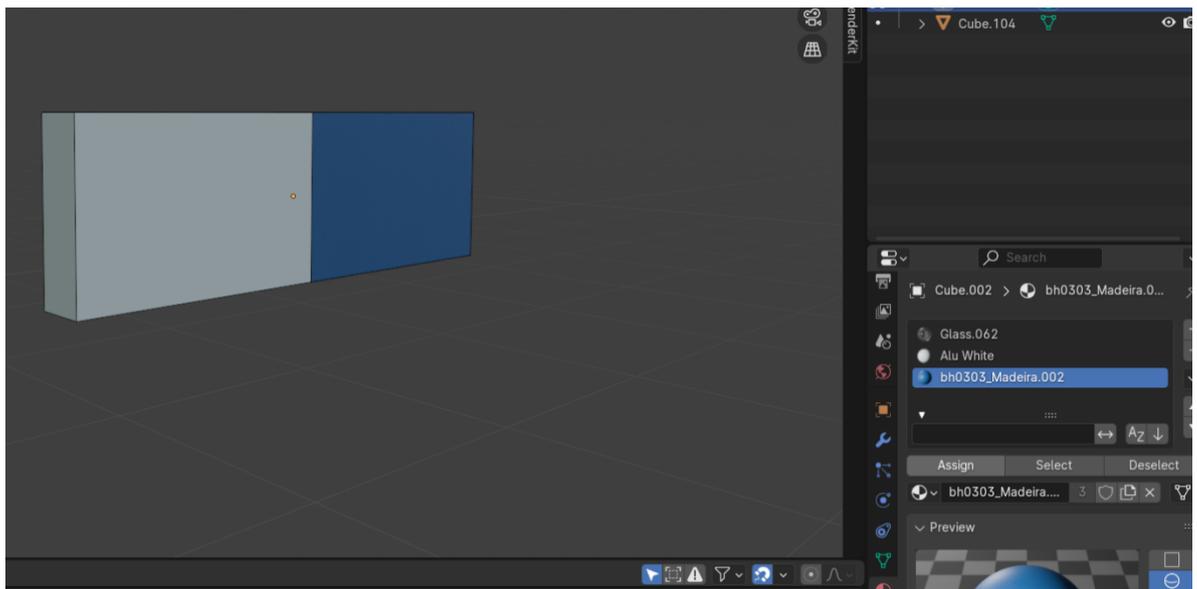


Figura 41: Obtenemos la cara con el color seleccionado y asignado.

## Creación de ventanas

Para realizar una ventana, comenzaremos creando un cubo y transformando su tamaño para asemejarlo a un rectángulo, así como se muestra en la Figura 42.

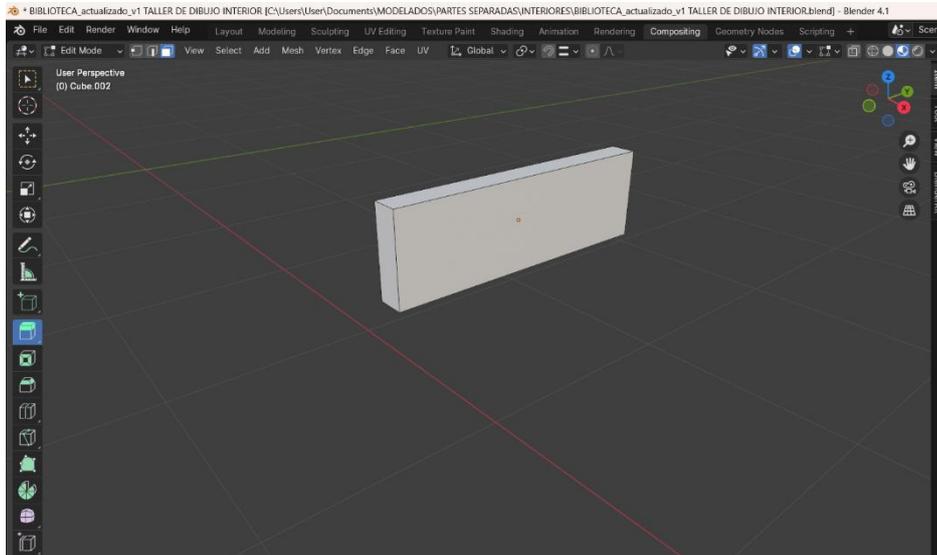


Figura 42: Creación del cubo para hacer la ventana.

A continuación, dividiremos el cubo por la mitad con la herramienta de **Loop Cut**. De esta manera, establecemos los lados donde se ubicará el cristal de las ventanas, así como se observa en la Figura 43.

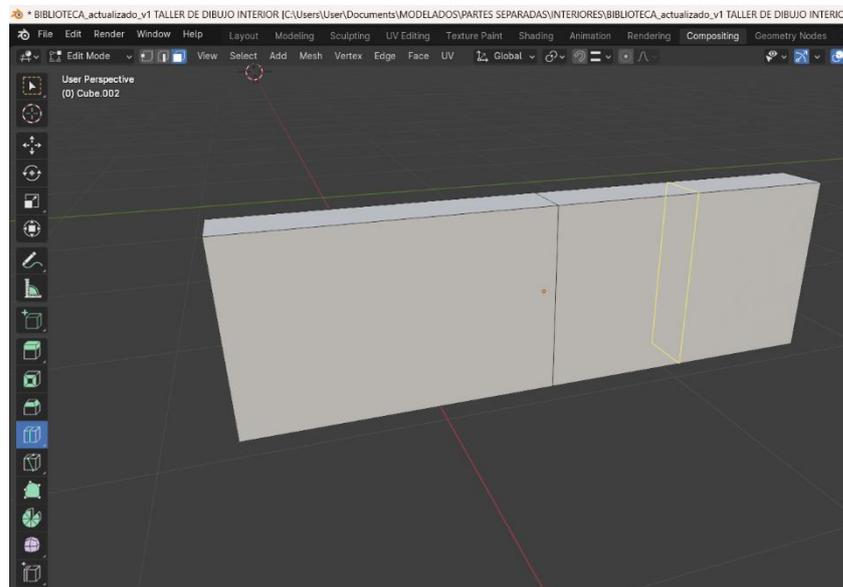
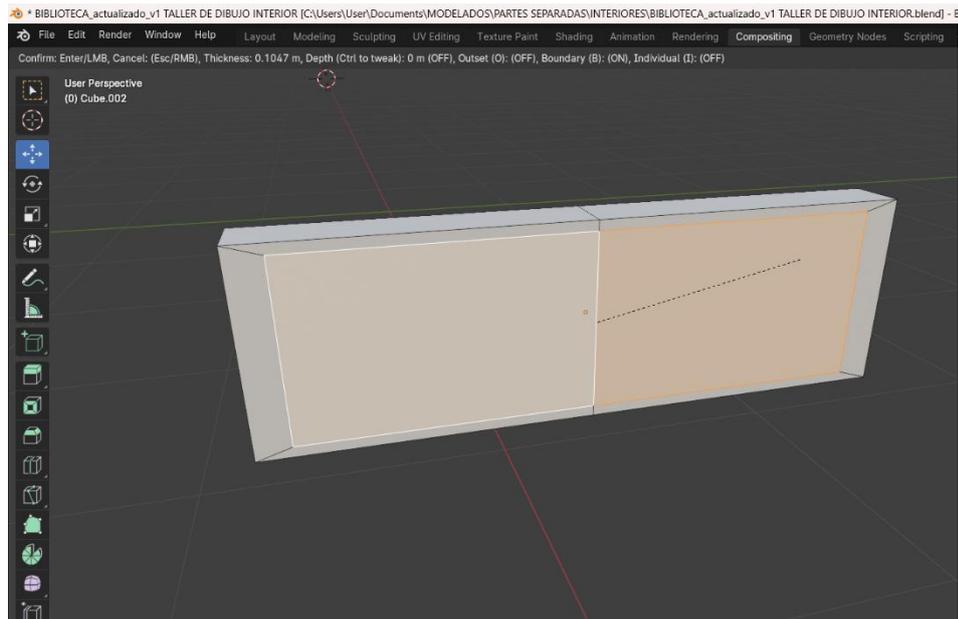


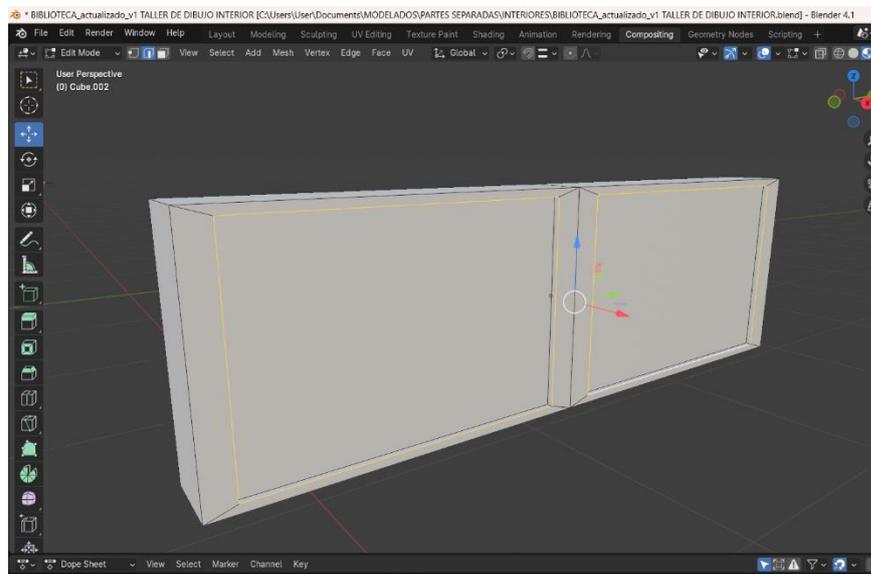
Figura 43: División del cubo con la herramienta "Loop Cut".

Ahora tenemos que seleccionar ambas caras que acabamos de separar con la división y presionar la tecla "i" para usar la herramienta **Inset Faces**, seguido de un movimiento del mouse hacia arriba. Así se creará el marco de la ventana, al que luego le ubicaremos el cristal; quedará un resultado como el que se observa en la Figura 44.



*Figura 44: Creación del marco de la ventana.*

Ahora procedemos a seleccionar las caras de cada lado de la ventana y, usando la herramienta **Extrude Region**, vamos a añadirle profundidad empujando estas caras hacia atrás, así como se muestra en la Figura 45.



*Figura 45: Añadimos profundidad a las caras usando la herramienta "Extrude Region" hacia atrás.*

Procedemos a suavizar los bordes de los marcos seleccionando cada uno de los bordes y luego presionaremos la combinación de teclas "Ctrl+B" para usar la herramienta **Bevel** junto con el movimiento del mouse hacia arriba; así generaremos estos pequeños segmentos que dan la impresión de redondeado, como se muestra en la Figura 46.

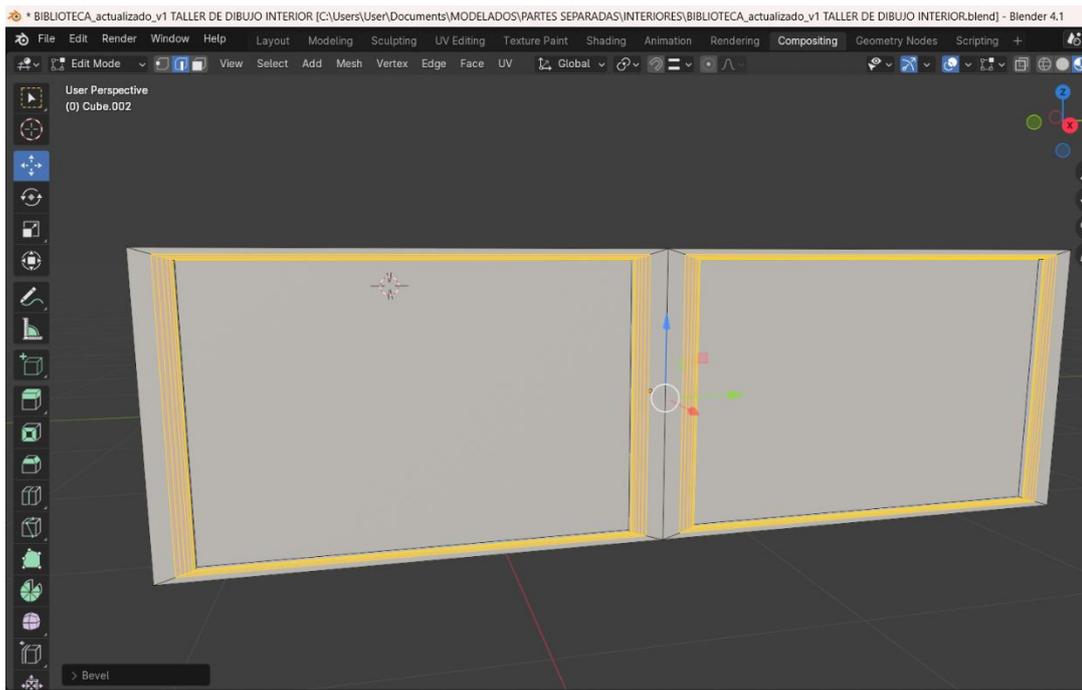


Figura 46: Creamos un suavizado en los bordes de los marcos con la herramienta "Bevel".

Para culminar con las ventanas, ubicaremos el cristal en los espacios reservados para estos; para lograrlo, señalaremos las caras que queremos y dirigiremos al panel de herramientas del lado inferior derecho de la ventana. Nos dirigimos a la pestaña de **Material** donde establecemos el material **Glass** para nuestras caras seleccionadas, damos click en **Assign** y está terminado; en la Figura 47 se observa el resultado.

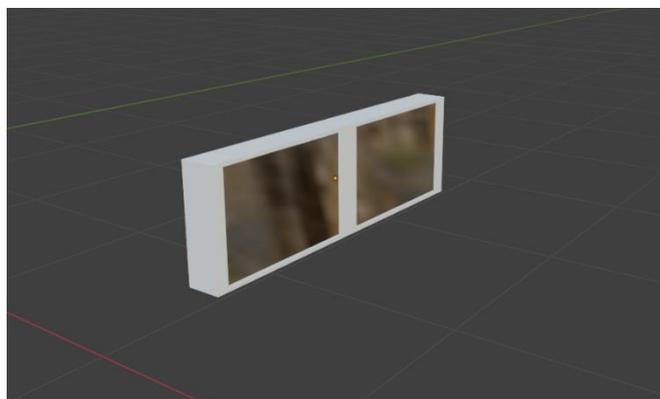


Figura 47: Ventana terminada.

### Detalles externos

Los demás detalles de la edificación se realizaron a partir de cubos y planos usando las mismas herramientas. También se utilizaron herramientas para hacer posible que la estructura sea lo más realista y para ahorrar tiempo con objetos ya hechos; se usó Blender Kit para esta tarea.

Una vez explicado cómo se crean poco a poco las estructuras a partir de objetos 3D, se procedió al modelado de toda la parte externa de los edificios que conforman al campus Machala.

## Texturizado en Blender

Como se observa en la Figura 48, comenzamos creando nuestro cubo/plano al que queremos texturizar.

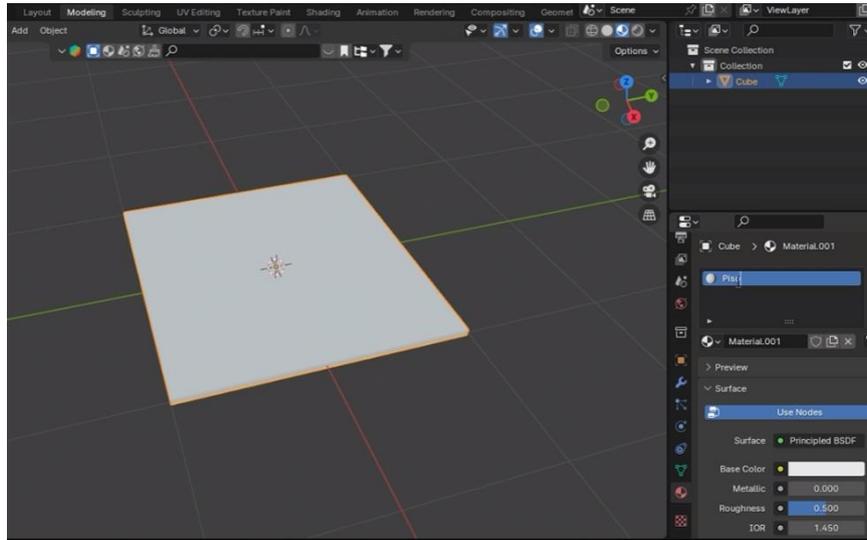


Figura 48: Creamos un cubo o un plano.

En la barra de herramientas superior nos dirigimos al apartado de **Shading**, así como se muestra en la Figura 49.

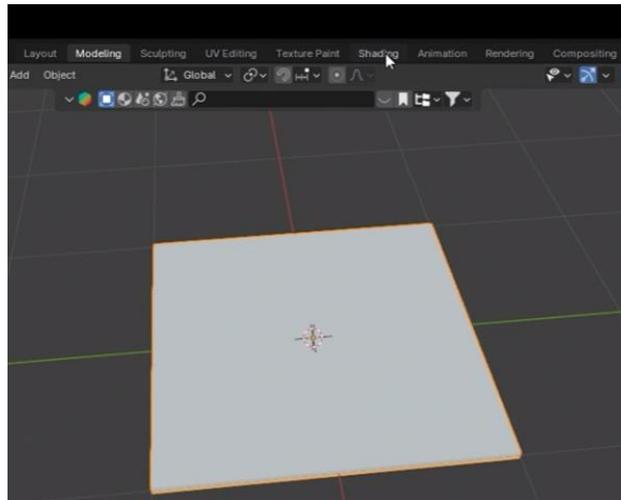


Figura 49: Nos dirigimos hacia la pestaña "Shading".

Como se observa en la Figura 50, se mostrará una ventana diferente a la habitual, donde en la parte inferior se nos muestran dos nodos llamados **Principled BSDF** y otro llamado **Material Output**.

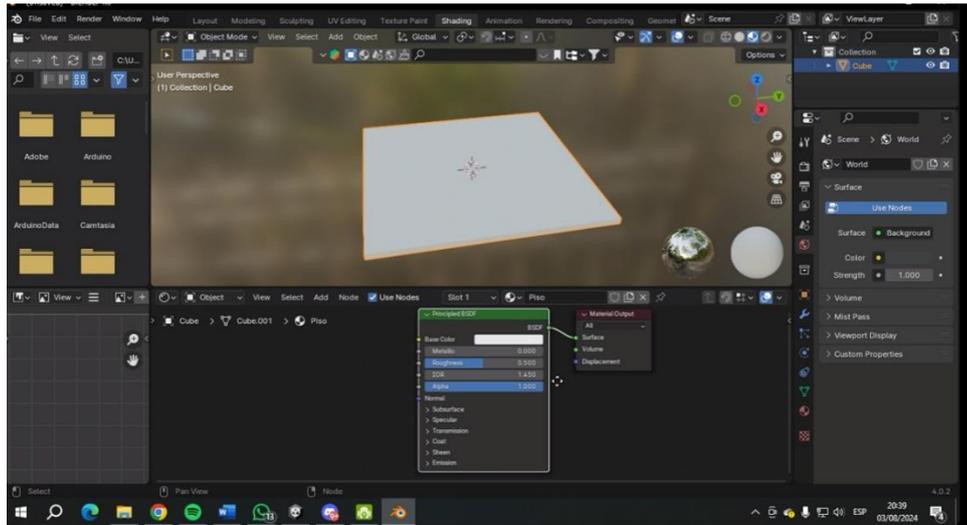


Figura 50: Seleccionamos el nodo "Principled BSDF".

Seleccionamos el nodo **Principled BSDF** y luego presionamos la combinación de teclas "Ctrl+Shift+T"; esto hará que se nos muestre una ventana nueva para seleccionar las texturas que componen a una en total. Estas son: **Roughness, Albedo, Displacement** y **Normal**. Así que las seleccionamos a todas en conjunto y damos a continuar, como se muestra en la Figura 51.

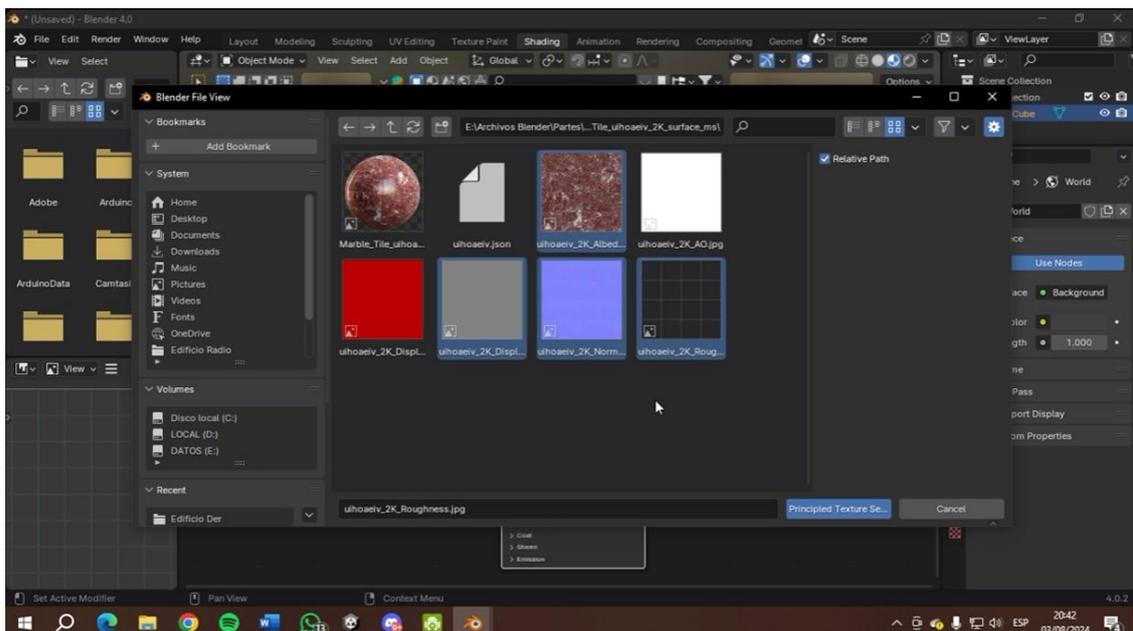


Figura 51: Seleccionamos todos los formatos que conforman la textura.

Como se observa en la Figura 52, nos dará como resultado nuestro cubo/plano con la textura puesta, pero ahora haremos pequeños cambios en la escala para que se acomode; para ello ingresamos a la pestaña de **UV Editing**.

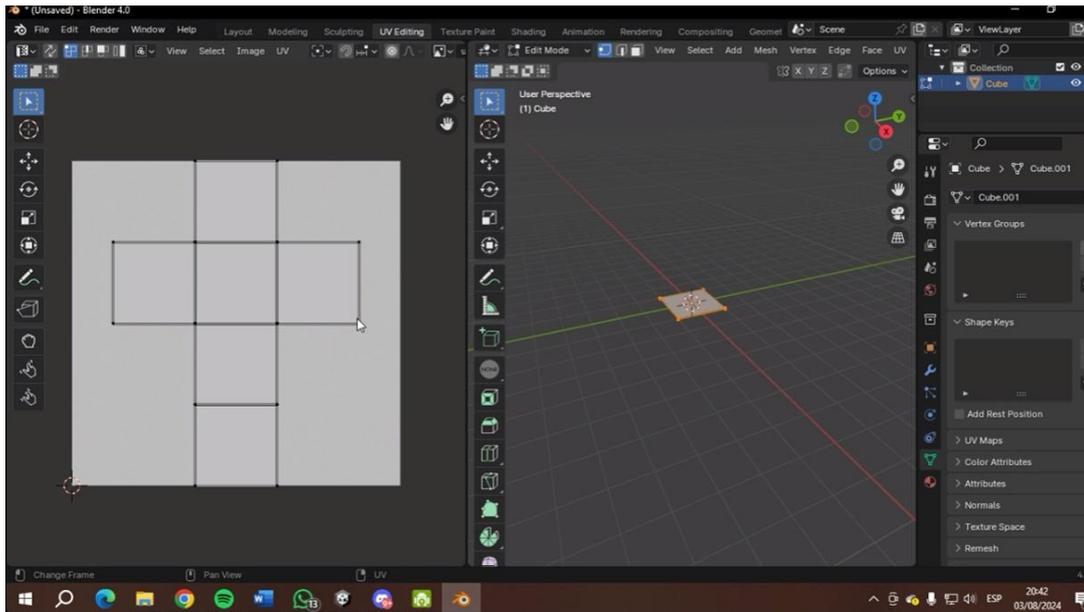


Figura 52: Nos dirigimos a la pestaña "UV Editing".

Ahora seleccionamos nuestro cubo con el atajo de teclado con la tecla A, procedemos a entrar a la pestaña **UV**, donde presionamos la opción **Smart UV Project**, así como se muestra en la Figura 53.

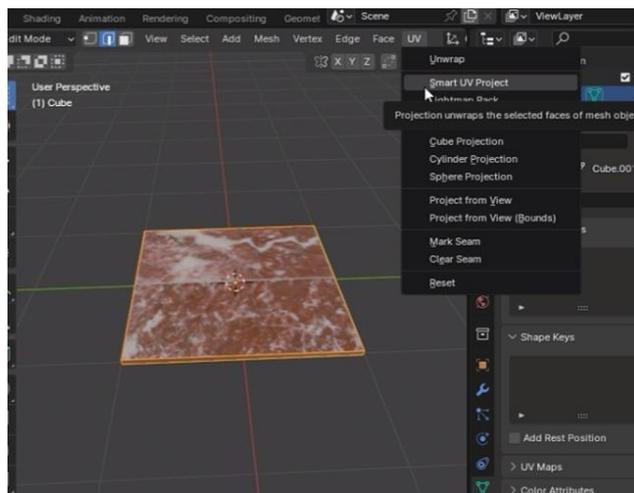


Figura 53: Seleccionamos la opción "Smart UV Project".

Como se observa en la Figura 54, a continuación, se nos despliega una pequeña ventanita donde nos aparecen valores varios sobre el área y margen. En el apartado de **Margin Island** vamos a ubicar un valor dependiendo de cómo queremos la amplitud de la textura; en este caso ubicaremos 0.1.

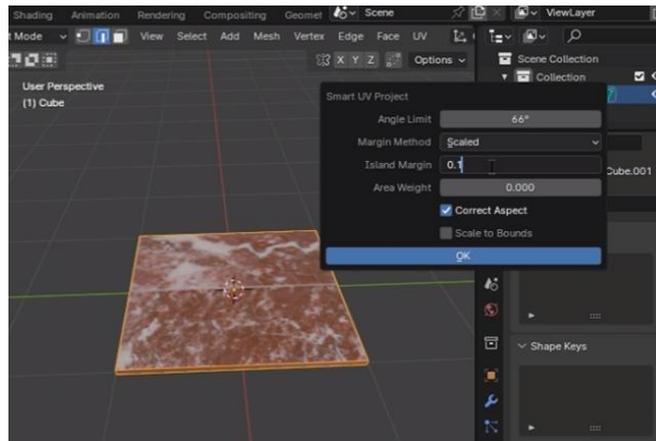


Figura 54: Establecemos los valores deseados y guardamos cambios.

Luego podemos observar cómo en la parte izquierda ha cambiado por el cambio que realizamos y la textura ya está aplicada, así como se observa en la Figura 55.

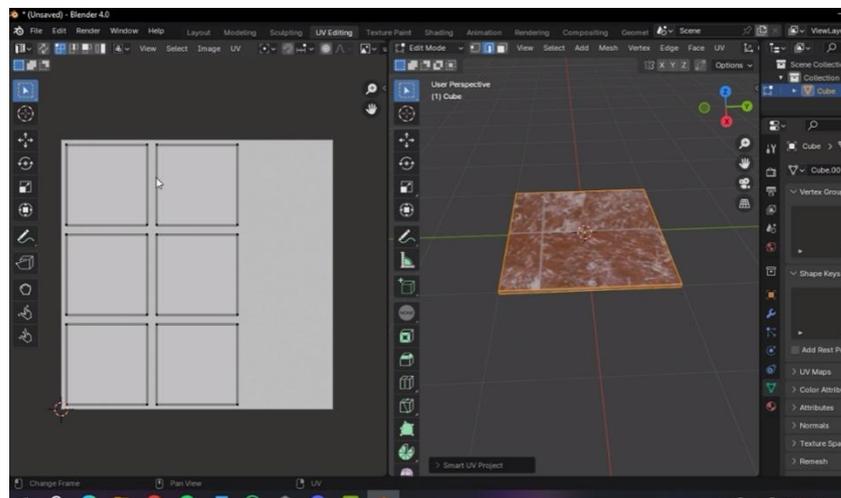


Figura 55: Resultado final.

## Anexo 2 – Integración a Unity

### Creación de proyecto en Unity

Como se observa en la Figura 56, primero creamos un nuevo proyecto en **New project**.

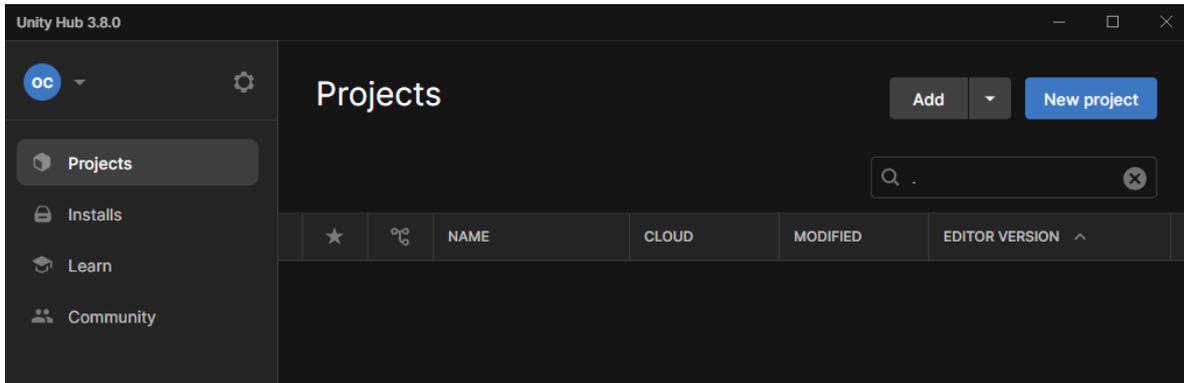


Figura 56: Creamos un nuevo proyecto.

Como se muestra en la Figura 57, por defecto suele venir seleccionado **3D (Built-In Render Pipeline)**, el cual usamos. En la parte de los ajustes del proyecto, le dimos un nombre y elegimos el lugar donde estará ubicado, de preferencia en una unidad de almacenamiento con espacio de sobra. Por último, creamos el proyecto en **Create Project** y esperamos a que se cree el proyecto como el que se muestra en la Figura 58.

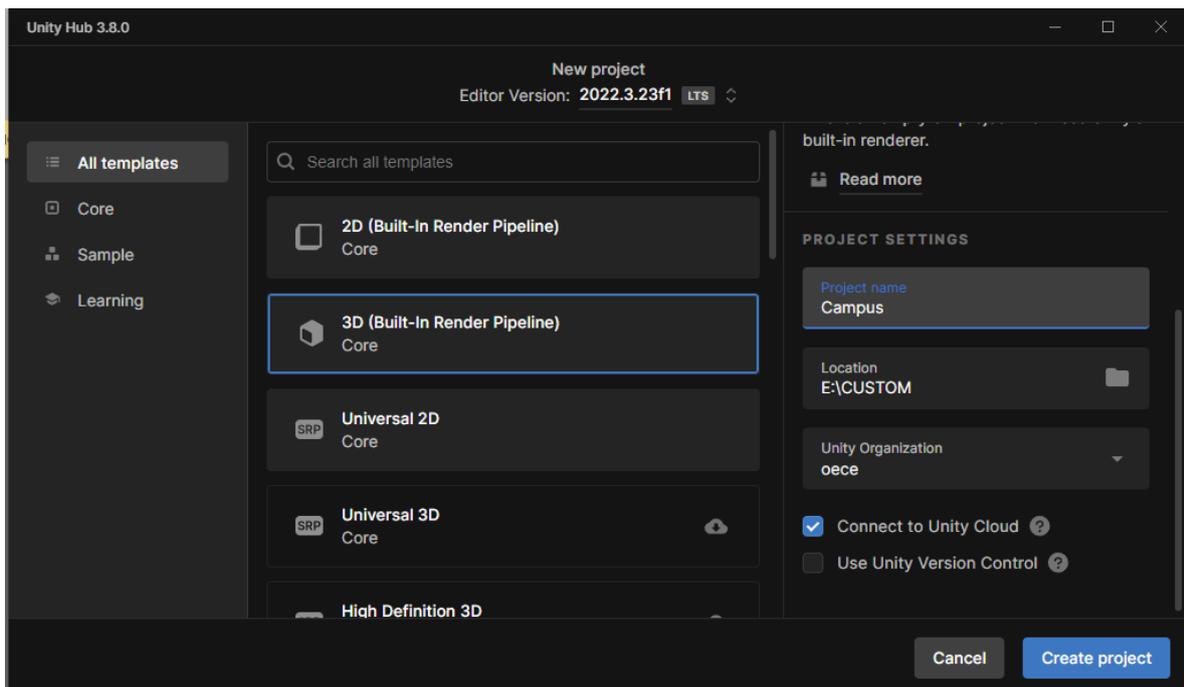


Figura 57: Damos clic en "Create Project" y esperamos.

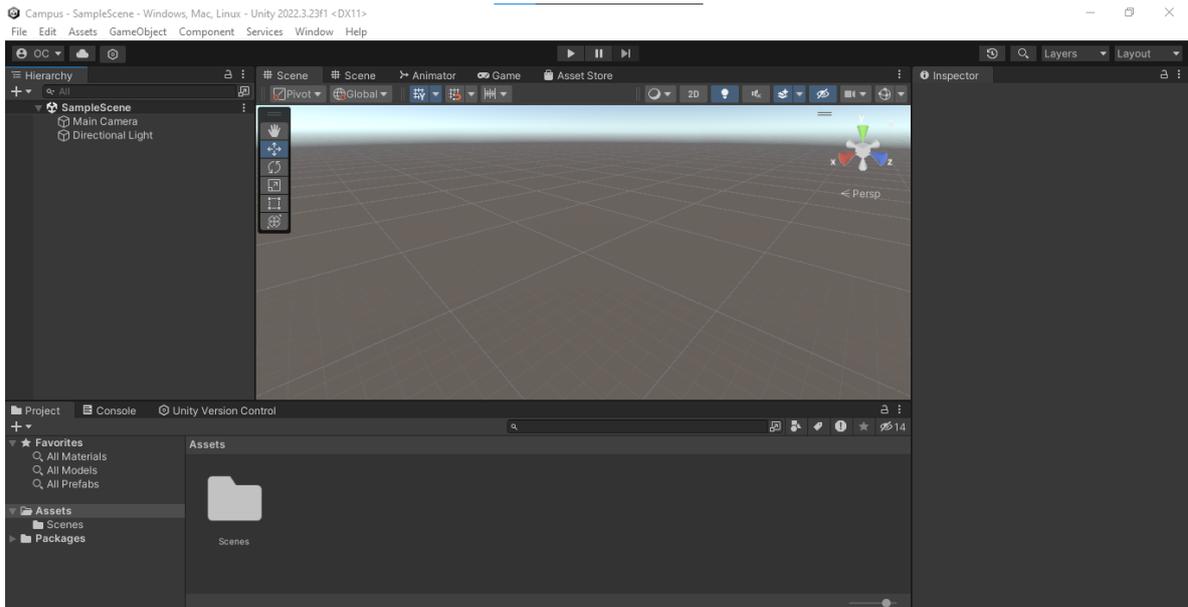


Figura 58: Ventana de Unity con el proyecto creado.

## Importación de modelos 3D a Unity

### Creación de Terreno

Para tener una mejor percepción de la física, primero creamos un terreno de prueba, así como se muestra en la Figura 59. Dando clic derecho en un espacio en blanco en la parte de **Hierarchy**, escogimos **3D Object** y seleccionamos **Terrain**.

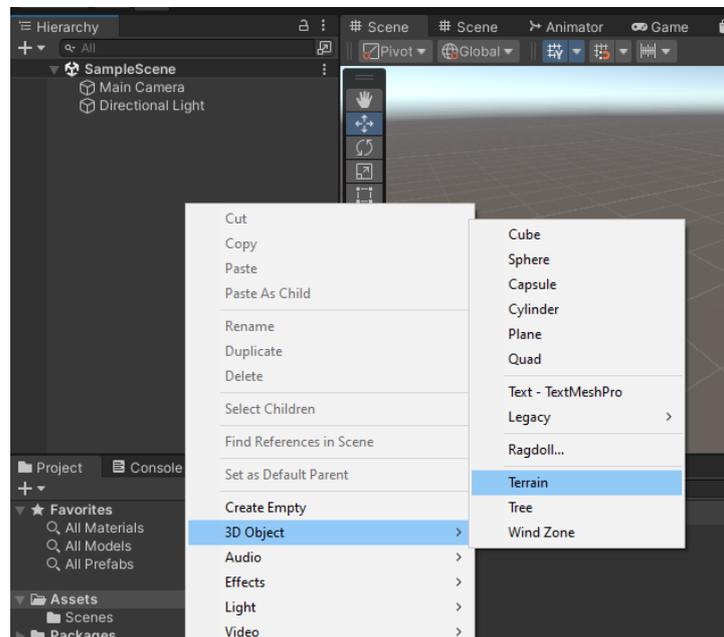


Figura 59: Seleccionamos la opción Terrain.

Lo siguiente que realizamos fue incorporar una herramienta adicional del propio Unity.

Como se muestra en la Figura 60, nos dirigimos a la ventana de **Window** y escogemos **Package Manager**.

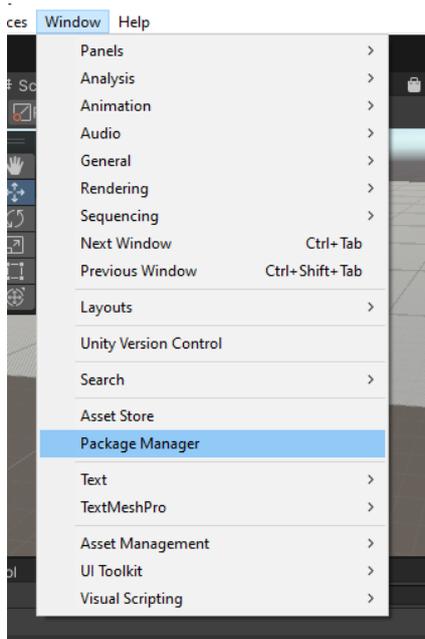


Figura 60: Escogemos la opción "Package Manager".

En la nueva ventana que se desplegó, como la que se muestra en la Figura 61, escogimos **Unity Registry**.

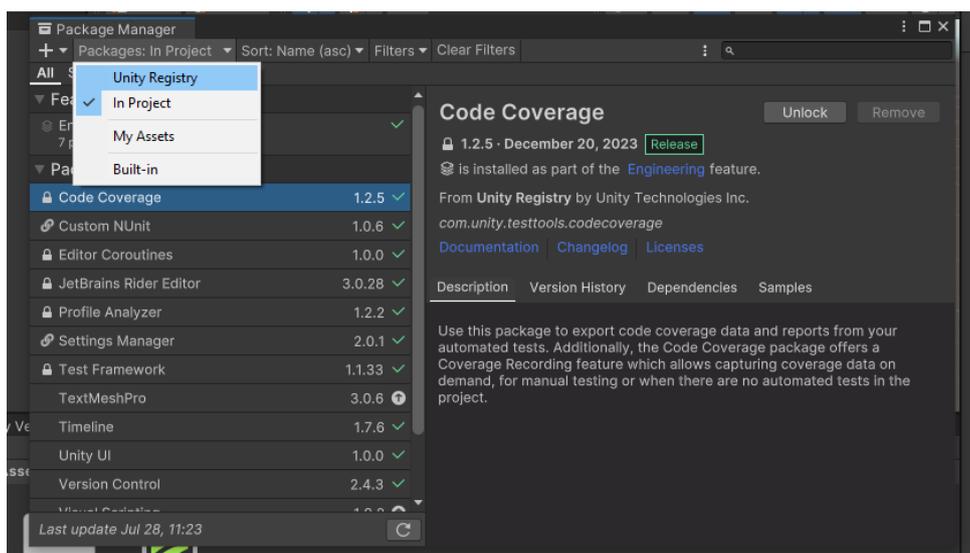


Figura 61: Damos click en la opción "Unity Registry".

Así como se observa en la Figura 62, buscamos **Terrain Tools** mediante su propio buscador y lo instalamos.

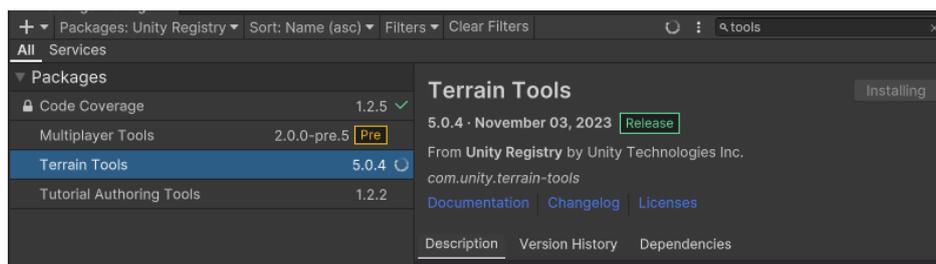


Figura 62: Buscamos la opción "Terrain Tools".

Como plus, descargamos algunas muestras para facilitar el trabajo; como se observa en la Figura 63, lo descargamos desde la opción que nos da.

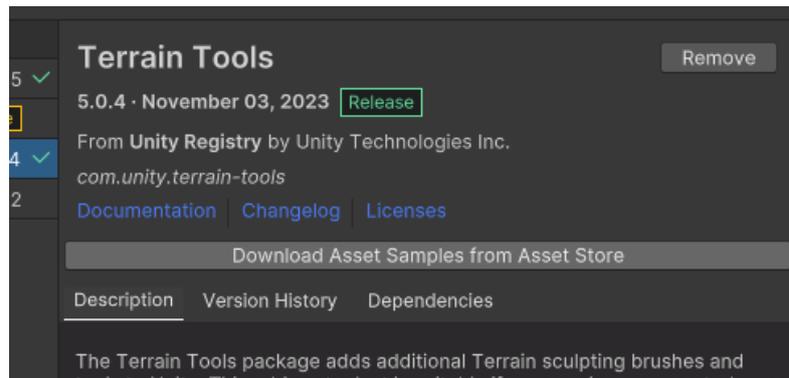


Figura 63: Damos click en la opción de Descargar.

Nos redireccionó a la página de Unity e iniciamos sesión para agregarlo al proyecto. Como se muestra en la Figura 64, lo añadimos eligiendo **Open in Unity** para dirigirnos a nuestro proyecto en Unity.

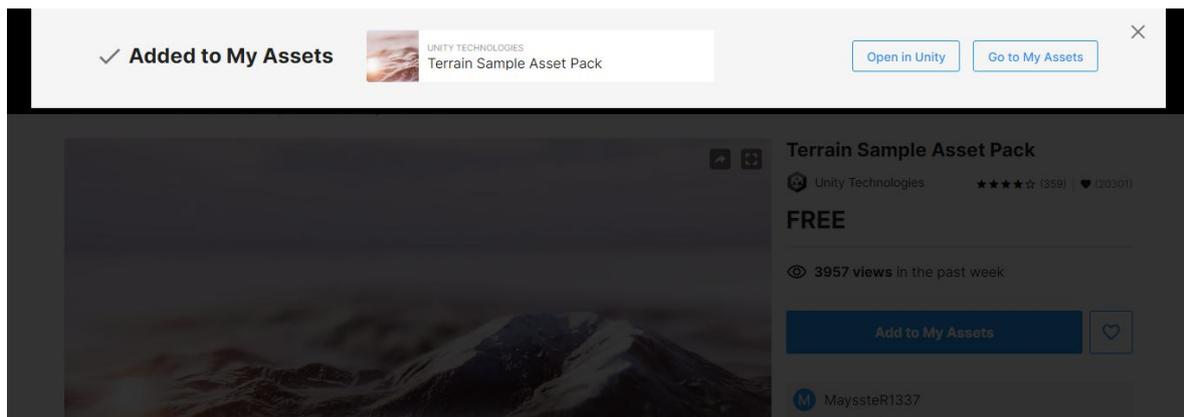


Figura 64: Damos click en la opción "Open in Unity".

Así como se observa en la Figura 65, en la nueva ventana seleccionamos Terrain Sample Asset Pack y lo descargamos.

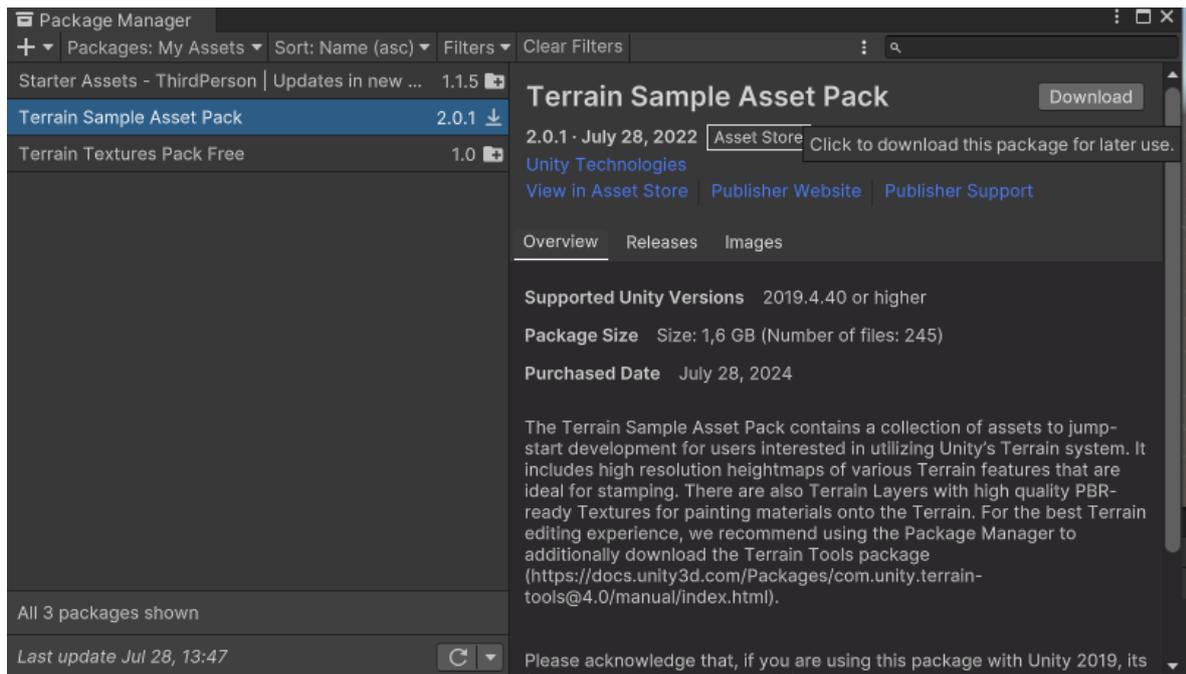


Figura 65: Seleccionamos "Terrain Sample Asset Pack" y lo descargamos.

Luego de descargarlo lo importamos, así como se observa en la Figura 66, y como se muestra en la Figura 67, hubo un aviso donde seleccionamos **Install/Upgrade**.

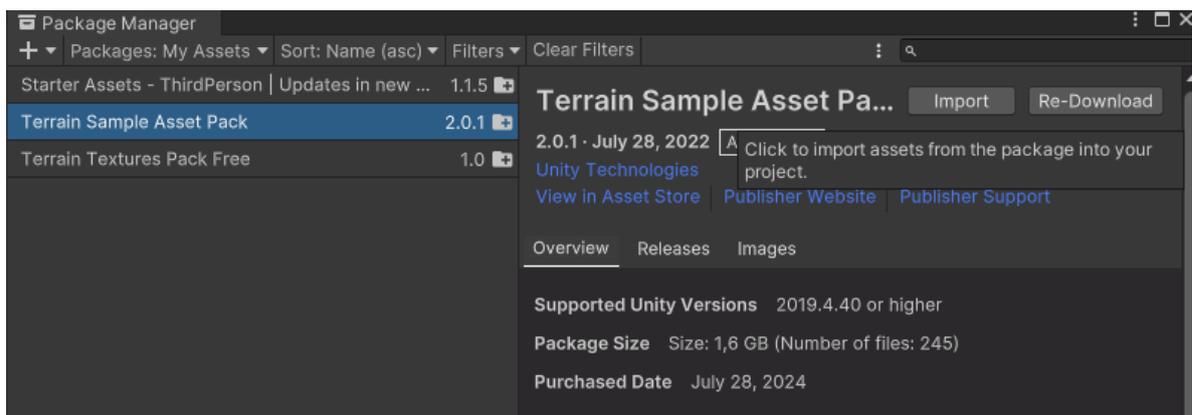


Figura 66: Importamos lo descargado.

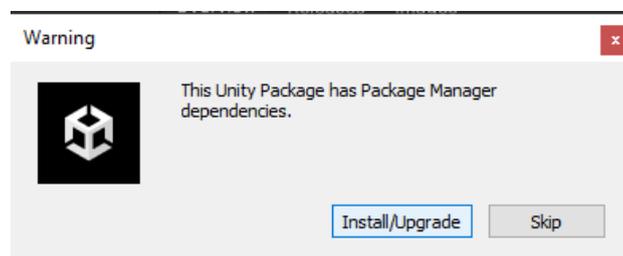


Figura 67: Damos click a "Install/Upgrade".

Para terminar de importarlo, aparecerá una última ventana como la que se muestra en la Figura 68 y seleccionamos **Import**.

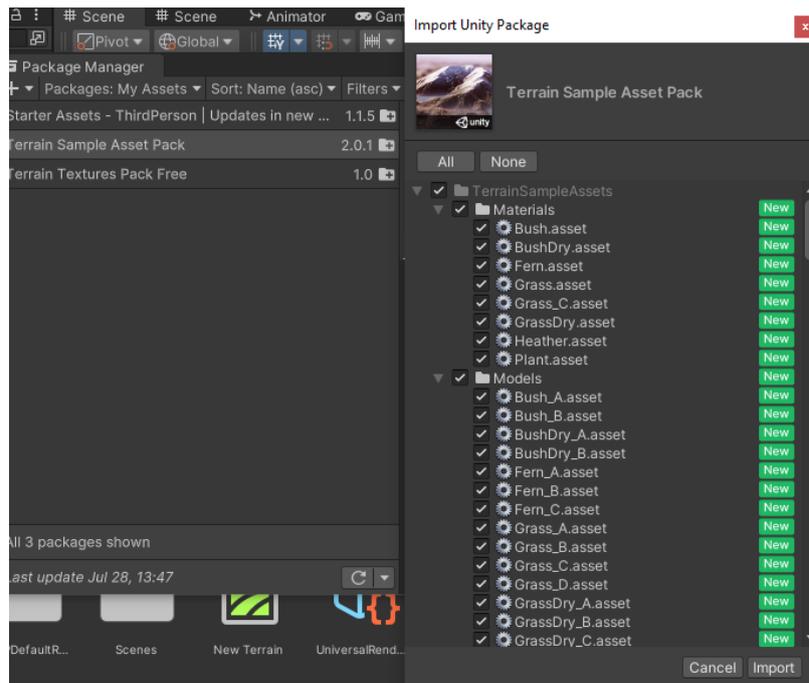


Figura 68: Seleccionamos la opción "Import".

Para agregar la textura en el terreno, seleccionamos el terreno y fuimos a su opción de **Paint Terrain**, como se observa en la Figura 69.

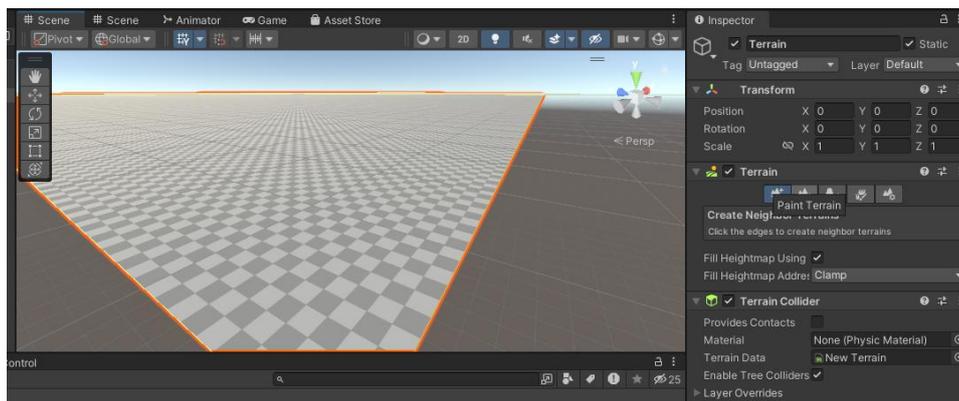


Figura 69: Seleccionamos el terreno y damos click en la opción "Paint Terrain" en el panel derecho.

Bajamos hasta la parte de **Layers** y seleccionamos **Create**, como se muestra en la Figura 70, donde escogimos una textura de muestra como la que se observa en la Figura 71.

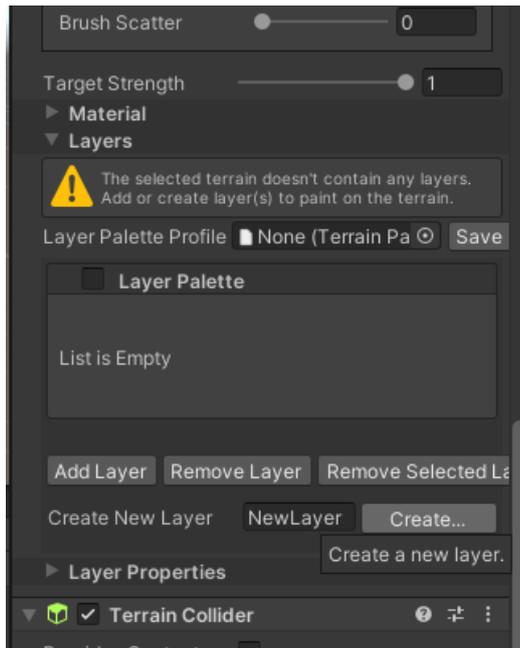


Figura 70: Vamos al apartado de "Layers" y seleccionamos "Create".

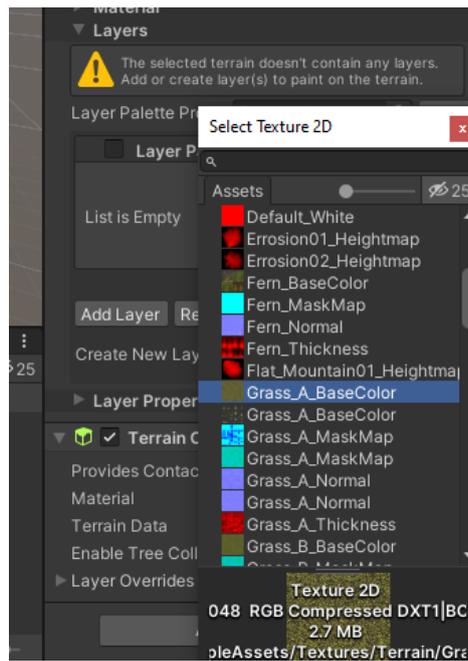


Figura 71: Escogemos una textura de muestra.

De esta manera agregamos una textura al terreno, así como la que se observa en la Figura 72.

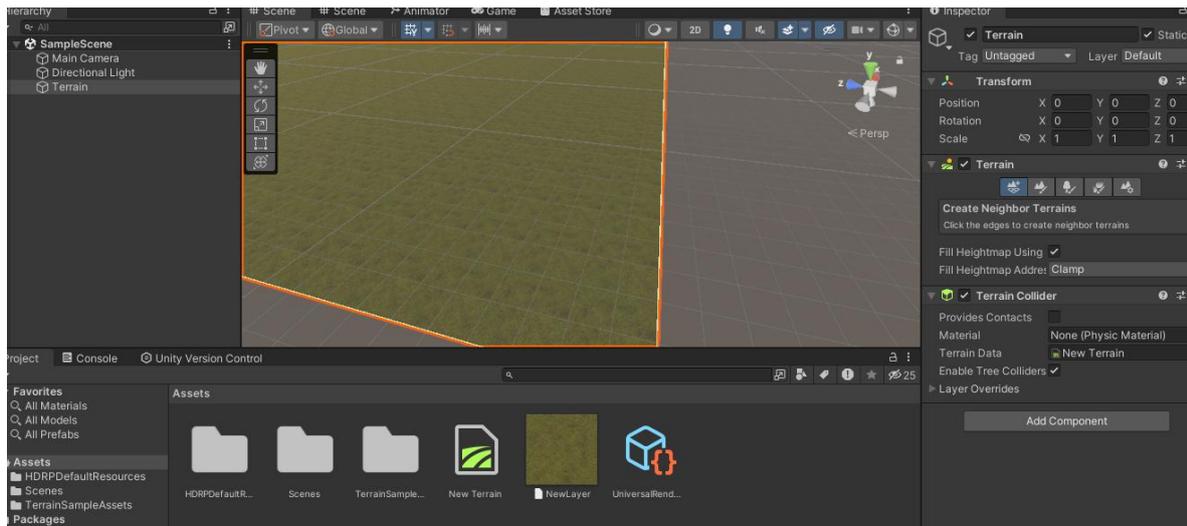


Figura 72: Resultado final de agregarle textura al terreno.

### Incorporar modelo 3D

Para mantener todo ordenado y así facilitar la búsqueda, lo ordenamos mediante carpetas. En este caso creamos una carpeta solo para los modelos 3D de los edificios. Como se observa en la Figura 73, la creamos haciendo clic derecho en una parte libre del **Assets**, nos dirigimos a **Create** y escogimos **Folder**. Le dimos un nombre de **Models**, como se muestra en la Figura 74.

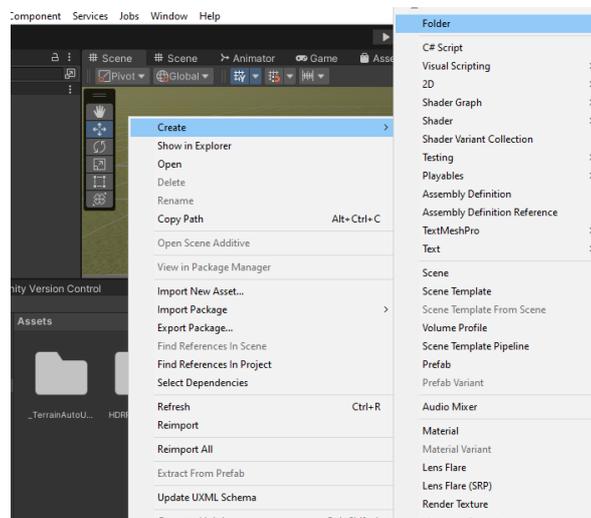


Figura 73: Creamos una carpeta solo para los modelos 3D de los edificios.

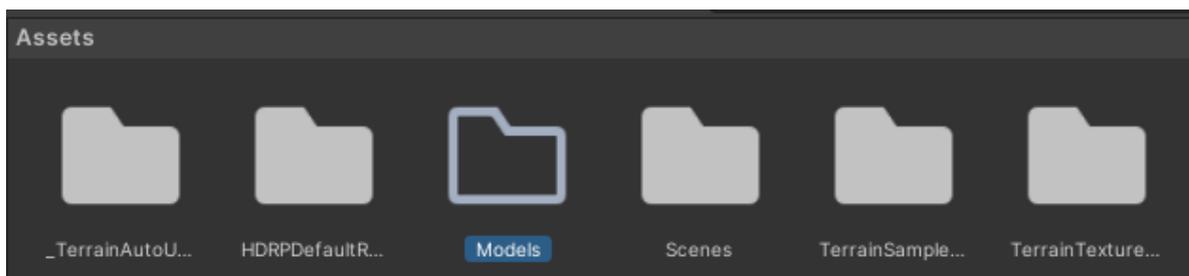


Figura 74: Establecemos el nombre como "Models".

Ahora, como se observa en la Figura 75, ingresamos a la carpeta haciendo doble clic, luego realizamos clic derecho para escoger **Show in Explorer** para abrirlo en el explorador de archivos.

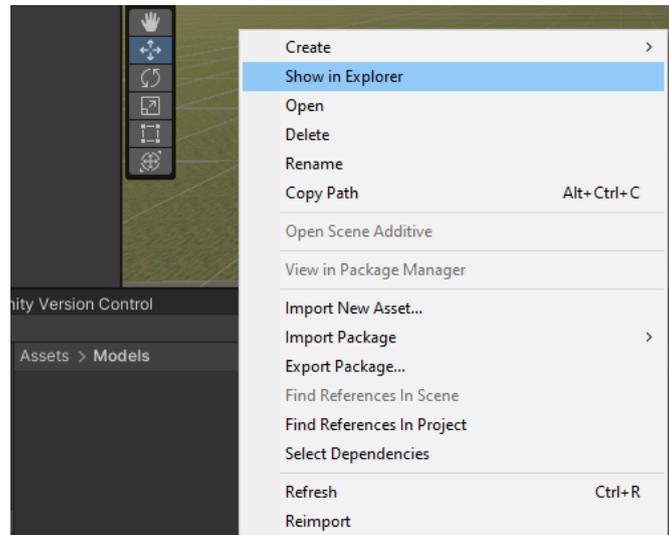


Figura 75: Realizamos clic derecho para escoger "Show in Explorer".

Dentro del explorador de archivos y dentro de la carpeta **Models**, como se observa en la Figura 76, creamos otra carpeta por cada modelo 3D de los edificios; en este caso, creamos la carpeta de **Edificio C. Derecho** en la que tendrá el archivo **.fbx** de su modelo 3D, como se muestra en la Figura 77.

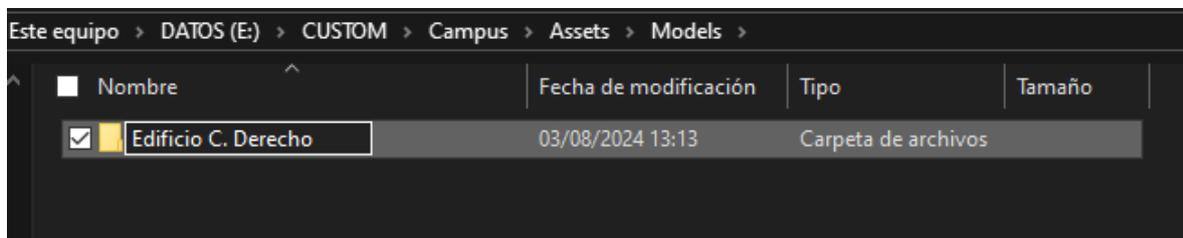


Figura 76: Creamos otra carpeta por cada modelo 3D de los edificios.

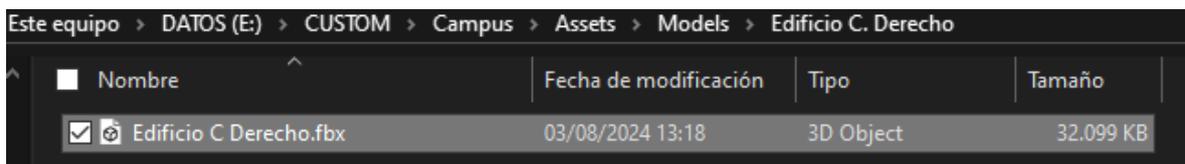


Figura 77: Tendrá el archivo .fbx de su modelo 3D como se muestra.

Si nos fijamos en la Figura 78, en la parte de Unity podemos contemplar que se cargan los nuevos elementos y localizamos que se encuentra el nuevo archivo.

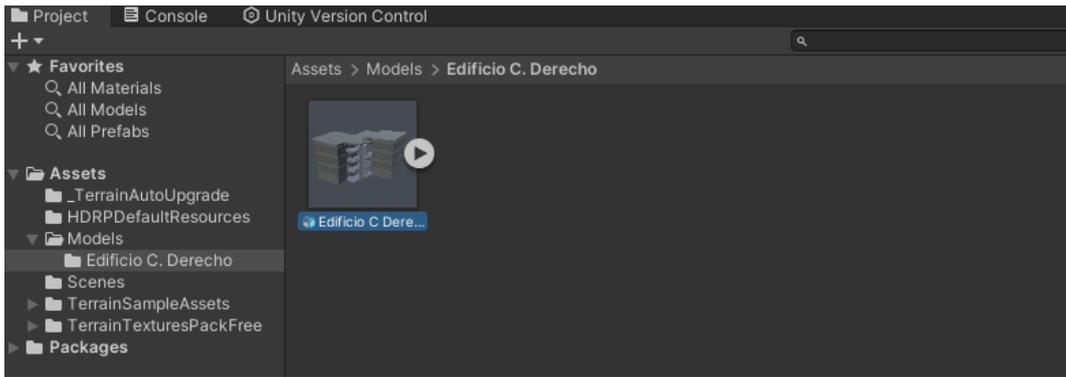


Figura 78: Observamos que se cargan los nuevos elementos.

Paso siguiente, primero extrajimos las texturas que tiene el modelo 3D, como se observa en la Figura 79. Esto lo realizamos seleccionando el modelo 3D y en la parte de **Inspector** escogimos **Extract Textures**, escogimos la carpeta donde guardar las texturas; en este caso será la misma carpeta como en la Figura 80. En la nueva ventana, como el de la Figura 81, hicimos clic en **Fix now**.



Figura 79: Extrajimos las texturas.

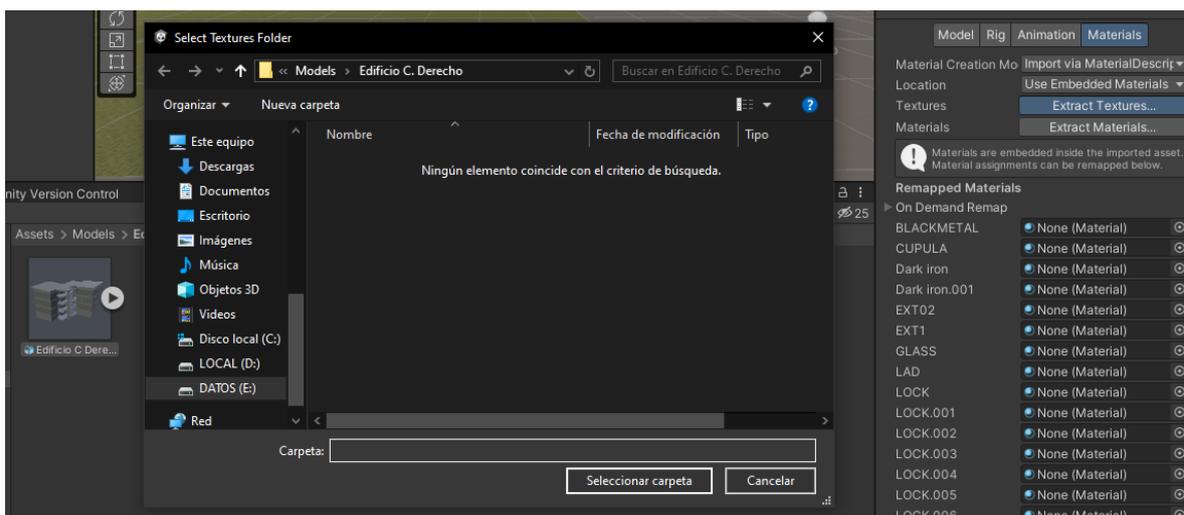


Figura 80: Escogimos la carpeta donde guardar las texturas.

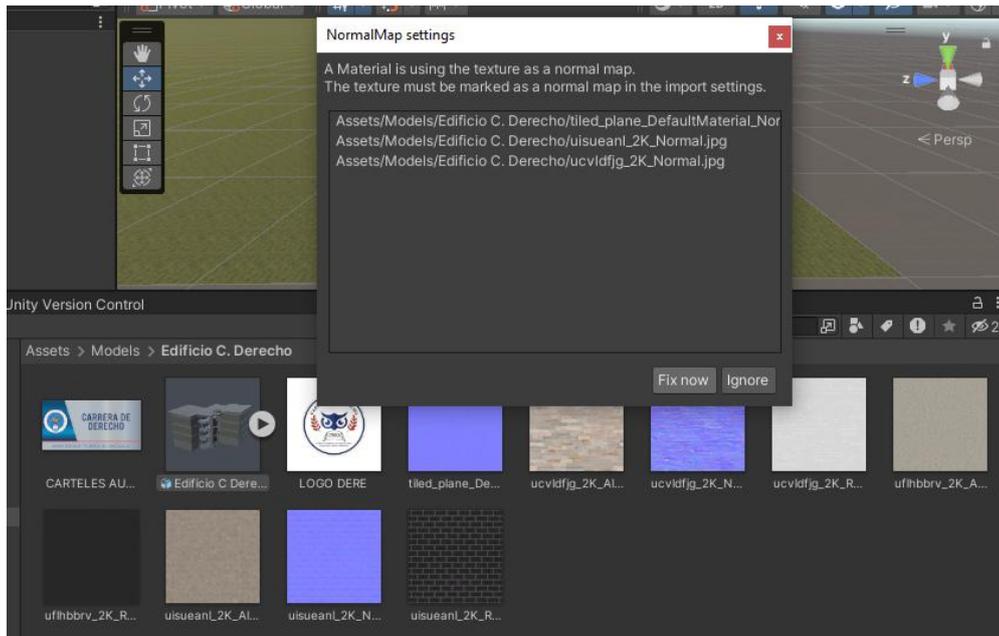


Figura 81: Damos click en "Fix now".

Como segundo paso, extrajimos sus materiales; esto lo realizamos de la misma forma, como se observa en la Figura 82, nos dirigimos a **Inspector** y escogemos **Extract Materials**. De igual manera nos preguntará en qué carpeta guardar.

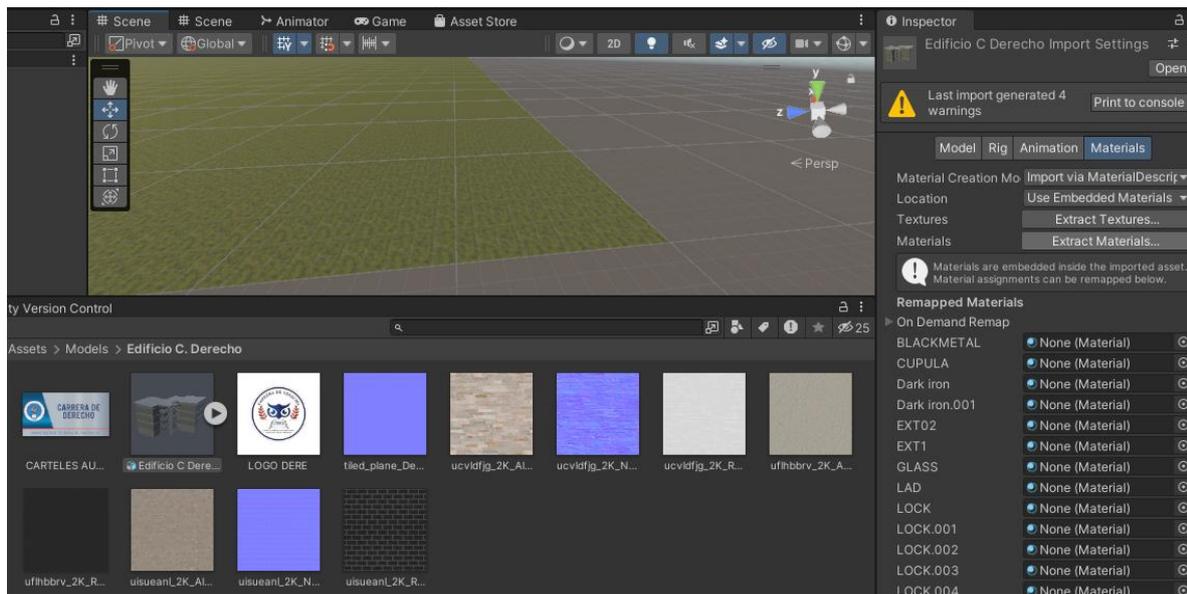
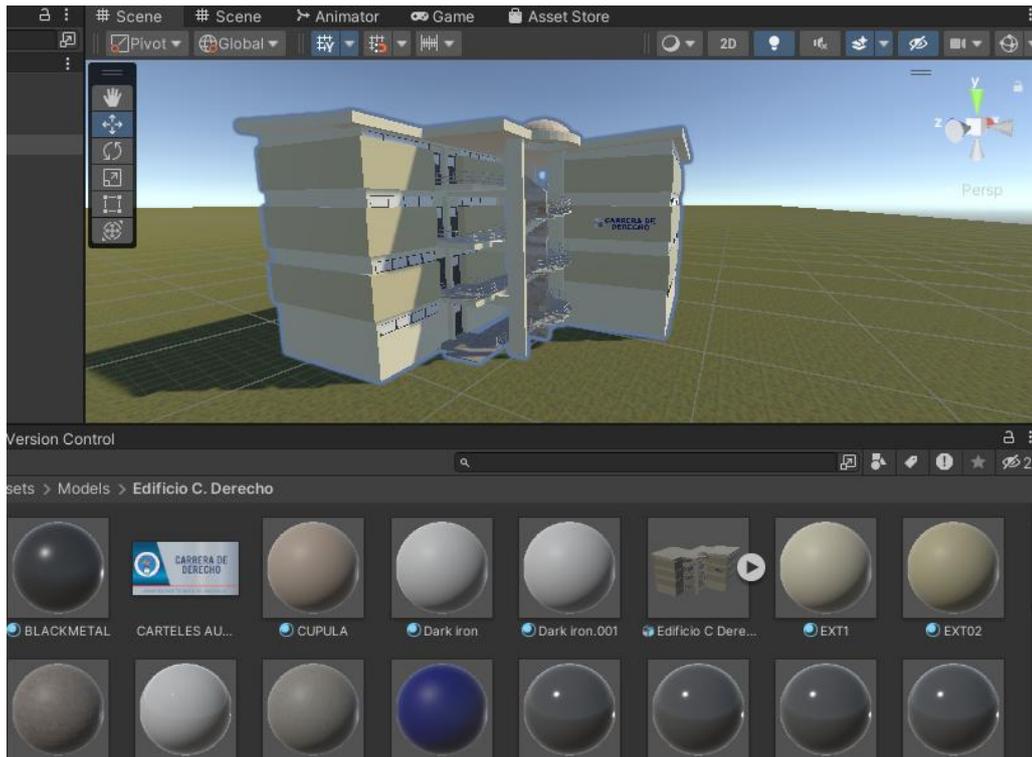


Figura 82: Nos dirigimos a "Inspector" y escogemos "Extract Materials".

Por último, escogimos el modelo 3D y lo arrastramos a la escena de Unity, como se muestra en la Figura 83.



*Figura 83: Escogimos el modelo 3D y lo arrastramos a la escena de Unity.*

## Ajuste de materiales y texturas en Unity.

Al importar el modelo 3D a la escena de Unity, sus texturas y materiales no se visualizan exactamente como su modelo realizado en Blender. Por eso lo ajustamos desde el propio Unity.

Así como se muestra en la Figura 84, escogimos la parte para ajustar, en este caso el piso, nos dirigimos a la parte de **Inspector** y seleccionamos su material, el cual es **floor (Material)**, y bajamos en la sección de **Main Maps**. Aquí ajustamos los parámetros de **Tiling**, tanto en su eje X como en el eje Y. Observamos que el material se fue escalando, haciéndose más pequeño.

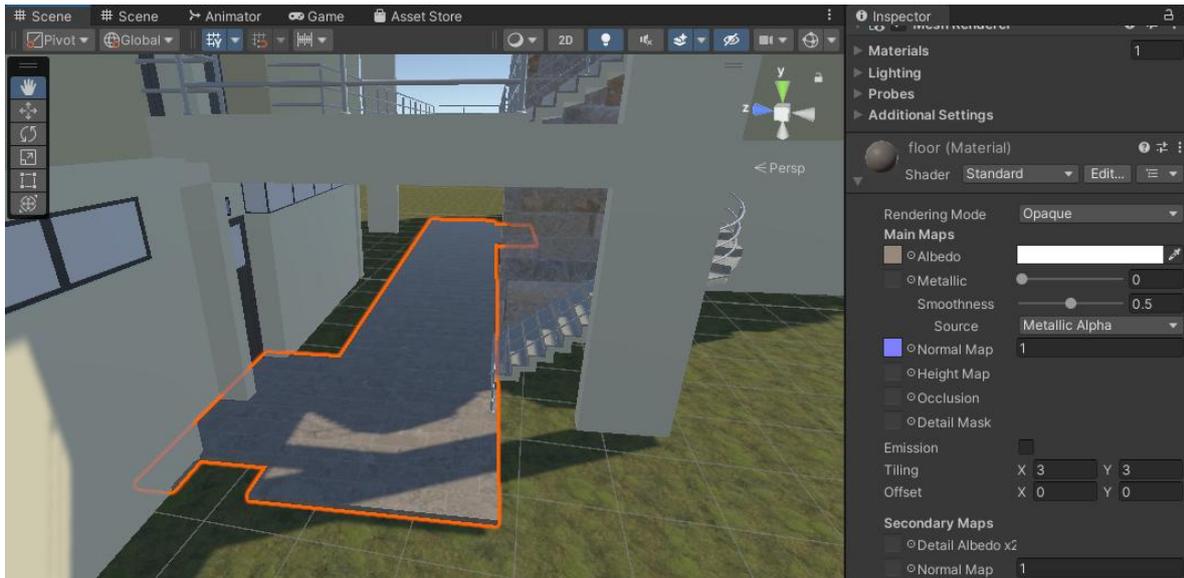


Figura 84: Escogimos la parte para ajustar.

Como se observa en la Figura 85, usamos **Offset** para desplazar el material y así encajar con el objeto; este ajuste lo usamos para el logo.



Figura 85: Usamos "Offset" para desplazar el material.

## Creación e incorporación de avatar a Unity.

Para el avatar usamos un asset llamado **Starter Assets - ThirdPerson | Updates in new CharacterController package**, lo buscamos en la página de **Assets Store** de Unity y lo instalamos de la misma manera que instalamos el complemento de **Tools Terrain**, como se observa en la

Figura 86.

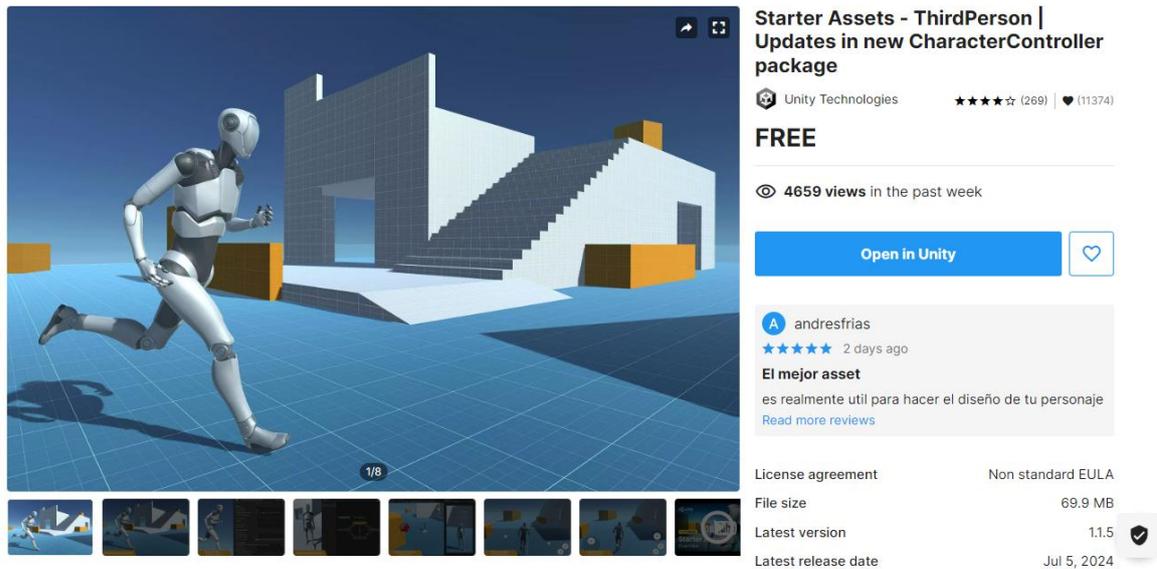


Figura 86: Instalamos el complemento "Tools Terrain".

Luego de instalarlo, buscamos **Player Armature** dentro del proyecto y lo arrastramos a la escena, como se muestra en la Figura 87.

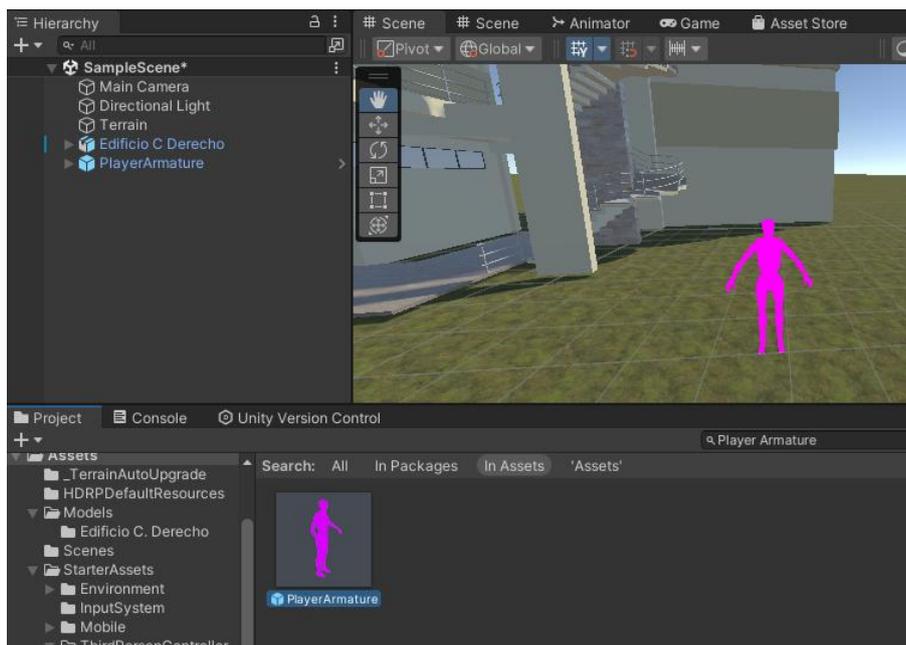


Figura 87: Buscamos "Player Armature" dentro del proyecto y lo arrastramos a la escena.

De igual manera, buscamos **PlayerFollowCamera** y lo arrastramos a la escena, así como se observa en la Figura 88.

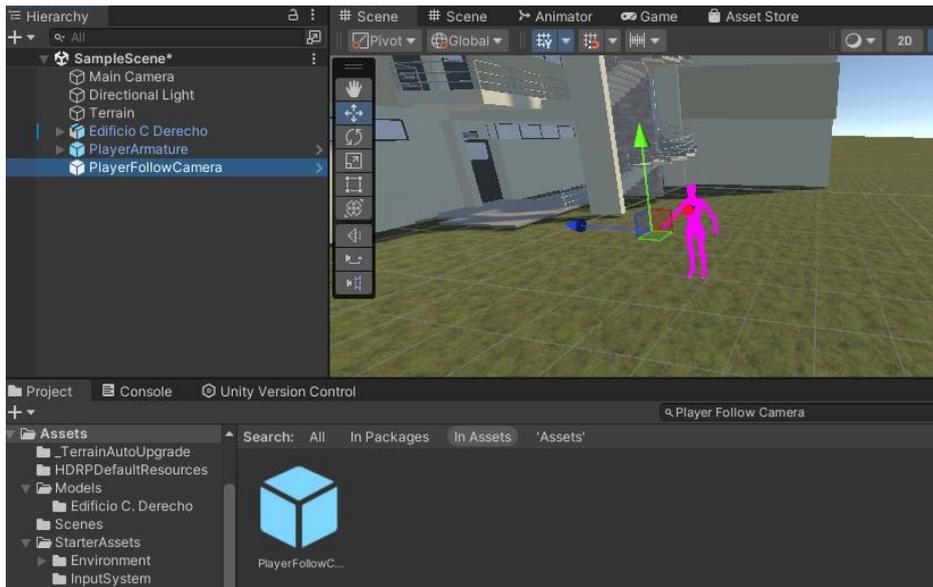


Figura 88: Buscamos PlayerFollowCamera y lo arrastramos a la escena.

Si observamos en la Figura 89, instalamos el complemento de **CinemachineBrain** en **Main Camera**.

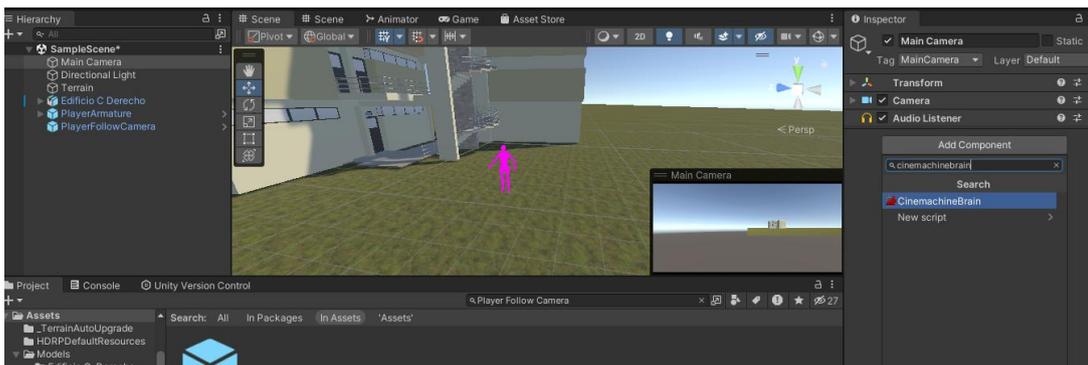


Figura 89: Instalamos el complemento de "CinemachineBrain" en "Main Camera".

Dentro del complemento de **CinemachineBrain** hay un ajuste llamado **World Up Override**, aquí debemos insertar **Player Armature**, como se observa en la Figura 90.

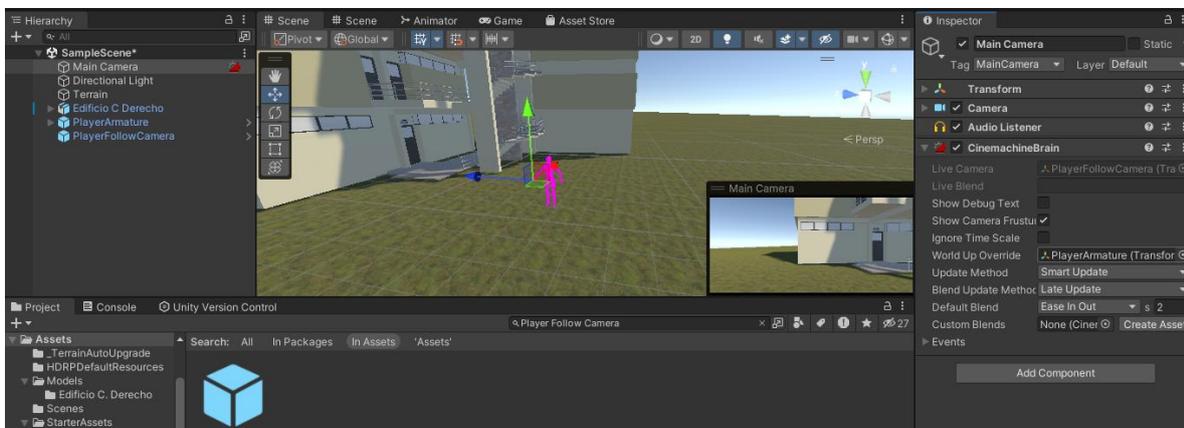
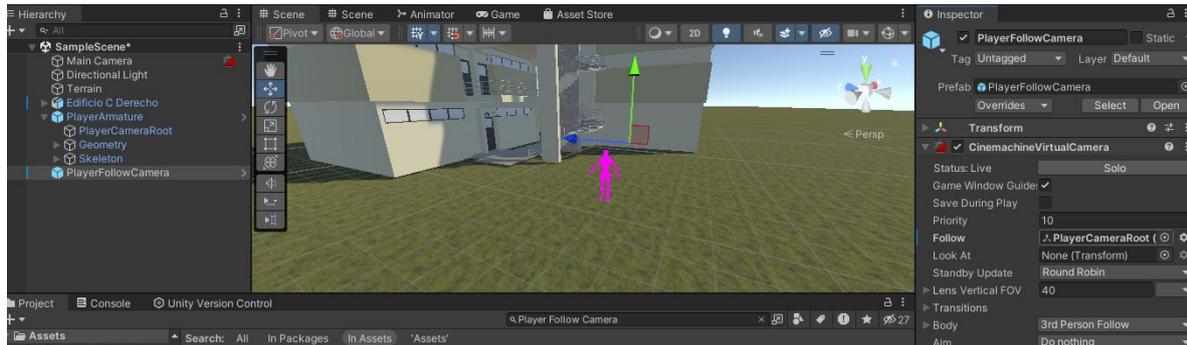


Figura 90: Insertamos "Player Armature".

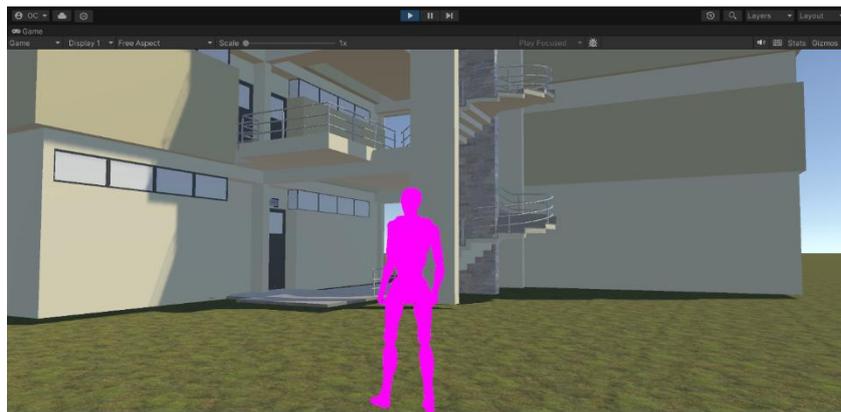
Como se observa en la Figura 91, en **PlayerFollowCamera**, dentro de su complemento de

**CinemachineVirtualCamera**, hay un ajuste llamado **Follow**; aquí insertamos el **PlayerCameraRoot** que se encuentra dentro de **PlayerArmature**.



*Figura 91: Insertamos el "PlayerCameraRoot" que se encuentra dentro de "PlayerArmature".*

De esta manera ya tenemos al personaje con sus animaciones de movimiento y seguimiento de la cámara. Para probarlo daremos en **Play**; si en algún caso no se visualiza nada, debemos tener en cuenta el número de **Display** que estemos usando, así como se observa en la Figura 92.



*Figura 92: Resultado final.*

## Apariencia del avatar

Para la apariencia escogimos una predeterminada, como se muestra en la Figura 93; la descargamos de la página de **Mixamo**. Si observamos en la Figura 94, el formato de descarga es **FBX for Unity (.fbx)** y la pose es **T-pose**.

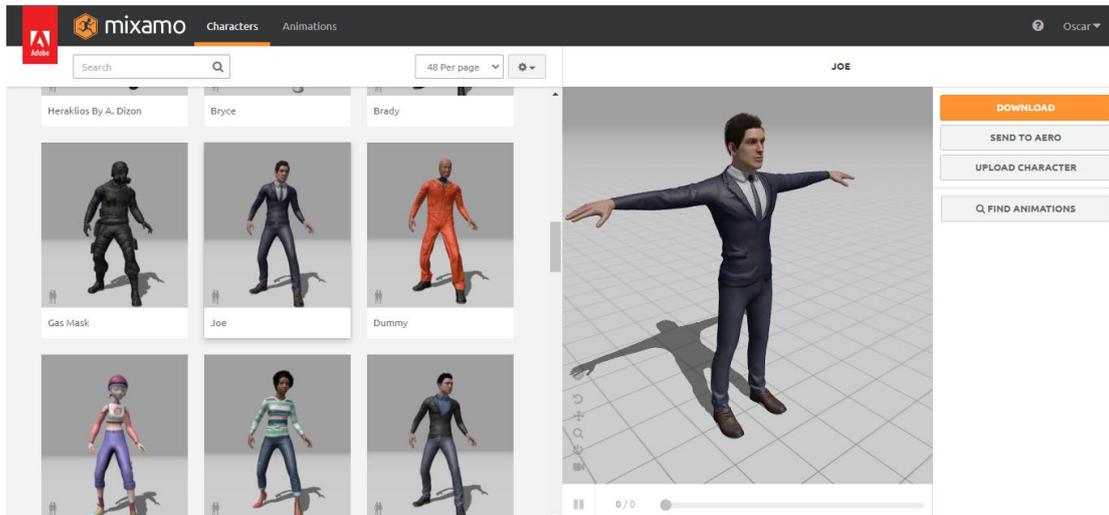


Figura 93: Escogimos una apariencia.

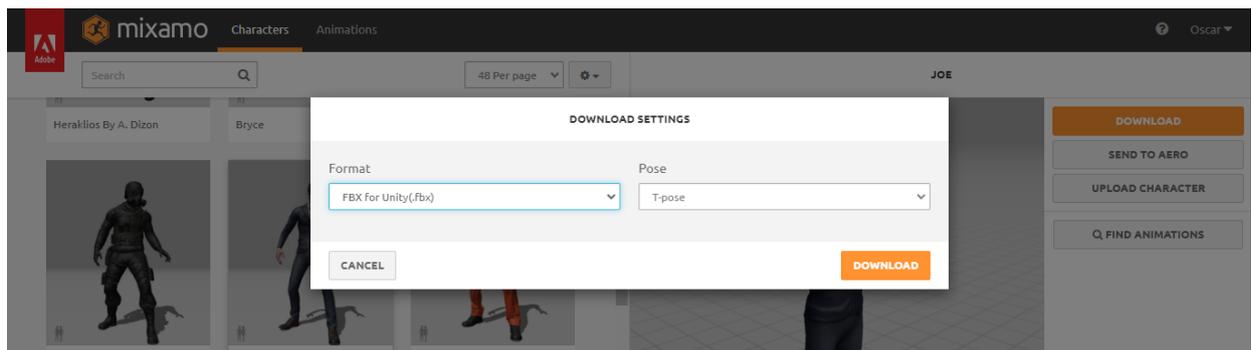


Figura 94: El formato de descarga es FBX for Unity(.fbx).

Lo importamos al proyecto de Unity de la misma manera que el edificio; creamos una carpeta y allí extrajimos sus texturas y materiales. Finalmente, arrastramos el personaje a la escena, así como se observa en la Figura 95.

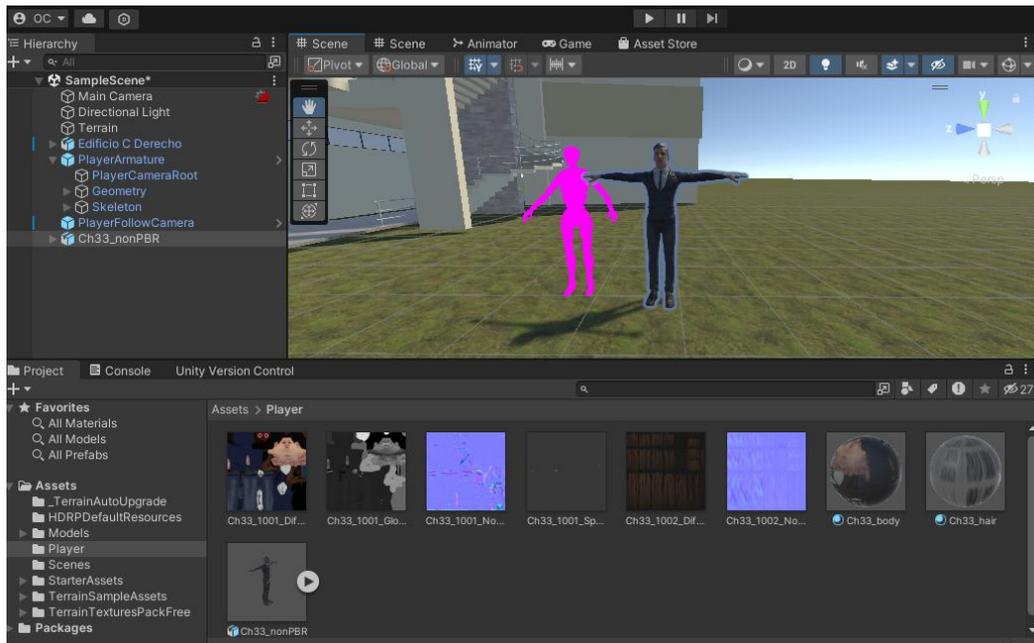


Figura 95: Arrastramos el personaje a la escena.

Para reemplazar el avatar con apariencia por el que no tiene, escogimos el avatar con apariencia. En su **Inspector**, fuimos a **Rig** y cambiamos los ajustes de **Animation Type** por **Humanoid** y daremos en **Apply**, como se observa en la Figura 96.

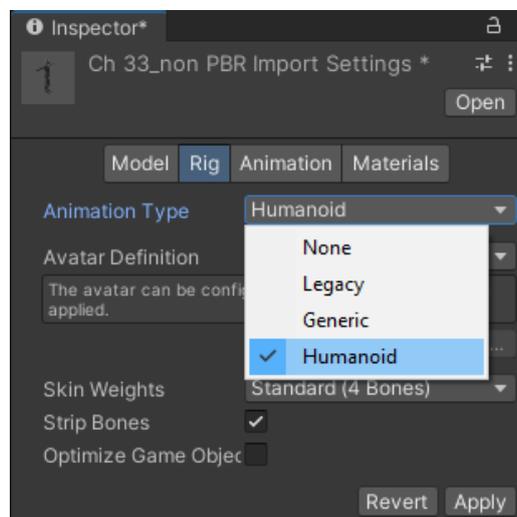


Figura 96: Escogimos el avatar con apariencia y hacemos los ajustes.

Después de esto, como se muestra en la Figura 97, seleccionamos **PlayerArmature** y en su sección de **Animator** cambiamos su Avatar por el que tenemos con apariencia.

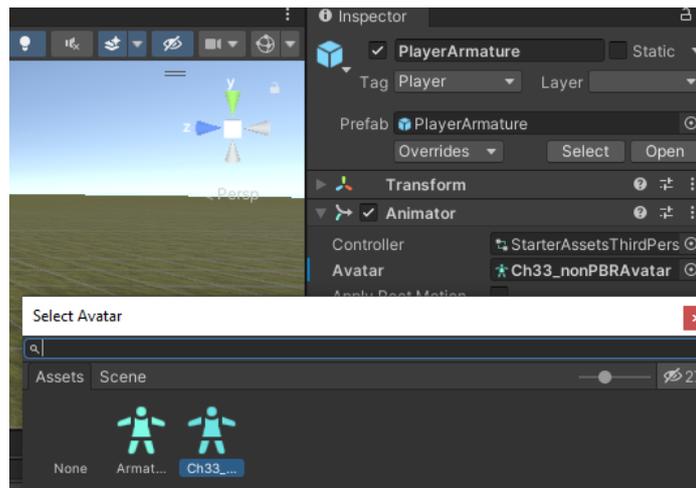


Figura 97: Seleccionamos "PlayerArmature" y en su sección de "Animator" cambiamos su Avatar.

Luego movimos el avatar sobre el otro, así como se observa en la Figura 98.

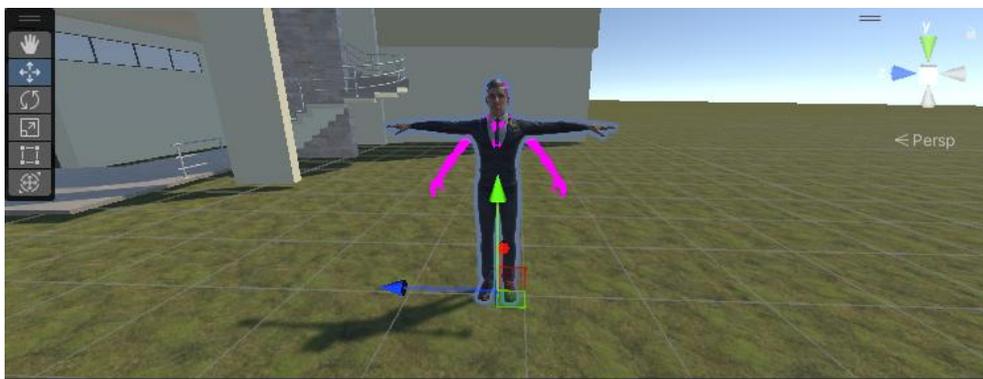


Figura 98: Se mueve un avatar sobre el otro.

Por último, como se muestra en la Figura 99, movimos **Ch33\_nonPBR**, que es el nombre que tiene el archivo del avatar con apariencia dentro de **PlayerArmature**, y eliminamos **Geometry** y **Skeleton**.



Figura 99: Movimos el nombre que tiene el archivo dentro de "PlayerArmature".

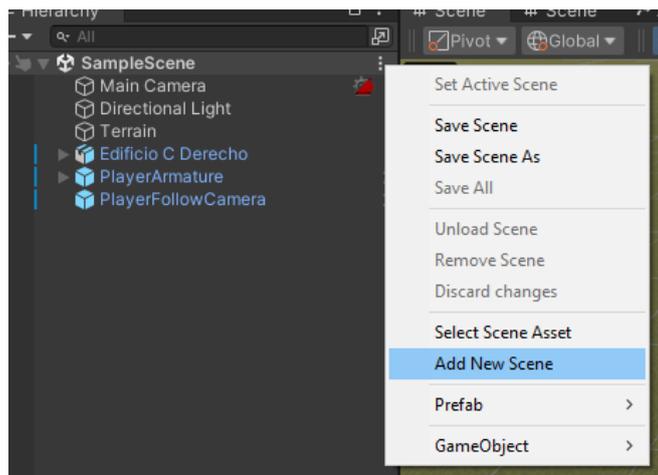
Si observamos la Figura 100, de esta manera cambiamos la apariencia del avatar.



*Figura 100: Resultado final.*

### **Creación de Interfaz de Usuario**

Para la creación de la interfaz de usuario, creamos otra escena desde los tres puntos, como se observa en la Figura 101, y seleccionamos **Add New Scene**.



*Figura 101: Creamos otra escena desde los tres puntos.*

Luego guardamos el proyecto y guardamos la nueva escena en la misma ubicación de la otra, así como se muestra en la Figura 102.

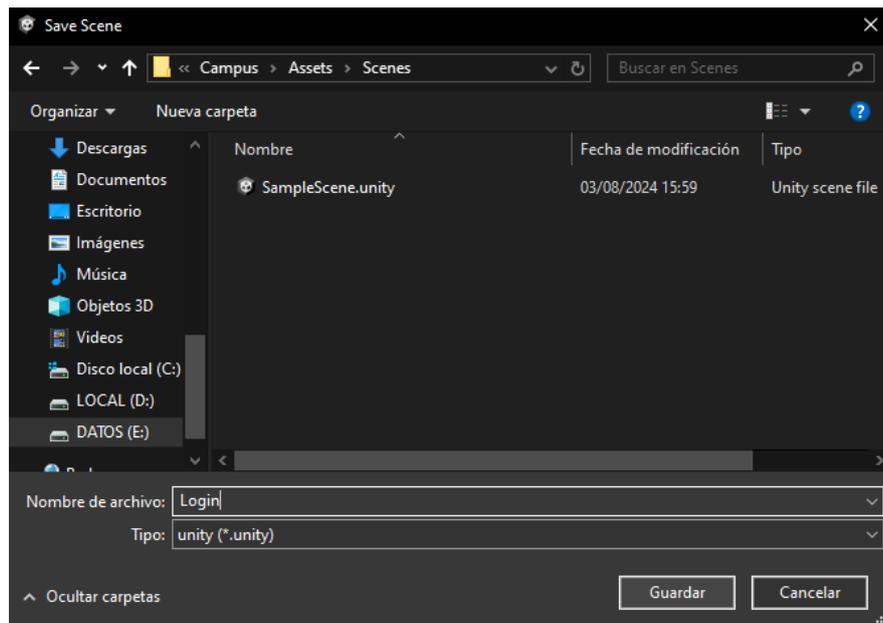


Figura 102: Guardamos el proyecto y guardamos la nueva escena en la misma ubicación de la otra.

Eliminamos la escena **SampleScene** desde **Remove Scene**, como se muestra en la Figura 103, pero esto realmente no lo va a eliminar del proyecto, solamente lo eliminará de la visualización y dejará la nueva escena que creamos.

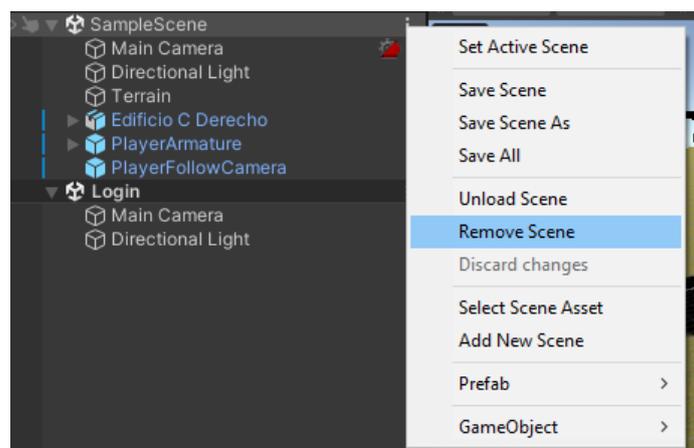


Figura 103: Eliminamos la escena "SampleScene" desde "Remove Scene".

Creamos una nueva carpeta y pegamos los materiales que vamos a usar, así como se observa en la Figura 104.

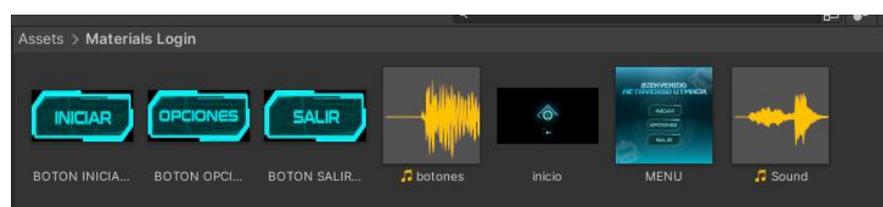


Figura 104: Creamos una nueva carpeta y pegamos los materiales que vamos a usar.

Habilitamos una vista desde **Window**, seleccionamos **Sequencing** y luego **Timeline**, como se muestra en la Figura 105.

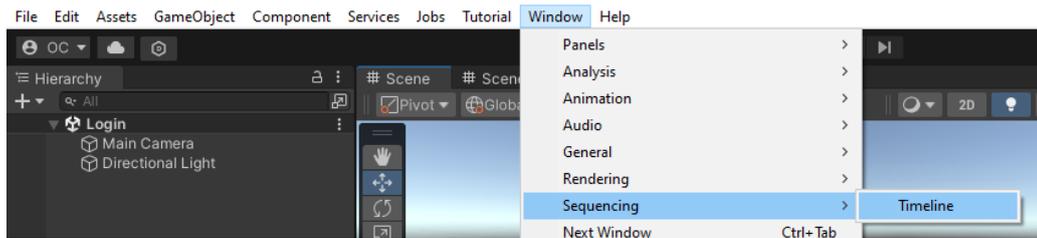


Figura 105: Seleccionamos "Sequencing" y luego "Timeline".

Seleccionamos los botones y desde **Inspector** cambiamos el **Texture Type** a **Sprite (2D and UI)** y lo aplicamos como se visualiza en la Figura 106.

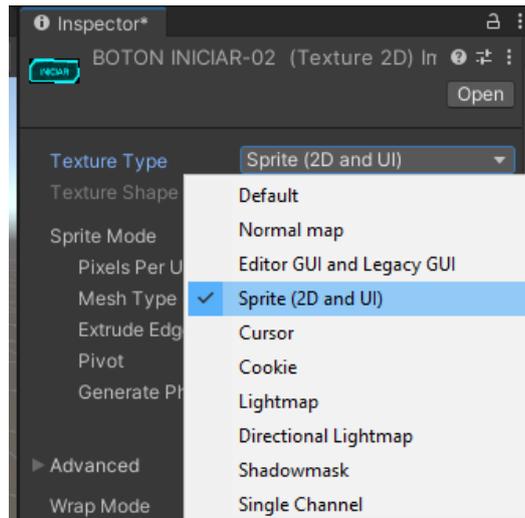


Figura 106: Seleccionamos los botones y desde "Inspector" cambiamos el "Texture Type" a "Sprite".

Para agregar el vídeo, creamos un nuevo elemento en la escena con clic derecho, así como en la Figura 107, elegimos **UI** y seleccionamos **Raw Image**.

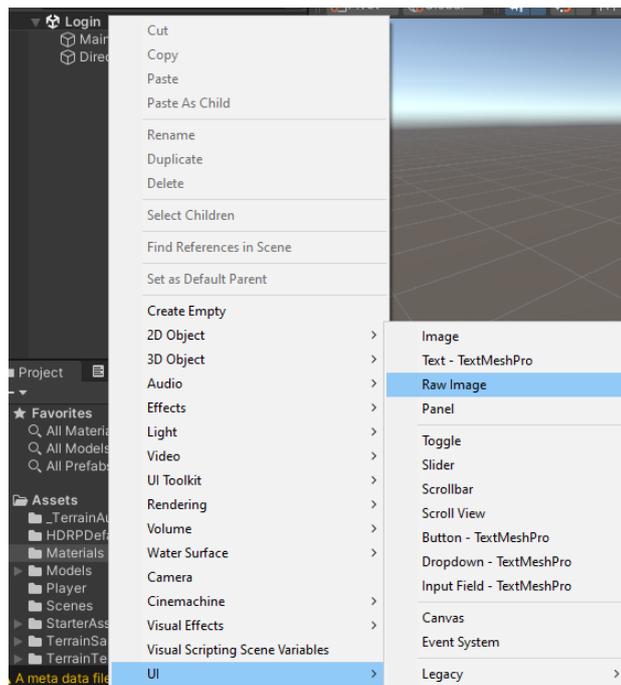


Figura 107: Creamos un nuevo elemento en la escena con clic derecho.

Como se muestra en la Figura 108, creamos otro objeto seleccionando **Create Empty**.

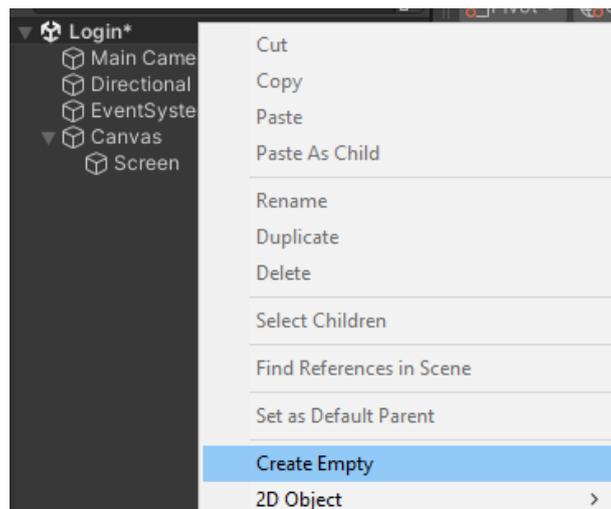


Figura 108: Creamos otro objeto seleccionando "Create Empty".

Al nuevo objeto le nombramos **Video Player**; en este le agregamos un complemento llamado **VideoPlayer**, como se muestra en la Figura 109.

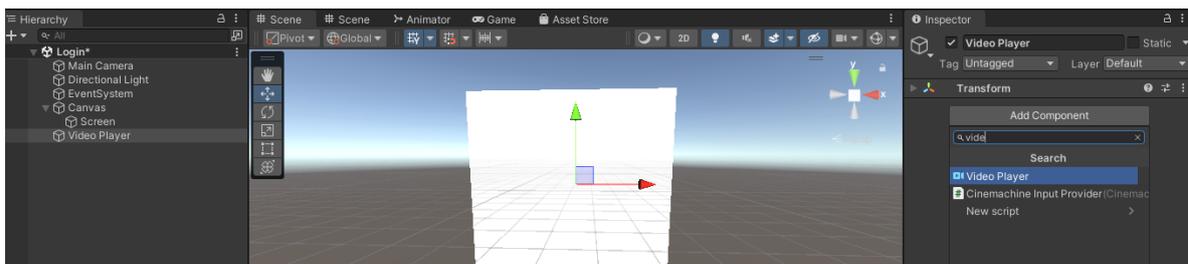


Figura 109: Al nuevo objeto le nombramos "Video Player".

Dentro del complemento de **VideoPlayer**, en la parte de **Video Clip**, seleccionamos el vídeo para el inicio, así como se muestra en la Figura 110.

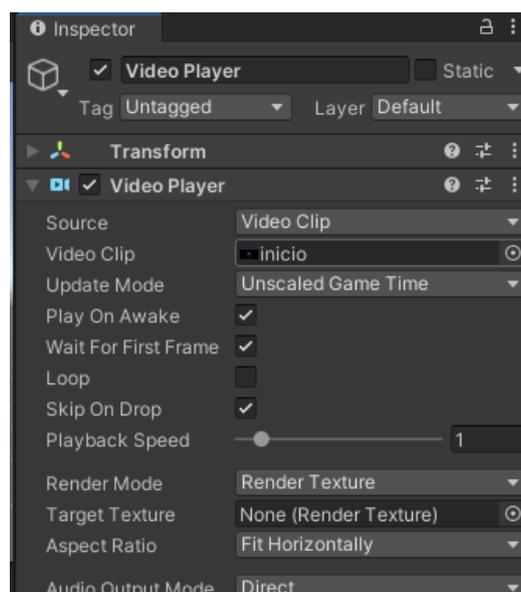


Figura 110: Seleccionamos el video para el inicio.

Después creamos otro elemento dentro de la carpeta que tenemos con los demás materiales; con clic derecho seleccionamos **Create** y luego escogemos **Render Texture**, así como se muestra en la Figura 111.

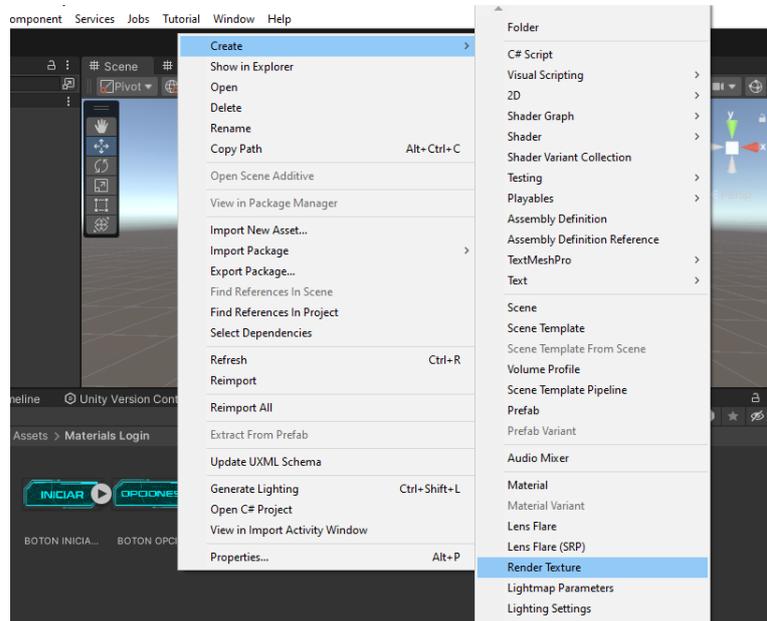


Figura 111: Después creamos otro elemento dentro de la carpeta que tenemos los demás materiales.

Como observamos en la Figura 112, en el elemento **Video Player**, dentro de su complemento **Video Player**, cargamos el elemento que acabamos de crear en la parte de **Target Texture**.

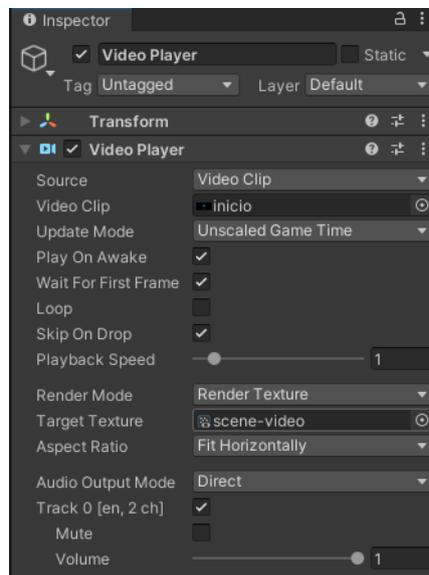


Figura 112: Cargamos el elemento que acabamos de crear en la parte de "Target Texture".

En el elemento **Screen**, cargamos el mismo elemento en la parte de **Texture**, así como se muestra en la Figura 113.

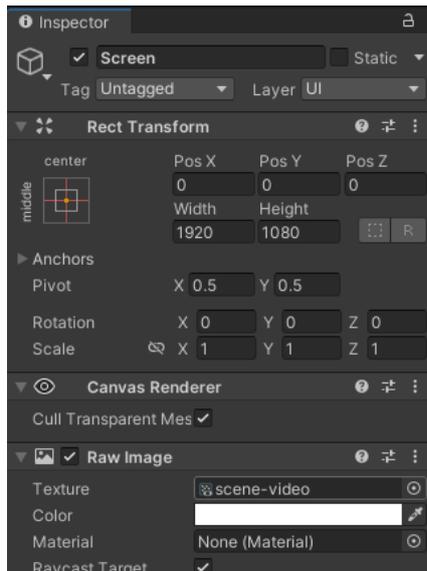


Figura 113: Cargamos el mismo elemento en la parte de "Texture".

Para añadirle sonido, creamos otro elemento llamado **Sound Screen**, le agregamos el complemento **Video Player**, el cual va a tener los mismos ajustes que hicimos con el otro elemento que tiene el mismo complemento; también le instalamos otro complemento llamado **Audio Source** y le agregamos el sonido en la parte de **AudioClip**, así como se muestra en la Figura 114.



Figura 114: Creamos otro elemento llamado "Sound Screen".

Luego creamos otro elemento **Raw Image** de la misma manera que los anteriores y en la parte de **Texture** le agregamos la imagen del menú de la forma que se muestra en la Figura 115.



Figura 115: Luego creamos otro elemento "Raw Image".

En otro **canvas**, creamos un elemento **Button – TextMeshPro** como se muestra en la Figura 116.

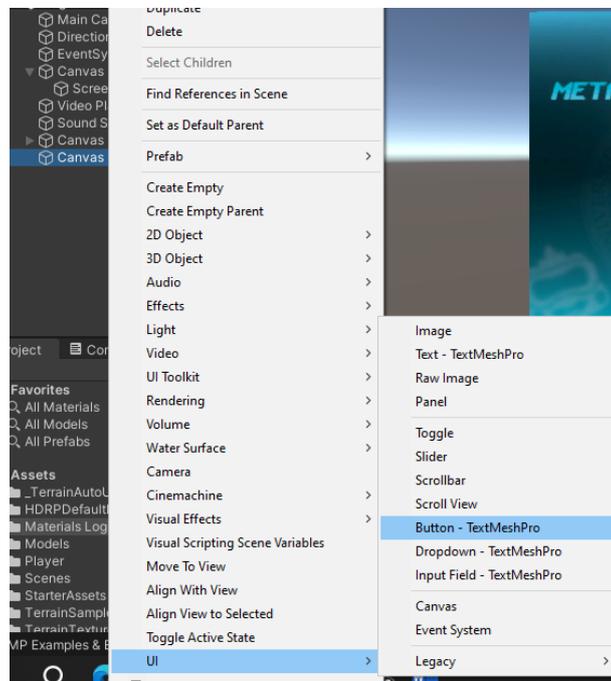


Figura 116: Creamos un elemento "Button" – "TextMeshPro".

Así como se observa en la Figura 117, a este botón le agregamos la imagen que tenemos en la parte de **Source Image** y más abajo en la parte de **Transition** escogimos **Sprite Swap**.

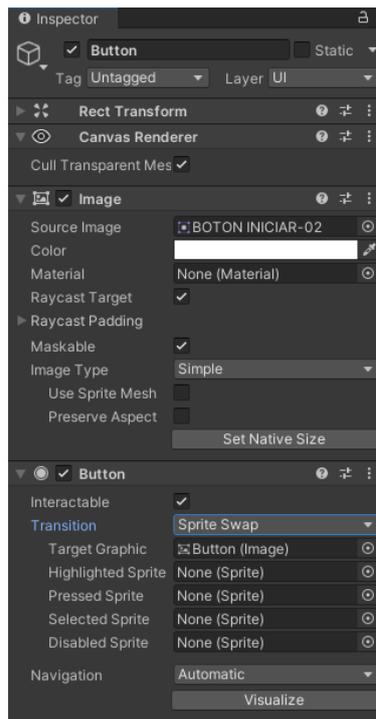


Figura 117: Le agregamos la imagen que tenemos en la parte de "Source Image".

De la misma manera hacemos para los demás botones y lo escalamos en el menú como se visualiza en la Figura 118.



Figura 118: Escalamos en el menú como se visualiza.

En el **canvas** que se encuentra estos elementos de los botones, lo seleccionamos y arrastramos el script llamado **Menu\_principal** que contiene el código necesario para el menú, así como se observa en la Figura 119.

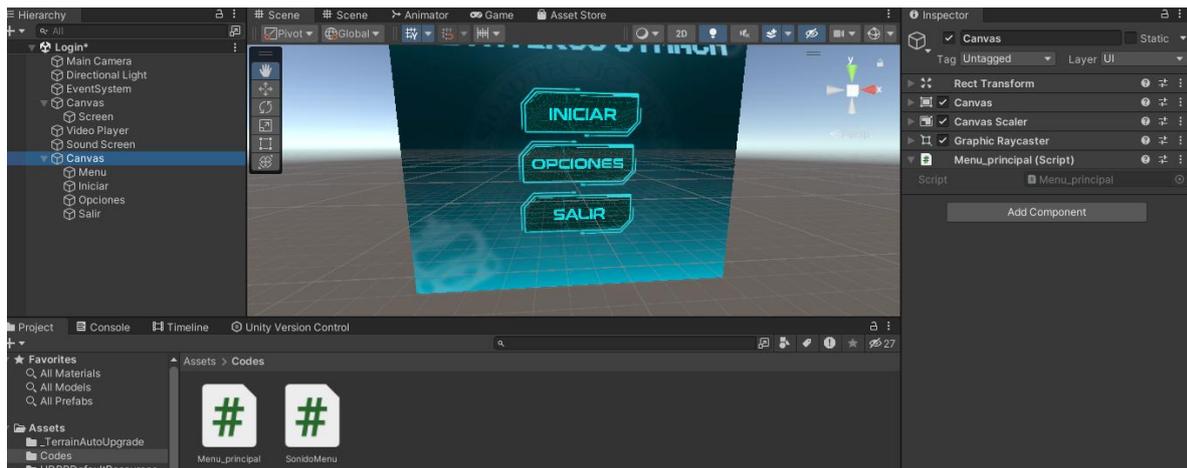


Figura 119: En el canvas que se encuentra estos elementos de los botones, lo seleccionamos y arrastramos el script llamado Menu\_principal.

En uno de los botones nos dirigimos a su sección de **Button** y en **On Click()** añadimos una acción, como se muestra en la Figura 120.

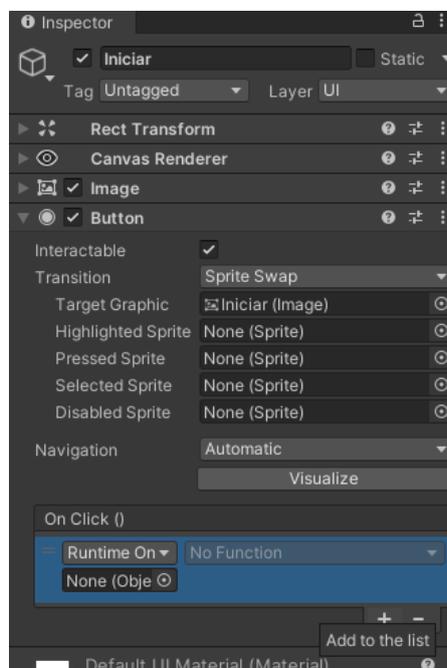


Figura 120: Añadimos una acción.

En esa nueva acción agregamos el **canvas** con el script que arrastramos y en su derecha, dentro de **Menú\_principal**, elegimos **Jugar** de la manera que se muestra en la Figura 121.

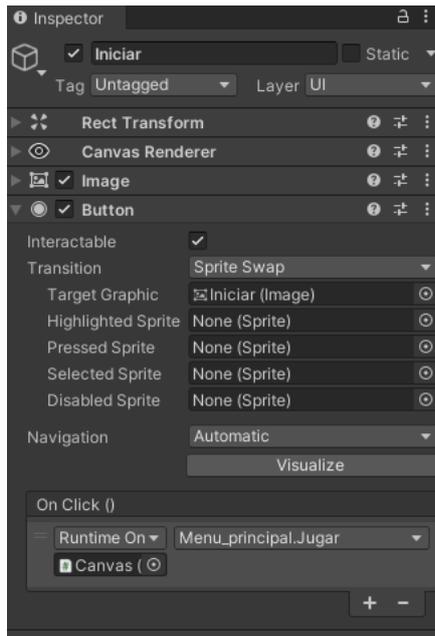


Figura 121: Dentro de Menú\_principal elegimos Jugar.

De la misma manera realizamos con los demás botones, solamente cambiando las opciones de **Jugar** y **Salir**, como se muestra en la Figura 122.

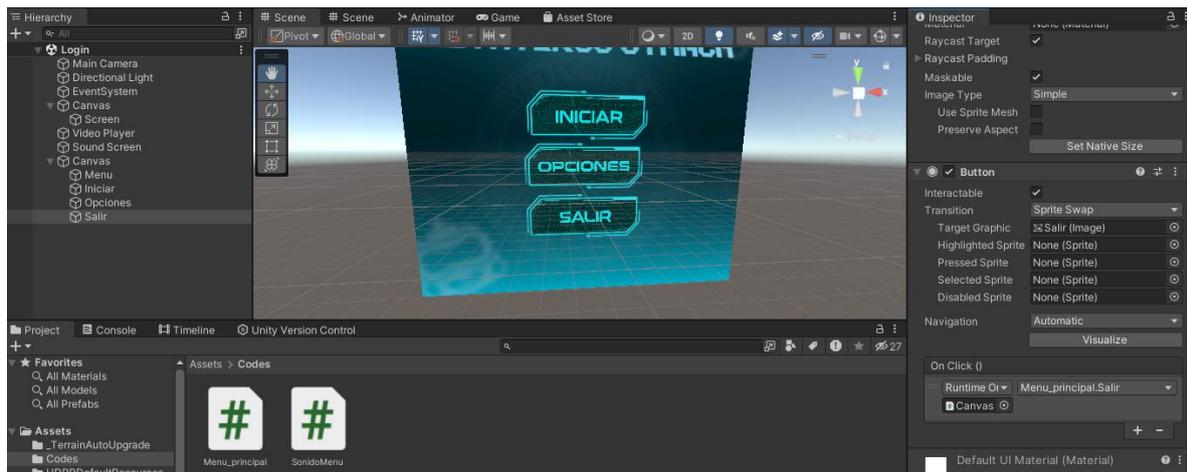


Figura 122: Aplicamos la misma técnica con los demás botones.

Creamos otro objeto en la escena llamado **GameManager**; en este objeto le agregamos el script **SonidoMenu**, así como se muestra en la Figura 123.

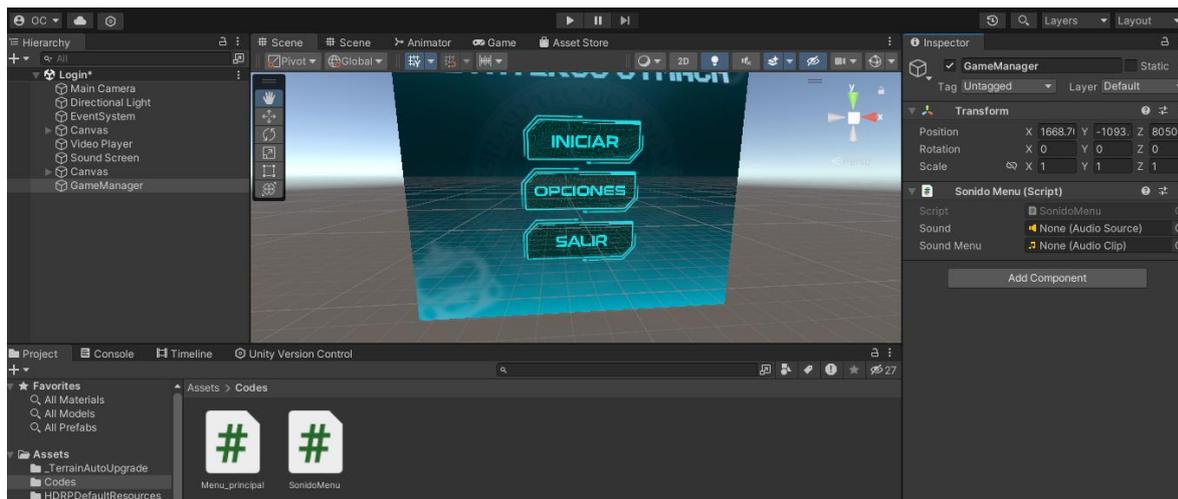


Figura 123: Le agregamos el script **SonidoMenu**.

Como se observa en la Figura 124, creamos otro objeto llamado **AudioButton** y le agregamos el complemento **Audio Source**.



Figura 124: Le agregamos el complemento "Audio Source".

En el objeto de **GameManager**, dentro del script que le agregamos, en la parte de **Sound** seleccionamos el objeto **AudioButton** y en **Sound Menu** el sonido para los botones, así como se observa en la Figura 125.

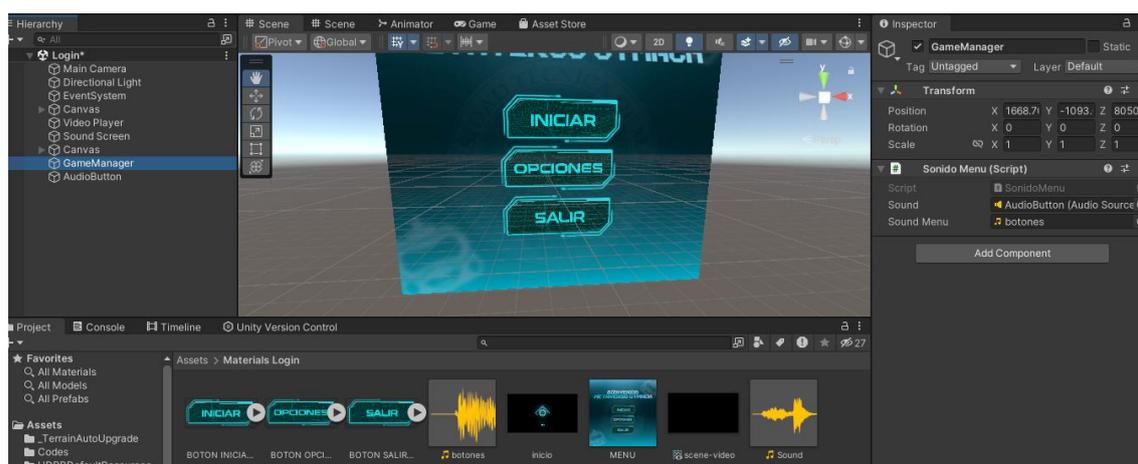


Figura 125: Seleccionamos el objeto **AudioButton** y en "Sound Menu" el sonido para los botones.

Nos dirigimos a los botones para agregar otro componente llamado **EventTrigger**. Dentro de este añadimos otra acción, agregamos **GameManager** en este evento y seleccionamos **SoundButton**. Esto lo realizamos con los demás botones, como se muestra en la Figura 126.



Figura 126: Esto lo realizamos con los demás botones.

En el objeto de **Video Player**, añadimos los componentes de **Playable Director** y **Audio Source**; en **Audio Source** ingresamos el sonido de fondo en la parte de **AudioClip** como en la Figura 127.

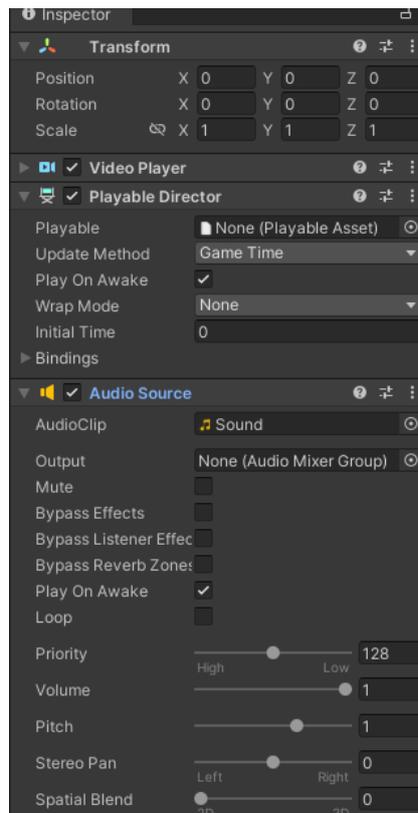


Figura 127: Añadimos los componentes de Playable Director y Audio Source, en Audio Source ingresamos el sonido de fondo en la parte de AudioClip.

En el objeto llamado **Screen** le agregamos el complemento **Playable Director**, como se muestra en la Figura 128.

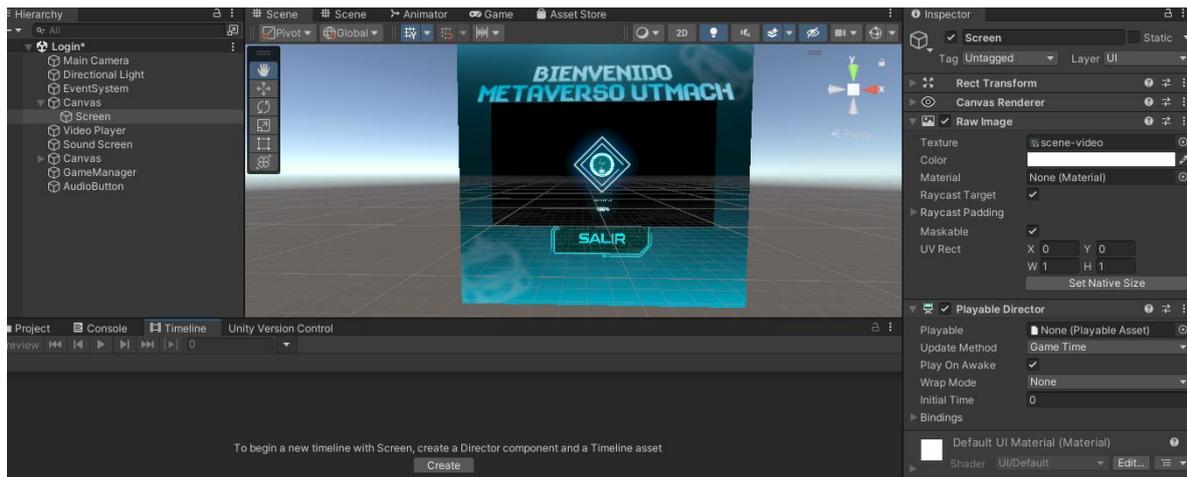


Figura 128: Le agregamos el complemento "Playable Director".

En la pestaña de **Timeline**, creamos uno nuevo y lo guardamos como se visualiza en la Figura 129.

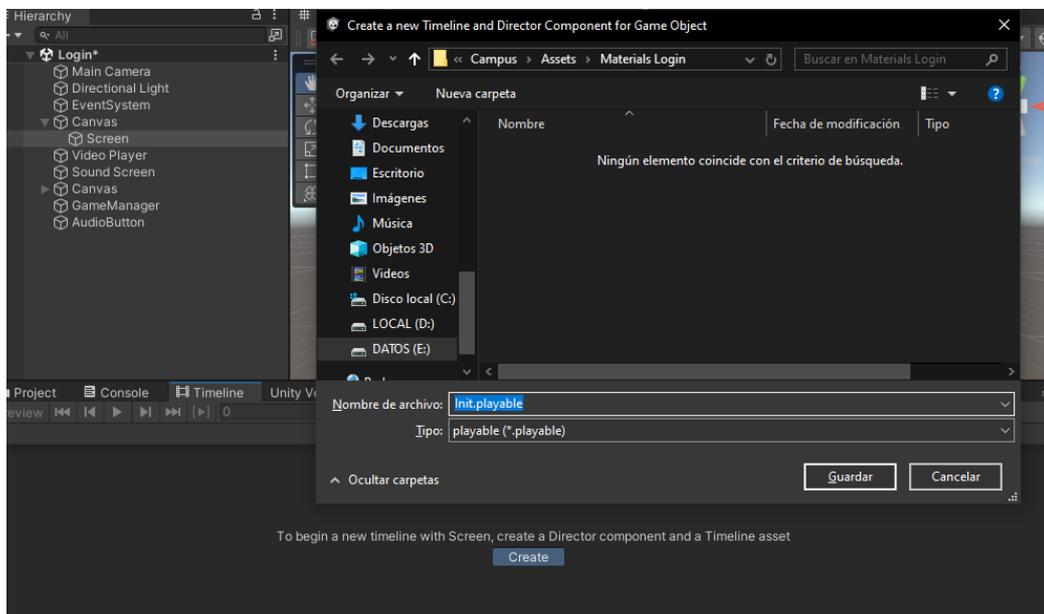


Figura 129: En la pestaña "Timeline" creamos uno nuevo.

Como se muestra en la Figura 130, agregamos dos **Activation Track**.

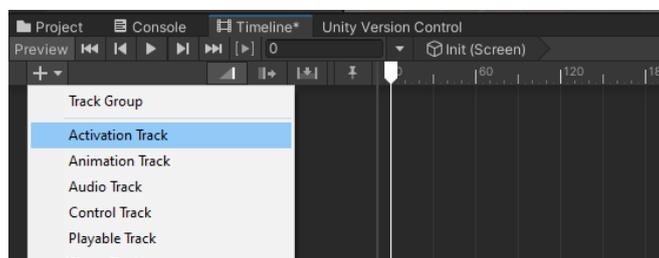


Figura 130: Agregamos dos Activation Track.

En el primer **Activation Track** agregamos el objeto **Video Player**; en el segundo agregamos **canvas** y pusimos que se active luego del otro, así como se muestra en la Figura 131.

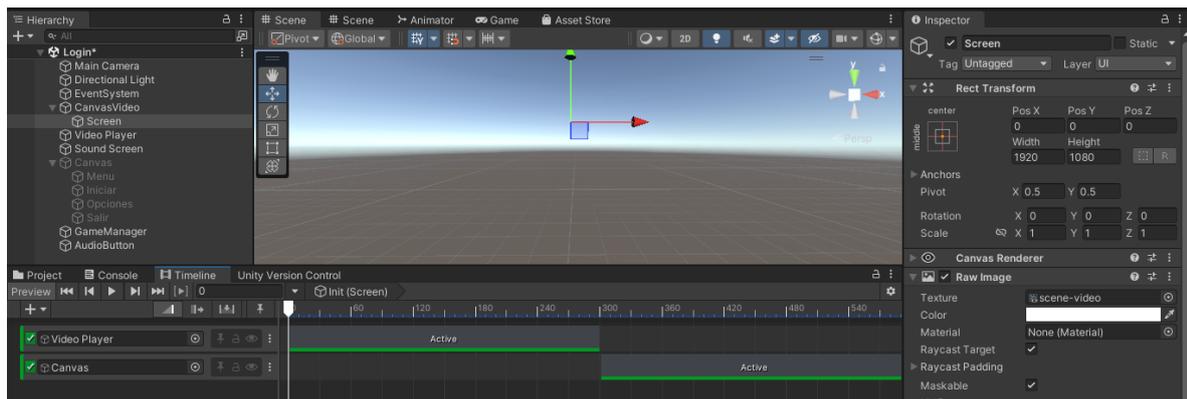


Figura 131: En el primer Activation Track agregamos el objeto Video Player.

Para que cambie la escena, nos dirigimos a **File** y seleccionamos **Build Settings**, como se observa en la Figura 132.

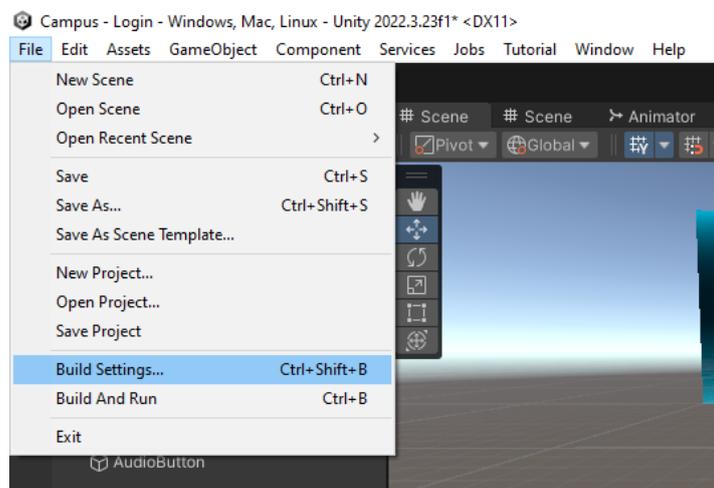


Figura 132: Nos dirigimos a "File" y seleccionamos "Build Settings".

Como observamos en la Figura 133, agregamos las escenas que tenemos y cerramos.

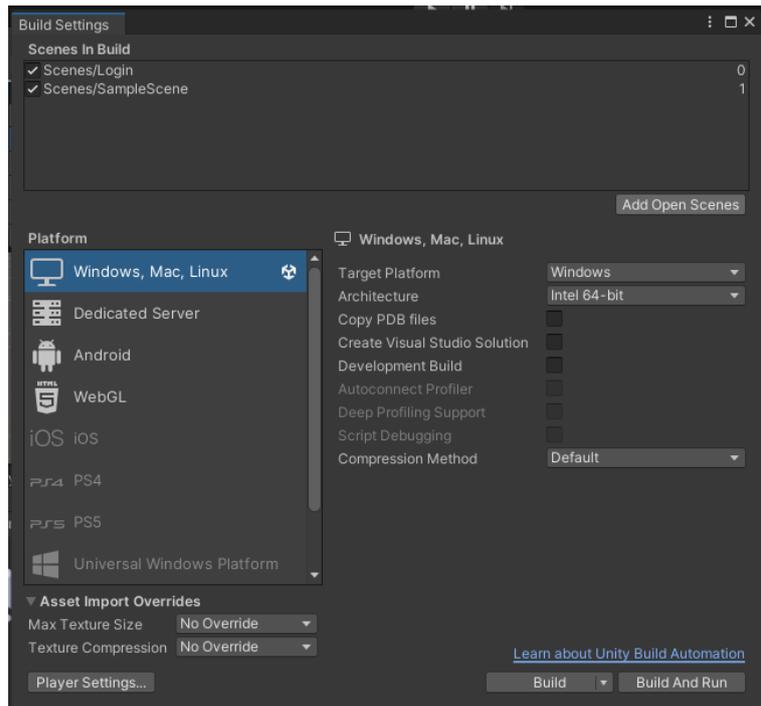


Figura 133: Agregamos las escenas que tenemos y cerramos.

Así como se observa en la Figura 134, tenemos nuestra interfaz de inicio.



Figura 134: Tenemos nuestra interfaz de inicio.

### Anexo 3 - Códigos

#### Menú Principal

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
public class Menu_principal : MonoBehaviour
{
    public void Jugar()
    {
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex + 1);
    }
    public void Salir()
    {
        Debug.Log("Salir...");
        Application.Quit();
    }
}
```

#### Sonido Menú

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

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

    public void SoundButton()
    {
        sound.clip = soundMenu;
        sound.enabled = false;
        sound.enabled = true;
    }
}
```