

**Desarrollo de un Metaverso inclusivo para la integración de aplicaciones de realidad
virtual en el área de programación para la accesibilidad al conocimiento en la
Uniagustiniana.
Metaverso Inclusivo**

Laura Valentina Cubillos Buitrago

Heidy Vannesa Hernandez Garzon

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá D.C.

2025

Desarrollo de un Metaverso inclusivo para la integración de aplicaciones de realidad virtual en el área de programación para la accesibilidad al conocimiento en la

Uniagustiniana.

Metaverso Inclusivo

Laura Valentina Cubillos Buitrago

Heidy Vannesa Hernandez Garzon

Tutora

Martha Yanet Segura Ruiz

Trabajo de grado para optar por el título de Tecnología en Desarrollo de Software

Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá D.C.

2025

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un Metaverso Inclusivo que integre aplicaciones de realidad virtual que ayuden a fomentar la inclusión y la interacción entre estudiantes con y sin discapacidad auditiva de la carrera de Tecnología en Desarrollo de Software de la Uniagustiniana. Este entorno virtual, creado en Unity, busca promover la equidad educativa mediante experiencias inmersivas, colaborativas y adaptadas a las diversas necesidades de aprendizaje de los estudiantes, facilitando así la comprensión de contenidos de varios tipos de contenidos.

El metaverso propuesto incluye portales interactivos, un sistema multijugador, la personalización de avatares y el Oráculo, un modelo de inteligencia artificial diseñado para responder preguntas relacionadas con la programación orientada a objetos (POO). Estas funcionalidades permiten fortalecer la interacción, la comunicación y la participación dentro del entorno virtual, ofreciendo una experiencia educativa accesible, innovadora y motivadora para todos los estudiantes.

En conjunto, esta propuesta brinda una forma diferente de aprender, más accesible y dinámica, que ayuda a superar dificultades en el aprendizaje y favorece espacios donde todos los estudiantes puedan participar en igualdad de condiciones.

Palabras clave: Metaverso Inclusivo, Realidad Virtual, Programación Orientada a Objetos, Inclusividad, Unity.

Abstract

The main objective of this work is to develop an Inclusive Metaverse that integrates virtual reality applications to foster inclusion and interaction between students with and without hearing impairments in the Software Development Technology program at Uniagustiniana. This virtual environment, created in Unity, seeks to promote educational equity through immersive, collaborative experiences adapted to the diverse learning needs of students, thus facilitating the understanding of various types of content.

The proposed metaverse includes interactive portals, a multiplayer system, avatar customization, and the Oracle, an artificial intelligence model designed to answer questions related to object-oriented programming (POO). These features strengthen interaction, communication, and participation within the virtual environment, offering an accessible, innovative, and motivating educational experience for all students.

Together, this proposal provides a different, more accessible, and dynamic way of learning that helps overcome learning difficulties and fosters spaces where all students can participate on equal terms.

Keywords: Inclusive Metaverse, Virtual Reality, Object-Oriented Programming, Inclusivity, Unity.

Tabla de contenido

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Lista de Figuras.....	¡Error! Marcador no definido.
Introducción.....	13
1. Datos informativos del proyecto.....	13
1.1 Título del proyecto de software:	13
1.2 Breve síntesis del proyecto:	13
2. Planificación del proyecto	14
2.1 Planteamiento del problema:.....	14
2.2 Objetivos del proyecto:.....	15
2.1.1 Objetivo General:.....	15
2.1.2 Objetivos Específicos:	15
2.3 Alcance de la solución:	15
2.4 Metodología de desarrollo de software:.....	16
3.1 Funcionalidad del Producto.....	18
3.1.1 Interfaz de Usuario:	18
3.1.2 Funcionalidades Principales:	19
3.2 Características de los Usuarios (Público Objetivo):	20
3.3.Requisitos Funcionales del Software:	20
3.4 Diagrama de casos de uso:	22
3.5 Especificaciones de los casos de uso:	22

3.6 Restricciones y Atributos de Calidad:	29
4. Diseño del software (ISO -12207-1).....	32
4.1 Diseño detallado del software	32
4.1.1 Diagrama de clases	32
4.1.2 Diagrama de componentes.....	33
4.1.3 Diagrama de actividades	34
4.1.4 Diagramas de despliegue	36
4.2 Diseño de la Interfaz	36
4.2.1 Interfaz de Usuario (Hardware, Software y Comunicaciones).....	36
4.2.2 Interfaces de Entrada (Formularios, Login).....	37
4.2.3 Interfaces de Salida (Reportes, Consultas, Impresiones)	38
4.3 Diseño del modelo de datos / Persistencia.....	40
4.4 Diseño de la Arquitectura de software (Modelo C4)	41
5. Implementación	44
5.1.1 Entorno de Desarrollo: Unity.....	44
5.1.2 Lenguaje de Programación:.....	45
5.1.3 Herramientas de Modelado Gráfico: Blender y Unity Asset Store	46
5.2 Requisitos de Hardware	47
Gafas de Realidad Virtual.....	47
Computadora de Desarrollo Recomendada.....	49
6. Pruebas del software	50
6.1 Inspección de software (Validación y Verificación).....	50
6.1.2 Validación de requisitos funcionales	50

6.1.2 Validación de requisitos no funcionales y restricciones.....	56
6.2 Pruebas de Usabilidad – Resultados	62
6.2.2 Evaluación Heurística	62
6.2.3 Encuesta de Usabilidad	71
Análisis:.....	80
6.3 Modificaciones realizadas	81
Conclusiones y Recomendaciones.....	82
Referencias	83
Anexo A - Manual de Instalación.....	84
Anexo B - Manual de Usuario	96

Lista de figuras

Figura 1: Diagrama de casos de uso para el sistema del Metaverso Inclusivo.	22
Figura 2: Diagrama de clases para el sistema del Metaverso Inclusivo	35
Figura 3: Diagrama de componentes para el sistema del Metaverso Inclusivo	36
Figura 4: Diagrama de actividades para el sistema del Metaverso Inclusivo	37
Figura 5: Diagrama de despliegue para el sistema del Metaverso Inclusivo.	38
Figura 6: Captura de pantalla del menú principal del sistema del Metaverso Inclusivo.	39
Figura 7: Captura de pantalla del menú principal del sistema del Metaverso Inclusivo	39
Figura 8: Captura de pantalla del menú de configuraciones	40
Figura 9: Captura de pantalla de escenario principal - Metaverso	40
Figura 10: Captura de pantalla de escenario principal - Video.....	41
Figura 11: Captura de pantalla de escenario principal - Video.....	41
Figura 12: Captura de pantalla del escenario del oráculo	42
Figura 13: Captura de pantalla de las carpetas del proyecto	42
Figura 14: Nivel 1: Diagrama de Contexto del sistema del Metaverso Inclusivo	43
Figura 15: Nivel 2: Diagrama de Contenedores del sistema del Metaverso Inclusivo.	44
Figura 16: Nivel 3: Diagrama de Componentes del sistema del Metaverso inclusivo.	45
Figura 17: Logo de Unity	47
Figura 18: Ícono de C#.....	48
Figura 19: Ícono de Blender	49

Figura 20: Gafas Oculus Quest 2 o Meta Quest 2	51
Figura 21: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	52
Figura 22: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	53
Figura 23: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	53
Figura 24: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	54
Figura 25: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	54
Figura 26: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	55
Figura 27: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	55
Figura 28: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	56
Figura 29: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	56
Figura 30: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	57
Figura 31: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	57
Figura 32: Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales	58
Figura 33: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	58
Figura 34: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	59
Figura 35: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	59
Figura 36: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	60
Figura 37: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	60
Figura 38: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	61
Figura 39: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	61
Figura 40: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	62
Figura 41: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	62
Figura 42: Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales ..	63
Figura 43: Observaciones Generale sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales	63

Figura 44: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	64
Figura 45: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	65
Figura 46: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	66
Figura 47: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	66
Figura 48: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	67
Figura 49: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	68
Figura 50: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	68
Figura 51: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	69
Figura 52: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	70
Figura 53: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	71
Figura 54: Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística	72
Figura 55: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	73
Figura 56: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	73
Figura 57: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	74
Figura 58: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	74
Figura 59: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	75
Figura 60: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	75
Figura 61: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	76
Figura 62: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	76
Figura 63: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	77
Figura 64: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	77
Figura 65: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	78
Figura 66: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	78
Figura 67: Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad	79
Figura 68: Diagrama de satisfacción de la Encuesta de Usabilidad	80

Figura 69: Observaciones de la Encuesta de Usabilidad	81
Figura 70: Observaciones de la Encuesta de Usabilidad	82
Figura 71: Observaciones de la Encuesta de Usabilidad	83

Lista de tablas

Tabla 1: Requisitos funcionales del Metaverso Inclusivo	20
Tabla 2: Especificación del caso de uso: Ingresar a la Interfaz de las gafas.....	23
Tabla 3: Especificación del caso de uso: Ingresar al Metaverso	24
Tabla 4: Especificación del caso de uso: Realizar Tutorial	25
Tabla 5: Especificación del caso de uso: Recorrer el Metaverso	26
Tabla 6: Especificación del caso de uso: Personalizar la Configuración de Accesibilidad	27
Tabla 7: Especificación del caso de uso: Recibir Introducción del Robot.....	28
Tabla 8: Especificación del caso de uso: Interactuar con otros usuarios (multijugador)	29
Tabla 9: Especificación del caso de uso: Hacer uso de los portales	30
Tabla 10: Requisitos No Funcionales del Metaverso Inclusivo	31

Introducción

1. Datos informativos del proyecto

1.1 Título del proyecto de software:

Desarrollo de un Metaverso inclusivo para la integración de aplicaciones de realidad virtual en el área de programación para la accesibilidad al conocimiento en la Uniagustiniana.

1.2 Breve síntesis del proyecto:

Se desarrolló un metaverso inclusivo diseñado para facilitar el acceso al conocimiento a estudiantes con discapacidad auditiva y estudiantes oyentes. A través de la integración de la realidad virtual, los estudiantes podrán tener un apoyo para el aprendizaje.

Dentro de este metaverso se integró diversos proyectos educativos enfocados en la programación, tal como MetaPoo Plus 2.0 Beta, basado en la programación orientada a objetos, y Codey Plus 3.0, centrado la algoritmia y programación básica. Además; se integró el Oráculo, una inteligencia artificial entrenada para responder preguntas de programación orientada a objetos; y finalmente, cuenta con personalización de avatares, con salas de videos educativos sobre la lengua de señas y espacios de colaboración (Multijugador), abiertos a estudiantes con y sin discapacidad auditiva, fomentando así la inclusión y la equidad.

2. Planificación del proyecto

2.1 Planteamiento del problema:

En la actualidad, garantizar una educación inclusiva y equitativa continúa siendo un desafío, especialmente para los estudiantes con discapacidad auditiva. “La pérdida de audición incapacitante afecta a millones de personas en el mundo, impactando la comunicación, la educación y la inclusión social” (Organización Mundial de la Salud, 2025, párr. 2). Estos estudiantes enfrentan barreras debido a la falta de materiales adaptados y metodologías de enseñanza inclusiva. En especial, en áreas como la programación; ya que, los métodos tradicionales dificultan aún más su aprendizaje, limitando su participación y su desempeño académico.

Las causas de este problema tienen mucho que ver con la falta de recursos adaptados y la poca preparación de los docentes en temas como la enseñanza inclusiva. La mayoría de los materiales utilizados en clase están pensados para estudiantes oyentes, lo que limita la participación de los estudiantes sordos, así como la comprensión de los temas.

Esto trae como consecuencia que tengan más dificultades para aprender y se frustren en su proceso académico. A largo plazo, esto puede reducir sus oportunidades de crecimiento personal y profesional, especialmente en campos como la tecnología.

Ante esta situación, se vio la necesidad de implementar soluciones innovadoras que integren tecnologías accesibles. El desarrollo de un metaverso inclusivo basado en realidad virtual entendiéndolo como “un espacio virtual persistente y compartido donde los usuarios interactúan en tiempo real mediante avatares digitales” (Mystakidis, 2022, p. 487) y se plantea como una alternativa para eliminar barreras comunicativas, reforzar el proceso de enseñanza y promover entornos inmersivos donde estudiantes con y sin discapacidad auditiva de los primeros semestres puedan aprender de forma equitativa.

2.2 Objetivos del proyecto:

2.1.1 Objetivo General:

Desarrollar un metaverso inclusivo que integre aplicaciones de realidad virtual para reforzar el aprendizaje de programación, promoviendo así la accesibilidad al conocimiento para estudiantes con discapacidad auditiva y estudiantes oyentes en la Uniagustiniana.

2.1.2 Objetivos Específicos:

- Diseñar e implementar entornos virtuales accesibles que permitan interacción entre estudiantes con y sin discapacidad auditiva.
- Integrar aplicaciones y tecnologías de realidad virtual que faciliten la comprensión de conceptos de programación mediante experiencias inmersivas.
- Desarrollar un metaverso inclusivo, utilizando Unity, que integre portales interactivos, personalización de avatares, físicas y entornos inmersivos adaptados a estudiantes con y sin discapacidad auditiva.
- Evaluar la accesibilidad del metaverso mediante pruebas con estudiantes con y sin discapacidad auditiva, para garantizar así una experiencia educativa equitativa.

2.3 Alcance de la solución:

El proyecto busca ser un apoyo para crear espacios donde las personas con discapacidad auditiva y sin discapacidad puedan interactuar en un entorno de realidad virtual y puedan también acceder a herramientas que les ayuden a reforzar sus conocimientos en programación. Esto se logrará de una manera inmersiva y en un ambiente cómodo, que además fomente la interacción entre los usuarios. En este sentido, “la realidad virtual inmersiva ofrece oportunidades significativas para mejorar la experiencia de aprendizaje en la educación superior mediante entornos interactivos y participativos” (Radianti, et al., 2020, p. 5).

El metaverso busca ser un espacio donde los estudiantes sordos y oyentes puedan tener un aprendizaje en conjunto, eliminando barreras de comunicación y fortaleciendo los

conocimientos en programación de manera inclusiva. A largo plazo, se espera que estos espacios virtuales puedan ayudar a conformar una comunidad virtual, donde todos los estudiantes tengan la oportunidad de aprender en las mismas condiciones.

2.4 Metodología de desarrollo de software:

El metaverso inclusivo comenzó con una fase orientada a comprender las necesidades, y las barreras de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad auditiva, así como de los estudiantes oyentes que también formaron parte de esta experiencia educativa. El metaverso inclusivo, debe integrar aplicaciones de realidad virtual para facilitar el acceso al conocimiento en el área de programación y su objetivo será asegurar que el diseño del sistema sea accesible y cómodo de usar, promoviendo así una experiencia educativa equitativa en el entorno de la realidad virtual.

Se tomó la decisión de implementar la metodología **Design Thinking**, ya que su enfoque está centrado en el usuario. IDEO (s. f.) plantea que “el design thinking es un enfoque centrado en el ser humano para la innovación, que integra las necesidades de las personas, las posibilidades tecnológicas y los requisitos del negocio” (párr. 1). Esta metodología permitirá desarrollar un proceso empático, y colaborativo, ideal para diseñar experiencias significativas en el contexto educativo virtual. La metodología Design Thinking que está centrada en las personas y busca entender sus necesidades para diseñar soluciones innovadoras y funcionales. Esta metodología tiene cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear.

Durante la **fase de definición**, se identificaron los principales desafíos; entre ellos: Los pocos espacios colaborativos y accesibles, la falta de aprendizaje de la lengua de señas en espacios digitales y la necesidad de entornos inmersivos donde estudiantes con discapacidad auditiva y oyentes puedan interactuar.

A partir de esto, se inicia la **fase de ideación** donde se diseñaron las funcionalidades clave del metaverso, como un módulo educativo para el aprendizaje de lengua de señas como lo son videos que enseñan el abecedario en lengua de señas y un video educativo de cómo se debe hablar adecuadamente con una persona sorda, además

de entornos virtuales accesibles con interfaces intuitivas. Posteriormente, se desarrollaron prototipos de media fidelidad que fueron evaluados con estudiantes, lo que permitió validar las ideas y así realizar los ajustes necesarios antes de avanzar con el desarrollo completo del metaverso.

Una vez finalizadas las etapas de la metodología design thinking, se procedió a implementar la metodología **SUM** (Scrum Unified Methodology), diseñada especialmente para el desarrollo de videojuegos. Esta metodología permite estructurar el trabajo y ayuda a guiar el desarrollo de un proyecto, el cual debe contar con un alto componente visual y técnico. La metodología SUM se compone de cinco fases: Concepto, Planificación, Elaboración, Beta y Cierre. “La gamificación permite motivar el aprendizaje mediante dinámicas de juego que incrementan la participación y el compromiso del usuario” (Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S., 2020, p. 15).

Durante la **fase de Concepto** se consolidó la idea del metaverso con base en los hallazgos obtenidos durante la etapa de investigación. Se definieron los objetivos generales del proyecto, el público objetivo, que en este caso son los estudiantes de primer y segundo semestre de la tecnología en desarrollo de software, además de los principales retos de accesibilidad y usabilidad, también, se verificó la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto, apoyándose en el análisis realizado a través del Cuadrante Mágico de Gartner. Esta fase también ayudó a validar el uso de herramientas clave como Unity y Blender, así como las plataformas de colaboración y control de versiones necesarias para el desarrollo.

Posteriormente, en la **fase de Planificación**, se estructuró el desarrollo técnico del proyecto y se definieron los entregables, cronogramas y responsabilidades de cada integrante del equipo. Se estableció la implementación de un sistema de versiones y de la documentación continua. Así mismo, se delimitaron las funcionalidades que fueron desarrolladas, tales como los portales de navegación entre entornos, la personalización de avatares y la física de objetos. También se definieron los criterios de accesibilidad

necesarios y que se implementaron, así como guías visuales, videos de lengua de señas y la interfaz de personalización.

La **fase de elaboración** se basa en la construcción técnica de los componentes del metaverso. En esta etapa se realizaron los modelos en 3D utilizando Blender, los cuales se integran en Unity, donde se programan las interacciones y la lógica del sistema, así como, el sistema de navegación, el espacio para los videos de lengua de señas, y el funcionamiento para la personalización de los avatares. Esta fase es esencial para implementar las ideas ya validadas durante el proceso de Design Thinking y convertirlas en una realidad. A lo largo de esta etapa, se realizan pruebas internas continuas y se realizan ajustes para asegurar que el producto final sea accesible y funcional.

En la **fase Beta** se realizó una prueba del metaverso con estudiantes pertenecientes a las uniagustiniana en un entorno controlado, lo que permitió identificar errores, observar el comportamiento de los estudiantes y tener retroalimentación directa.

Y finalmente, en la **fase de Cierre** se realizó la entrega institucional de la documentación final del proyecto y se realizó una conclusión final del impacto del metaverso en el proceso de apoyo al aprendizaje de los estudiantes.

La utilización de las metodologías Design Thinking y SUM ayudan a responder las necesidades de los estudiantes al combinar estas metodologías se logra construir un metaverso inclusivo accesible y funcional. Herramientas como la realidad virtual son clave para superar las barreras educativas entre estudiantes oyentes y estudiantes con discapacidad auditiva.

3.1 Funcionalidad del Producto

A continuación, se especificarán las funcionalidades principales del sistema:

3.1.1 Interfaz de Usuario:

- Espacio virtual en 3D donde los estudiantes puedan desplazarse, explorar y personalizar sus avatares.
- Videos de lengua de señas

- Interfaz sencilla, con menús accesibles y fáciles de comprender, pensados tanto para usuarios nuevos como para usuarios que ya tengan experiencia en VR.
- Compatibilidad con controles de realidad virtual para navegar, interactuar con el entorno y acceder a las aplicaciones educativas.

3.1.2 Funcionalidades Principales:

Tutorial de Inicio:

- Guía interactiva que explica cómo moverse, usar los controles y acceder a las diferentes funciones del metaverso.

Integración de aplicaciones:

- Integración de aplicaciones de realidad virtual enfocadas en la enseñanza de programación básica y POO (MetaPoo Plus 2.0 Beta, Codey Plus 3.0).
- Acceso a estas aplicaciones a través de portales dentro del metaverso.

Opciones de Personalización:

- Personalización de avatares con diferentes aspectos predefinidos.
- Posibilidad de ajustar la configuración del menú, como activar/ desactivar lengua de señas.

Accesibilidad y Apoyo Visual:

- Inclusión de guías visuales y señales dentro del entorno para reforzar explicaciones y facilitar la navegación.
- Incorporación de subtítulos y vídeos de lengua de señas para garantizar la comprensión de usuarios sordos.

Funcionalidad Multijugador:

- Conexión de varios usuarios en un mismo espacio virtual.
- Visualización de los avatares de los demás usuarios (estudiantes) en tiempo real.
- Espacios de colaboración donde los estudiantes pueden interactuar entre sí.

3.2 Características de los Usuarios (Público Objetivo):

El Metaverso inclusivo está pensado para estudiantes que están en los primeros semestres de desarrollo de software. Entre ellos hay tanto personas con discapacidad auditiva como oyentes con edades de entre los 17 y los 30 años.

El Metaverso tiene una interfaz clara y sencilla, pensada para que cualquier estudiante, sin importar su experiencia previa, pueda aprovecharla; además, de un tutorial que les explicara paso a paso cómo usar el metaverso, sus controles y funciones principales. De esta forma, todos pueden acceder a distintas aplicaciones de realidad virtual, mientras comparten un espacio de interacción.

3.3.Requisitos Funcionales del Software:

Tabla 1

Requisitos funcionales del Metaverso Inclusivo

ID-RQF	Módulo/Funcionalidad	Descripción requisito	Actor	Prioridad
01	Metaverso	El sistema tendrá una interfaz intuitiva y basada en una estación espacial, modelada en 3D.	Usuario (Estudiante)	Alta
02	Menú de Configuraciones	El sistema permitirá la Personalización del menú de configuración.	Usuario (Estudiante)	Alta
03	Menú de Configuraciones	El entorno contará con indicaciones visuales y menús de navegación accesibles.	Usuario (Estudiante)	Alta
04	Personalización Avatar	El usuario podrá personalizar su avatar, incluyendo características visuales y de accesibilidad.	Usuario (Estudiante)	Alta

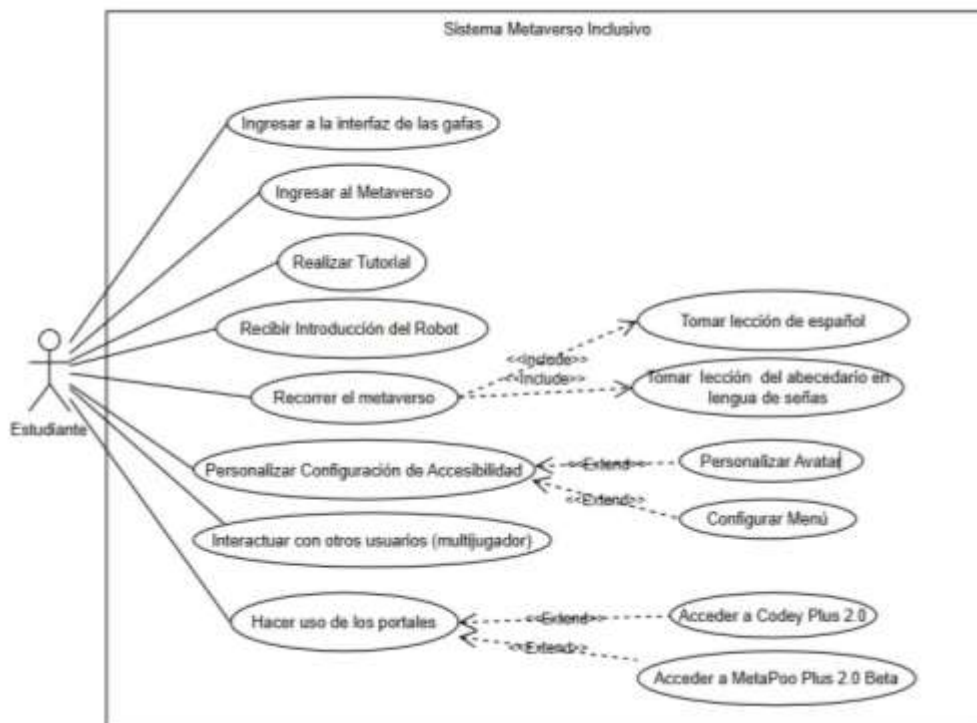
05	Interacción	El sistema debe permitirle al usuario la manipulación de objetos (como botones) dentro del entorno virtual.	Usuario (Estudiante)	Alta
06	Breve inducción al lenguaje de señas	Se incluirá un apartado con fundamentos básicos de lengua de señas para la comunidad oyente y sorda.	Usuario (Estudiante)	Alta
07	Tutorial Básico	El sistema incluirá un tutorial básico accesible desde el inicio para guiar a nuevos usuarios.	Usuario (Estudiante)	Alta
08	Introducción o bienvenida	Se implementará un robot que dará una breve introducción o bienvenida a los estudiantes.	Usuario (Estudiante)	Alta
09	Multijugador	El sistema permitirá experiencias multijugador, fomentando la colaboración entre usuarios.	Usuario (Estudiante)	Alta
10	Integración de aplicaciones	El sistema permitirá al usuario ingresar a aplicaciones educativas de programación a través de portales interactivos.	Usuario (Estudiante)	Alta

Nota: Elaboración Propia (2025)

3.4 Diagrama de casos de uso:

Figura 1

Diagrama de casos de uso para el sistema del Metaverso Inclusivo.



Nota: Elaboración Propia (2025)

3.5 Especificaciones de los casos de uso:

Tabla 2

Especificación del caso de uso: Ingresar a la Interfaz de las gafas

Nombre:	Ingresar a la Interfaz de las gafas
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón
Fecha:	04/09/2025
Descripción:	El usuario enciende las gafas de realidad virtual y accede a la pantalla principal del sistema.
Actores:	<i>Estudiante</i>
Precondiciones:	Las gafas de realidad virtual deben estar cargadas y encendidas.

Flujo Normal: 1.El estudiante enciende las gafas de realidad virtual. 2.El estudiante se colocará las gafas . 3.El sistema cargará la interfaz inicial.	Flujo Alternativo: 1A. Si las gafas no tienen batería suficiente, el sistema mostrará un aviso de carga y no permitirá avanzar.
Poscondiciones: El estudiante buscará la aplicación del metaverso inclusivo.	
Prioridad: Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 3

Especificación del caso de uso: Ingresar al Metaverso

Nombre:	Ingresar al Metaverso
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón
Fecha:	04/09/2025
Descripción: El estudiante selecciona la aplicación del metaverso desde el menú principal y accede al entorno virtual.	
Actores: <i>Estudiante</i>	
Precondiciones: El software del metaverso debe estar instalado en el dispositivo.	
Flujo Normal: 1.El estudiante selecciona “inicio” para Ingresar al Metaverso. 2.El sistema ingresa a la aplicación. 3.Se carga un avatar establecido por defecto. 4.El estudiante aparece en una zona inicial del metaverso.	Flujo Alternativo: 1A. El usuario no ingresó a la app correcta, debe de ingresar a el metaverso. 1B. Si el software no está instalado en las gafas debe de ser instalado.
Poscondiciones: El estudiante se encuentra dentro del metaverso listo para desplazarse o interactuar.	
Prioridad: Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 4*Especificación del caso de uso: Realizar Tutorial*

Nombre:	Realizar Tutorial	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	05/09/2025	
Descripción:	El estudiante accede a un tutorial interactivo para aprender a usar el metaverso y sus funciones básicas.	
Actores:	Estudiante	
Precondiciones:	El estudiante debe haber ingresado al metaverso correctamente.	
Flujo Normal:	<p>1. El estudiante selecciona con el láser el botón de "Tutorial".</p> <p>2. El sistema transporta al estudiante al escenario del tutorial.</p> <p>3. El estudiante sigue las instrucciones.</p> <p>4. El estudiante termina el tutorial y se dirige al metaverso.</p>	<p>Flujo Alternativo:</p> <p>3A. Si el estudiante omite pasos, no se le permitirá el acceso hasta que lo realice todos los pasos</p>
Poscondiciones:	El estudiante completa el tutorial y se le da acceso al multijugador.	
Prioridad:	Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 5

Especificación del caso de uso: Recorrer el Metaverso

Nombre:	Recorrer el Metaverso	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	04/09/2025	
Descripción:	El estudiante explora y se mueve libremente dentro del entorno virtual y los espacios .	
Actores:	<i>Estudiante</i>	
Precondiciones:	El estudiante debe de haber ingresado al metaverso.	
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El estudiante puede moverse por el metaverso. 2.El sistema muestra los movimientos en tiempo real en el avatar. 3.El estudiante puede entrar a diferentes áreas: salas de aprendizaje, zonas de videos y el espacio de personalización de avatares. 4.El estudiante ingresa a las salas de aprendizaje y reproduce los videos en lengua de señas. 	Flujo Alternativo:
		<ol style="list-style-type: none"> 2A. El estudiante no puede moverse, así que, debe crear una nueva zona. 3A. El estudiante no desea ingresar a ninguno de los espacios, así que se dirige directamente a los portales.
Poscondiciones:	El estudiante logra moverse dentro del metaverso e interactuar con los escenarios.	
Prioridad:	Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 6

Especificación del caso de uso: Personalizar la Configuración de Accesibilidad

Nombre:	Personalizar la Configuración de Accesibilidad	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	04/09/2025	
Descripción:	El estudiante modifica las opciones del menú y personaliza la apariencia de su avatar.	
Actores:	<i>Estudiante</i>	
Precondiciones:	El estudiante debe estar dentro del metaverso.	
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1.El estudiante abre el menú de configuración. 2.El sistema muestra opciones de accesibilidad (activar y desactivar lengua de señas, ajustes como sonido y brillo). 3.El estudiante ingresa a la sala de espejos para personalizar su avatar. 4.El estudiante elige un avatar predeterminado. 	Flujo Alternativo:
		4A. Si ocurre un error al personalizar, el estudiante puede seleccionar otro avatar.
Poscondiciones:	El avatar y/o la configuración del sistema quedan actualizados según las preferencias del estudiante.	
Prioridad:	Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 7

Especificación del caso de uso: Recibir Introducción del Robot

Nombre:	Recibir Introducción del Robot	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidy Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	05/09/2025	
Descripción:	El robot le dará instrucciones al estudiante en todo su recorrido en espacios específicos.	
Actores:	<i>Estudiante</i>	
Precondiciones:	El estudiante debe haber pasado el tutorial y estar dentro del multijugador.	
Flujo Normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El robot le da una bienvenida o introducción al estudiante. 2. El robot le hablará al estudiante. 3. Se reproducirá un video de lengua de señas de lo que dice el robot. 	Flujo Alternativo: 2A. Si el audio no está acorde con el video se puede reiniciar el mensaje de bienvenida.
Poscondiciones:	El estudiante recibe orientación y puede continuar su experiencia.	
Prioridad:	Media.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 8

Especificación del caso de uso: Interactuar con otros usuarios (multijugador)

Nombre:	Interactuar con otros usuarios (multijugador)	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidy Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	05/09/2025	
Descripción:	Permite al estudiante comunicarse con otros usuarios dentro del metaverso.	
Actores:	<i>Estudiante</i>	
Precondiciones:	El estudiante debe haber pasado el tutorial.	
Flujo Normal:	1. El estudiante está viendo el entorno del multijugador.	Flujo Alternativo: 1A. Si el estudiante no está viendo el entorno del multijugador, se hará

2. El sistema muestra a los demás estudiantes.	una revisión al sistema para corregir la falla.
3. Los estudiantes inician una interacción.	3A. Si el sistema no muestra a los demás estudiantes, se hará una revisión al sistema para corregir la falla.
4. El sistema permite la comunicación en tiempo real.	
Poscondiciones: El estudiante logra interactuar con otros en tiempo real.	
Prioridad: Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 9

Especificación del caso de uso: Hacer uso de los portales

Nombre:	Hacer uso de los portales	
Autor:	Laura Valentina Cubillos Buitrago y Heidi Vanessa Hernandez Garzón	
Fecha:	05/09/2025	
Descripción:	El estudiante utiliza portales virtuales para trasladarse a distintos entornos de aprendizaje.	
Actores:	<i>Estudiante</i>	
Precondiciones:	El estudiante estará dentro del multijugador.	
Flujo Normal:	1. El sistema debe mostrar la indicación visual (título) de hacia dónde se dirige ese portal. 2. El estudiante debe ingresar al portal deseado. 3. El sistema lo transporta al nuevo entorno. 4. El estudiante ingresa al escenario donde se transportó.	Flujo Alternativo: 3A. Si el sistema no lo transporta al nuevo entorno, se hará una revisión al sistema para corregir la falla 4A. Si el estudiante no se teletransporta al lugar correcto, se hará una revisión al sistema para corregir la falla.
Poscondiciones:	<i>El estudiante estará en el entorno deseado.</i>	
Prioridad:	Alta.	

Nota: Elaboración Propia (2025)

Tabla 10*Requisitos No Funcionales del Metaverso Inclusivo***3.6 Restricciones y Atributos de Calidad:**

ID-RQNF	Atributo de Calidad	Descripción	Prioridad
01	Usabilidad	La interfaz será intuitiva, con instrucciones visuales y auditivas claras para facilitar la navegación de todo tipo de usuarios.	Alta
02	Accesibilidad	El entorno virtual incluirá señales visuales y opciones adaptadas para usuarios con discapacidad auditiva con lenguaje de señas.	Alta
03	Configuración	El sistema permitirá activar o desactivar funciones desde el menú, como la lengua de señas.	Alta
04	Rendimiento	Tiempo de carga entre escenas: máximo 5 segundos. <ul style="list-style-type: none"> ○ El sistema debe correr a un mínimo de 50 FPS para evitar mareos o latencias. ○ El rendimiento debe mantenerse óptimo sin afectar el uso de CPU, RAM o GPU. 	Alta
05	Tiempo de uso	Se sugiere sesiones de máximo 20 minutos con pausas, para evitar fatiga cognitiva y física.	Alta
06	Modularidad	El sistema debe estar estructurado en módulos independientes (espacios, menús, interacciones) para facilitar el mantenimiento y la evolución del proyecto.	Alta

07	Documentación	El código deberá estar bien comentado y documentado, facilitando futuras mejoras o correcciones.	Alta
08	Fiabilidad	Disponibilidad operativa del sistema garantizada en al menos un 90% bajo condiciones normales.	Alta
09	Mantenibilidad	El sistema deberá poder actualizarse anualmente, agregando nuevas funcionalidades sin reestructurar todo el código.	Alta
10	Testeabilidad	El sistema será evaluado mediante pruebas con usuarios reales para validar la experiencia, accesibilidad y funcionalidad.	Alta
ID-RQNF	Restricción	Descripción	Prioridad
01	Sistema Operativo	Android 10	Alta
02	Hardware	Solo ejecutable en gafas VR (Oculus Quest 2 y Meta Quest 2).	Alta
03	Conectividad	La experiencia será mayormente local	Alta
04	Tamaño máximo del APK	No debe superar los 4 GB	Alta
05	SDK utilizado	Se hará uso del SDK por defecto de Unity que es el UltimateXR y ollama API	Alta
06	Resolución y estabilidad	La experiencia debe mantenerse fluida, sin interrupciones ni bloqueos del usuario. La resolución debe ser adecuada para evitar cansancio visual.	Alta

07	Tiempo de carga	El cambio entre escenas no debe exceder los 5 segundos.	Alta
08	Mareo	Se evitarán movimientos bruscos o giros fuertes que puedan inducir mareos en los usuarios.	Alta
09	Audio	Se empleará sonido en 3 posiciones (frontal, izquierda, derecha), sin afectar la experiencia del usuario con discapacidad auditiva.	Alta
10	Límites	Se establecerán límites en los entornos para evitar bloqueos o pérdidas de ubicación del usuario.	Alta
11	Tecnologías	El desarrollo se realizará con Unity , Blender y el lenguaje C# , integrando estándares de optimización y accesibilidad.	Alta
12	Formatos multimedia	Se permitirá la inclusión de formatos de video adaptados para VR, optimizados para bajo peso y compatibilidad.	Alta

Nota: Elaboración Propia (2025)

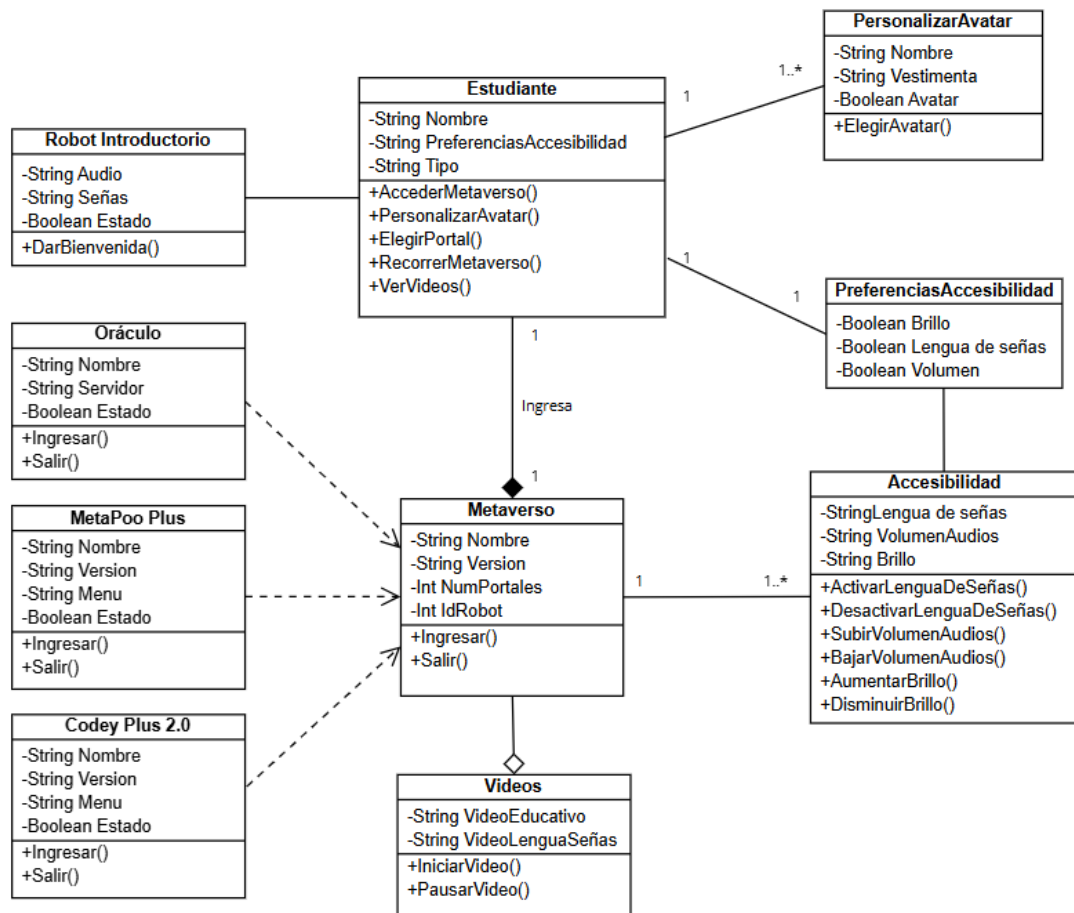
4. Diseño del software (ISO -12207-1)

4.1 Diseño detallado del software

4.1.1 Diagrama de clases

Figura 2

Diagrama de clases para el sistema del Metaverso Inclusivo

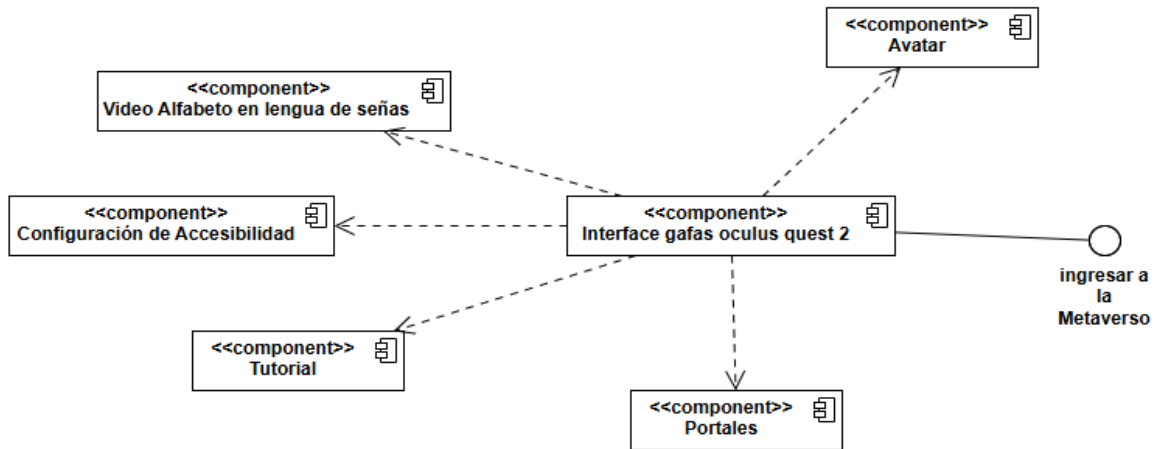


Nota: Elaboración Propia (2025)

4.1.2 Diagrama de componentes

Figura 3

Diagrama de componentes para el sistema del Metaverso Inclusivo

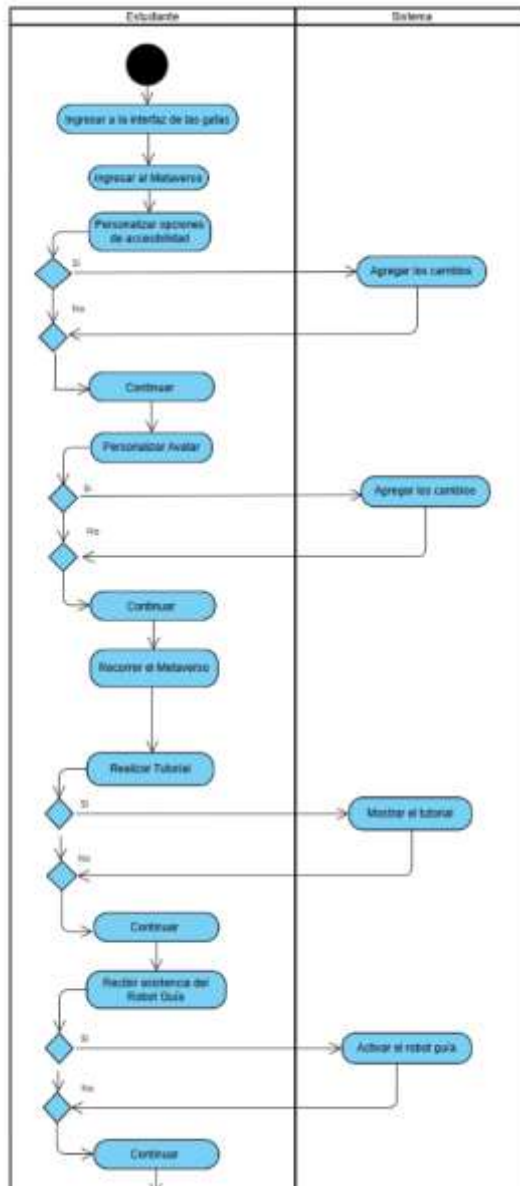


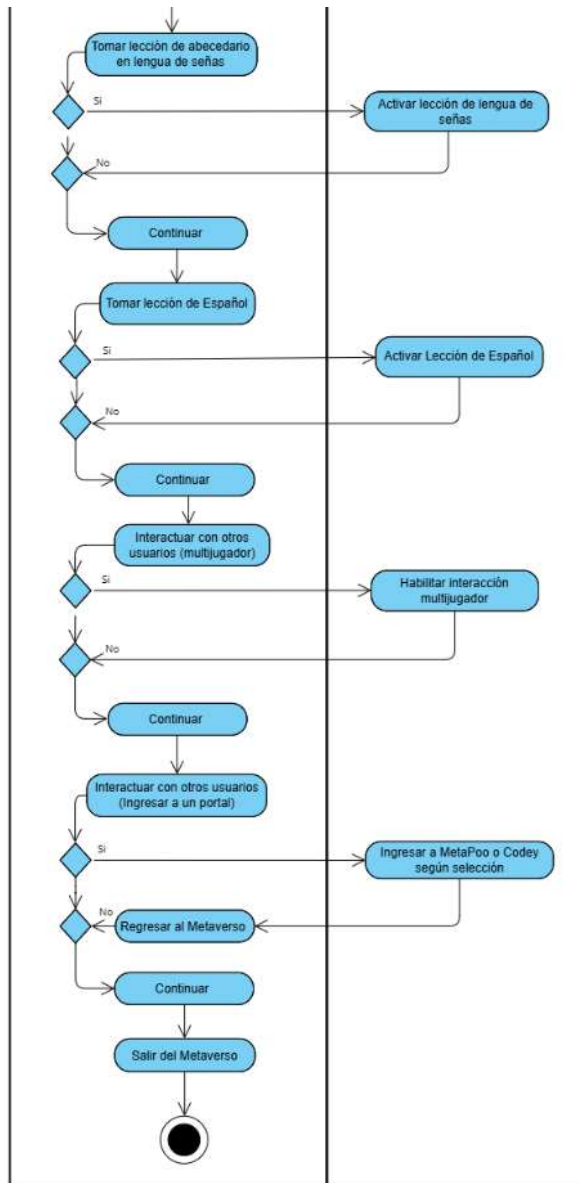
Nota: Elaboración Propia (2025)

4.1.3 Diagrama de actividades

Figura 4

Diagrama de actividades para el sistema del Metaverso Inclusivo



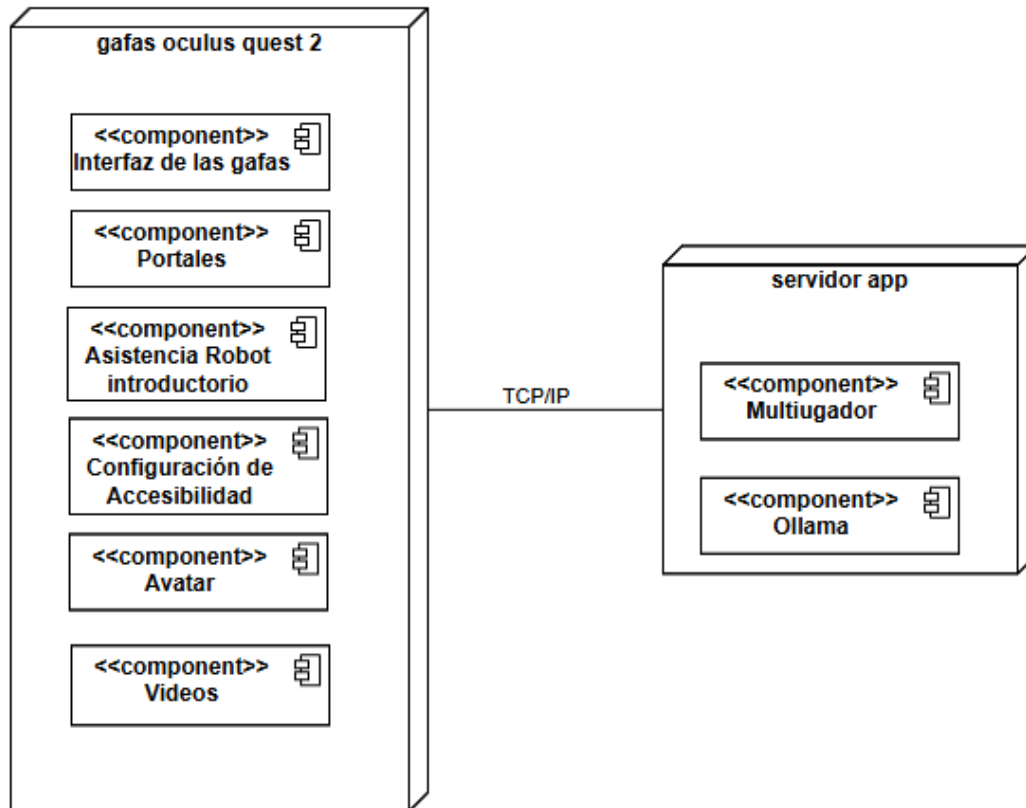


Nota: Elaboración Propia (2025)

4.1.4 Diagramas de despliegue

Figura 5

Diagrama de despliegue para el sistema del Metaverso Inclusivo.



Nota: Elaboración Propia (2025)

4.2 Diseño de la Interfaz

4.2.1 Interfaz de Usuario (Hardware, Software y Comunicaciones)

Interfaz principal, es la primera pantalla que ve el usuario, su diseño está basado en el universo y en esta se presenta el menú de opciones y la explicación del uso de los controles.

Figura 6

Captura de pantalla del menú principal del sistema del Metaverso Inclusivo.



Nota: Elaboración Propia (2025)

4.2.2 Interfaces de Entrada (Formularios, Login)

Aquí se muestra el menú de configuración, dónde se puede activar y desactivar la lengua de señas, subir el volumen y el brillo.

Figura 7

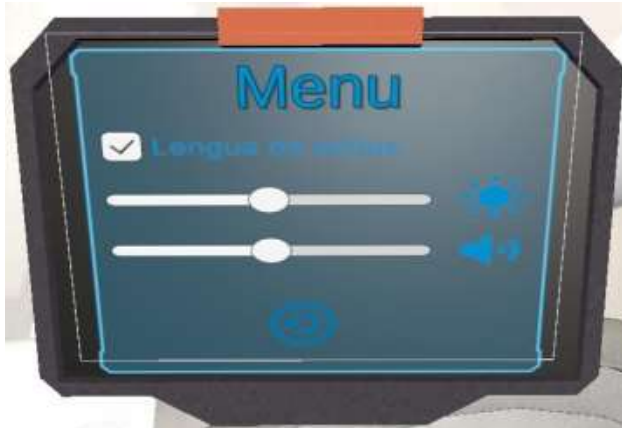
Captura de pantalla del menú principal del sistema del Metaverso Inclusivo



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 8

Captura de pantalla del menú de configuraciones



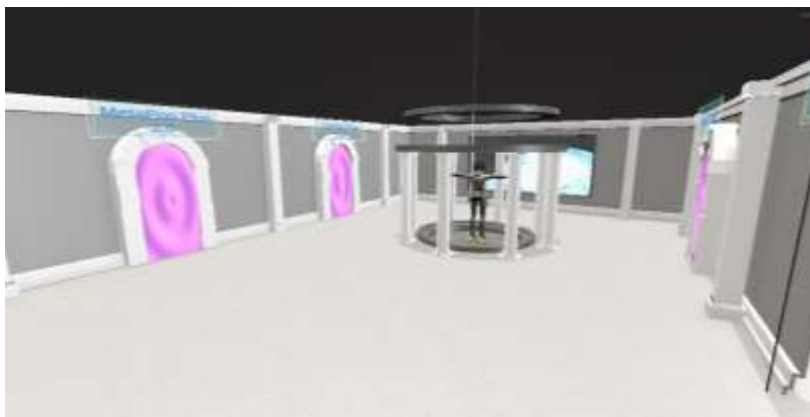
Nota: Elaboración Propia (2025)

4.2.3 Interfaces de Salida (Reportes, Consultas, Impresiones)

El escenario principal cuenta con salas donde se presentarán videos de lengua de señas y español, además de portales que llevarán a distintas aplicaciones de realidad virtual, y al oráculo.

Figura 9

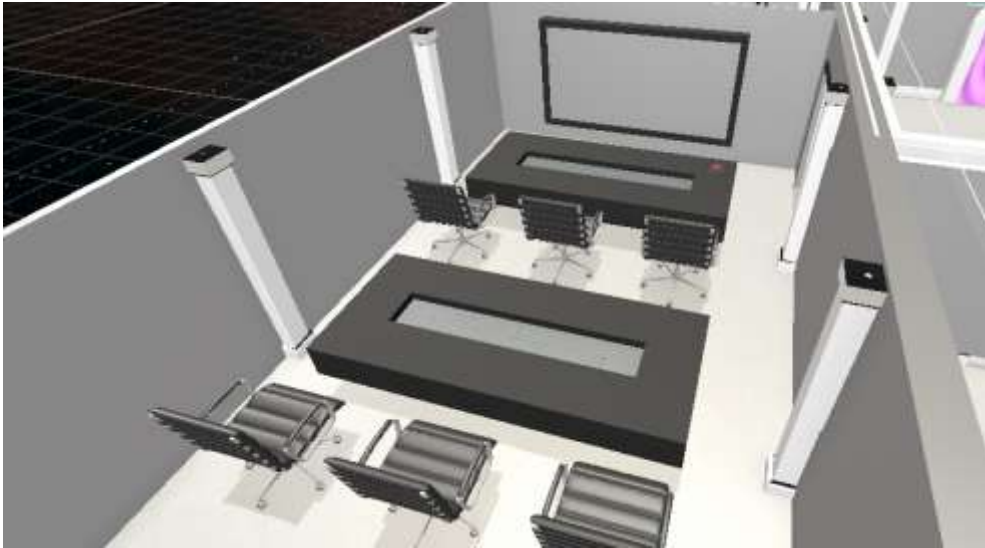
Captura de pantalla de escenario principal - Metaverso



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 10

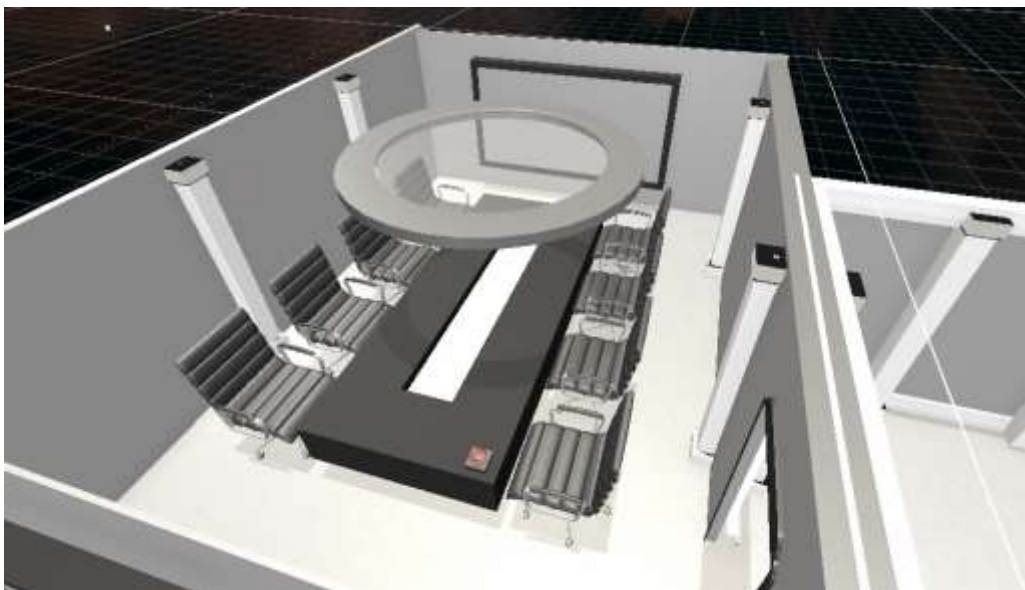
Captura de pantalla de escenario principal - Video



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 11

Captura de pantalla de escenario principal - Video



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 12*Captura de pantalla del escenario del oráculo**Nota: Elaboración Propia (2025)*

4.3 Diseño del modelo de datos / Persistencia

Figura 13*Captura de pantalla de las carpetas del proyecto*

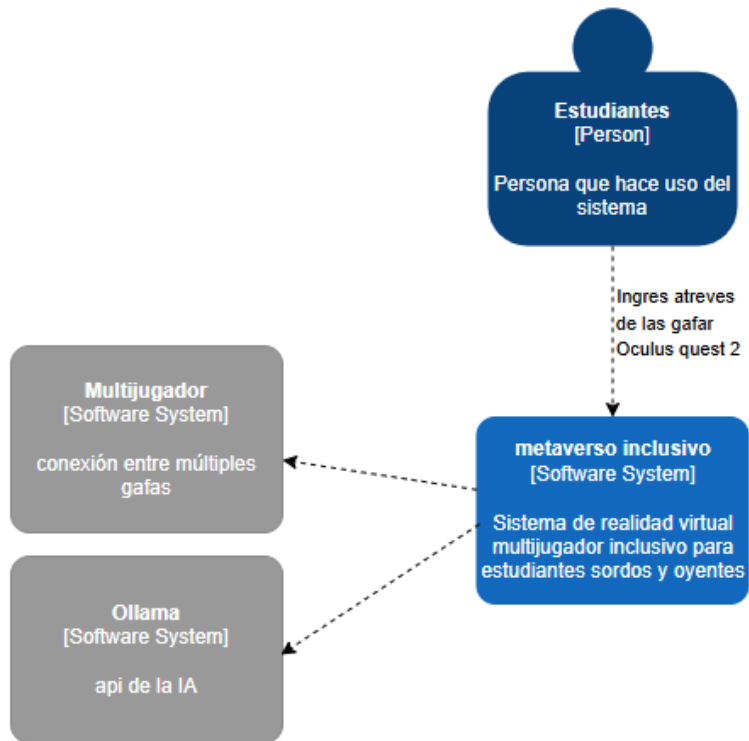
Assets	19/09/2025 7:52 p. m.	Carpeta de archivos
Library	19/09/2025 7:06 p. m.	Carpeta de archivos
Logs	19/09/2025 7:06 p. m.	Carpeta de archivos
obj	10/09/2025 10:34 a. m.	Carpeta de archivos
Packages	10/09/2025 10:18 a. m.	Carpeta de archivos
ProjectSettings	19/09/2025 7:52 p. m.	Carpeta de archivos
Temp	19/09/2025 7:06 p. m.	Carpeta de archivos
UserSettings	19/09/2025 6:59 p. m.	Carpeta de archivos

Nota: Elaboración Propia (2025)

4.4 Diseño de la Arquitectura de software (Modelo C4)

Figura 14

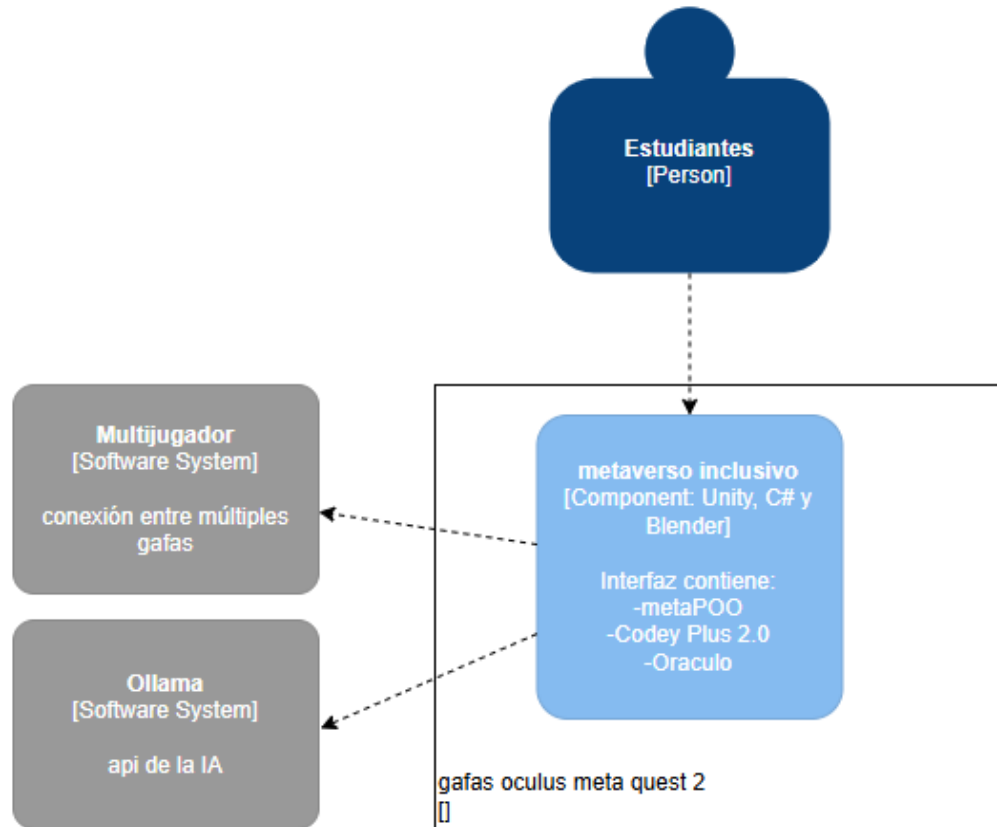
Nivel 1: Diagrama de Contexto del sistema del Metaverso Inclusivo



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 15

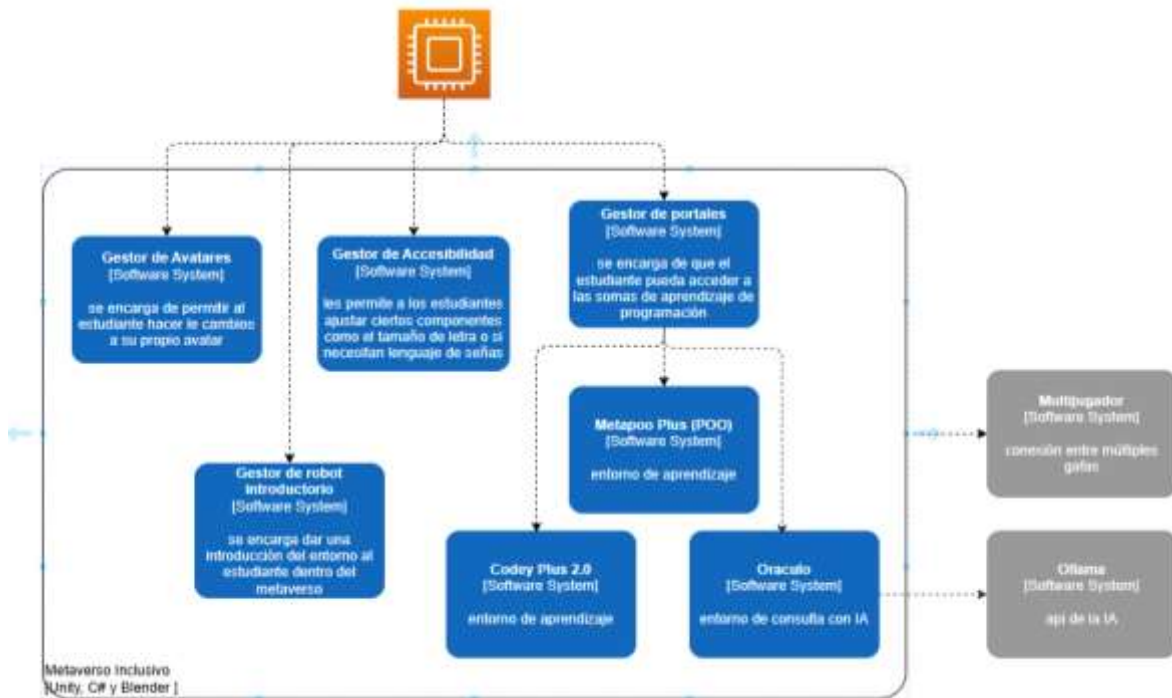
Nivel 2: Diagrama de Contenedores del sistema del Metaverso Inclusivo.



Nota: Elaboración Propia.

Figura 16

Nivel 3: Diagrama de Componentes del sistema del Metaverso inclusivo.



Nota: Elaboración Propia (2025)

5. Implementación

5.1 Herramientas Utilizadas

5.1.1 Entorno de Desarrollo: Unity

Unity es el motor gráfico utilizado para el desarrollo del metaverso inclusivo, usado para integrar entornos 3D y para la creación de escenas donde se fue trabajando todo el proyecto. Esta herramienta también permite la integración de funciones de accesibilidad y personalización, para así poder brindar a los usuarios una experiencia inmersiva e inclusiva.

Versión utilizada: Unity 2022.3.62f1.

Esta versión ofrece estabilidad, rendimiento y un buen soporte, ideal para este tipo de proyectos educativos y de investigación que puedan llegar a ser a largo plazo.

Características relevantes para el metaverso inclusivo:

- **Motor físico:** Se simula la gravedad y los movimientos naturales de las manos y objetos, lo que permite interacciones con objetos y escenarios.
- **Integración con UltimateXR:** Este framework ofrece un sistema modular para VR que incluye la detección de manos, de controladores, así como, agarre de objetos, interacción física y menús dentro del entorno virtual. Lo cual, permite desarrollar experiencias inclusivas.
- **Compatibilidad con Oculus Quest 2:** Unity y UltimateXR permiten compilar el proyecto directamente en las gafas Oculus Quest 2, sin depender de conexión Wi-Fi ni de servidores externos.
- **Menús de configuración accesibles:** Se desarrollaron interfaces dentro del entorno para ajustar opciones como el brillo, el volumen, y la activación o desactivación de los videos de lengua de señas.

Personalización de avatares: Unity, junto con UltimateXR, posibilita la integración de avatares predeterminados, representando diversidad y fomentando la inclusión.

- **Sistema multijugador local:** Se habilitó la sincronización de usuarios en un mismo entorno para experiencias colaborativas.

Figura 17

Logo de Unity



Nota: Representación visual del icono del motor de desarrollo Unity. Fuente: Tomado de Unity Technologies (s. f.).

5.1.2 Lenguaje de Programación:

El lenguaje **C#** se utilizó para programar la lógica del metaverso inclusivo dentro de Unity. Su estructura orientada a objetos y compatibilidad nativa con el motor permite desarrollar scripts personalizados que controlan tanto la interacción del usuario como la funcionalidad de los portales, la gestión de avatares y el sistema multijugador.

Características de C# en el metaverso inclusivo:

- **Orientado a objetos:** Facilita la creación de clases modulares para controlar avatares, menús, objetos y portales, manteniendo un código organizado y escalable.
- **Integración directa con Unity:** Permite gestionar eventos, colisiones, físicas, movimientos y animaciones dentro del entorno virtual, haciendo posible una interacción fluida y natural.
- **Scripts personalizados:** Se desarrollaron scripts específicos para:

- **Control de avatares:** Movimiento, rotación, animaciones y personalización visual.
- **Portales de transporte:** Cambio entre diferentes áreas o escenas del metaverso mediante detección de colisiones o activadores.
- **Gestión del multijugador:** Sincronización de los avatares y sus acciones entre los usuarios conectados.
- **Eventos y rendimiento:** La gestión de eventos en tiempo real permite mantener la respuesta inmediata del entorno sin necesidad de conexión constante a internet o bases de datos externas.

Figura 18

Ícono de C#



Nota. Representación visual del icono del lenguaje de programación C#. Fuente: Tomado de Microsoft (s. f.).

5.1.3 Herramientas de Modelado Gráfico: Blender y Unity Asset Store

Blender fue la herramienta utilizada para crear los escenarios 3D del metaverso inclusivo. En esta etapa se modelaron los entornos educativos, mobiliarios, objetos interactivos y elementos decorativos que fueron posteriormente integrados en Unity.

Características del modelado en Blender:

- Modelado optimizado para garantizar buen rendimiento en VR.

- Aplicación de materiales y texturas en formato **.PNG**, que ofrecen alta calidad visual y compatibilidad con los materiales de Unity.
- Exportación de los modelos en formato **.FBX**, asegurando una correcta importación de geometrías y texturas dentro de Unity.
- Diseño de entornos accesibles con buena iluminación, contrastes visuales adecuados y rutas amplias para la navegación en realidad virtual.

Unity Asset Store complementa el desarrollo con recursos adicionales como:

- Modelos 3D básicos y animaciones.
- Efectos visuales y herramientas de optimización.
- Paquetes gratuitos compatibles con la versión de Unity.

Figura 19

Ícono de Blender



Nota. Icono del software de modelado 3D Blender. Fuente: Tomado de Blender Foundation (s. f.).

5.2 Requisitos de Hardware

Gafas de Realidad Virtual

- Modelo compatible: Oculus Quest 2
- Características técnicas:

- Procesador: Qualcomm Snapdragon XR2
- Pantalla: Resolución de 1832 x 1920 píxeles por ojo
- Memoria RAM: 6 GB
- Almacenamiento interno: 128 GB o 256 GB
- Controladores Oculus Touch con detección de movimiento
- Seguimiento de movimiento en 6 grados de libertad (6DOF)

Aplicación al proyecto:

Las gafas permiten una experiencia inmersiva de realidad virtual completamente autónoma, sin necesidad de conexión Wi-Fi o de bases de datos en línea. Todo el contenido se ejecuta localmente, lo que garantiza la independencia del entorno y un rendimiento estable en entornos educativos o de demostración.

Figura 20

Gafas Oculus Quest 2 o Meta Quest 2



Nota: Gafas de realidad virtual Meta Quest 2. Fuente: Tomado de Meta Platforms, Inc. (s. f.).

Computadora de Desarrollo Recomendada

- **Procesador:** Intel Core i7 (10ª generación o superior) o AMD Ryzen 7 (3000 series Zen 2 o superior).
- **Memoria RAM:** 8 GB.
- **Tarjeta Gráfica:** NVIDIA GeForce RTX 3060/3070 o AMD Radeon RX 6700 XT/6800 XT.
- **Almacenamiento:** SSD de 512 GB o superior.
Sistema Operativo: Windows 10 o 11 (64 bits).
- **Periféricos:** Teclado, ratón y monitores de alta resolución para pruebas fuera del entorno VR.

6. Pruebas del software

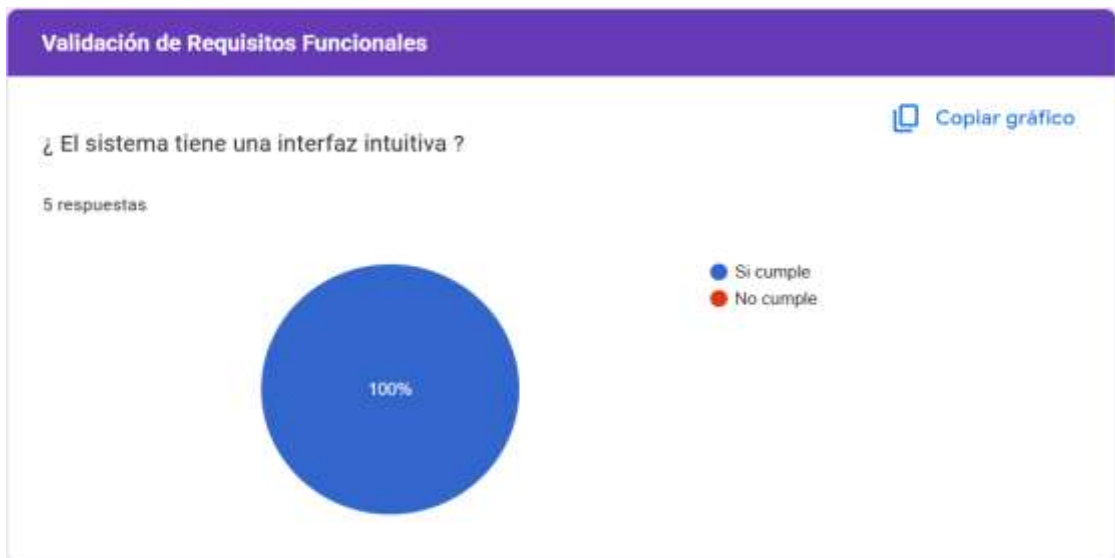
6.1 Inspección de software (Validación y Verificación)

Se realiza una validación de los requisitos funcionales y una verificación de los requisitos no funcionales con la participación de cinco estudiantes de la carrera de tecnología en Desarrollo de Software, quienes prueban el metaverso y completan el formulario de validación y verificación. Cada estudiante tiene la posibilidad de indicar si el sistema cumple o no cumple con los requisitos establecidos. En las siguientes gráficas se presentan los resultados obtenidos a partir de estas pruebas.

6.1.2 Validación de requisitos funcionales

Figura 21

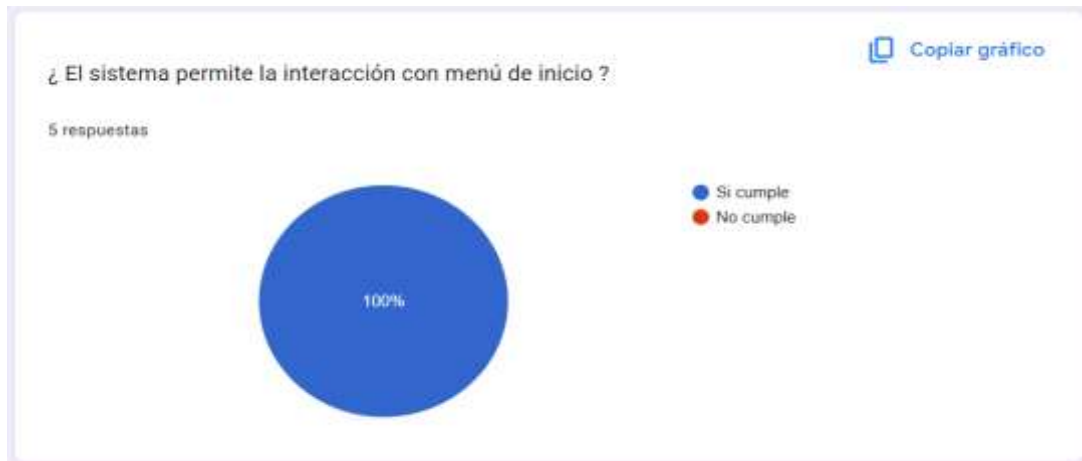
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 22

Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 23

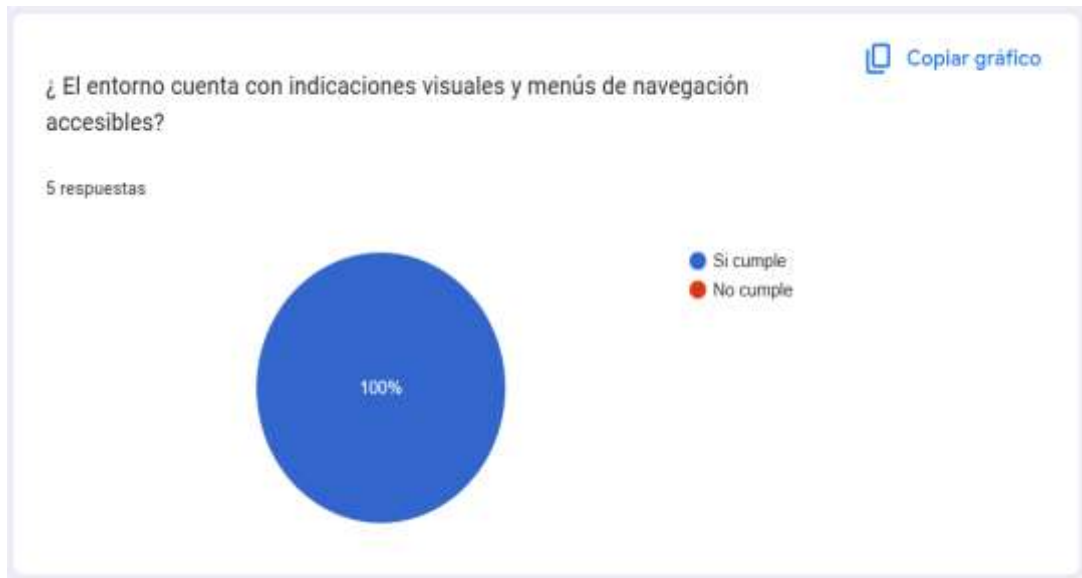
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 24

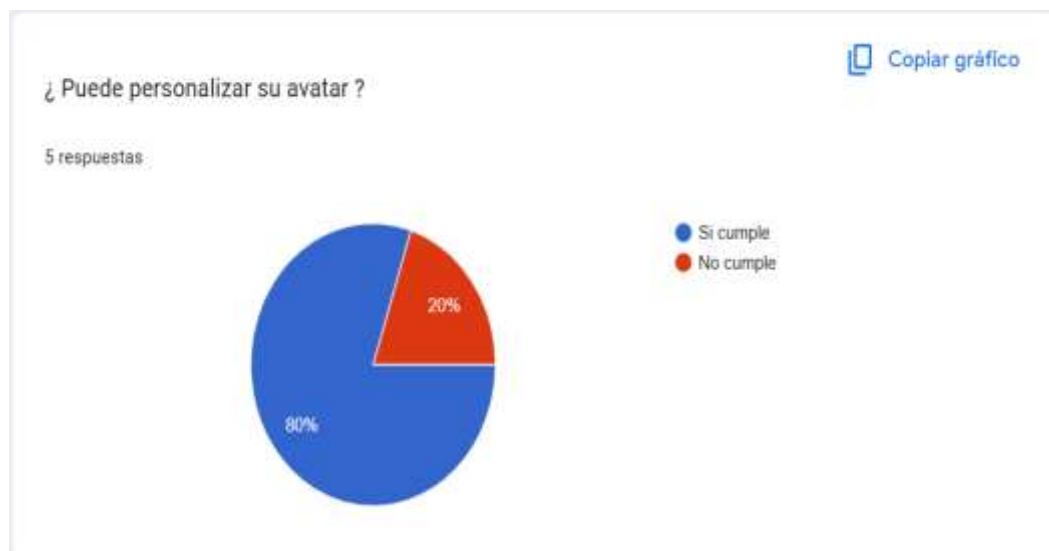
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 25

Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 26

Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 27

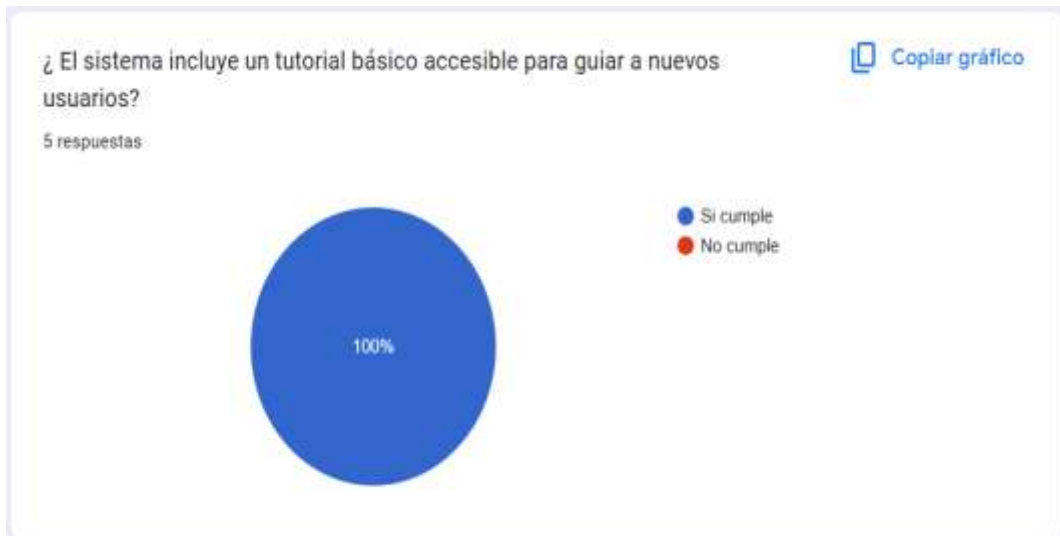
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 28

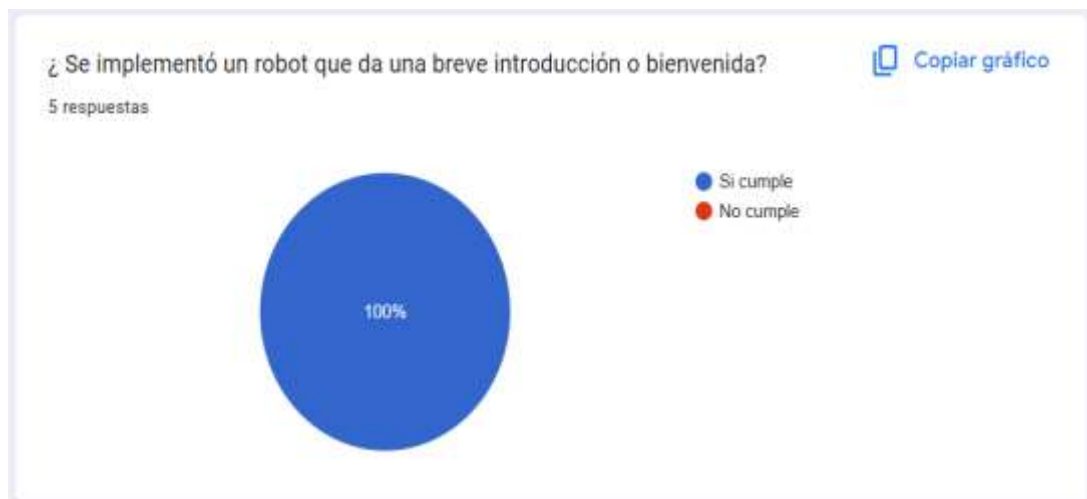
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 29

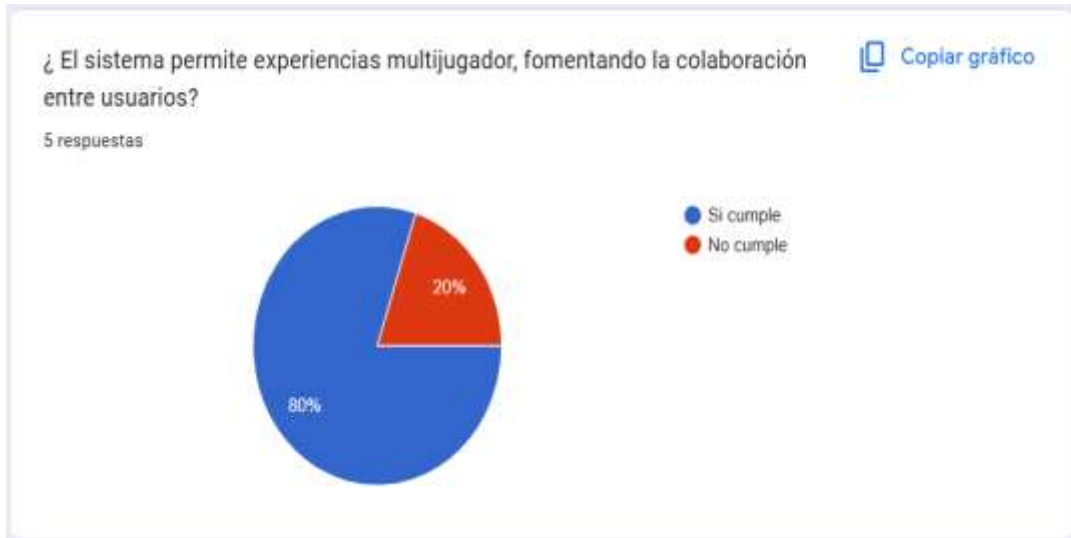
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia

Figura 30

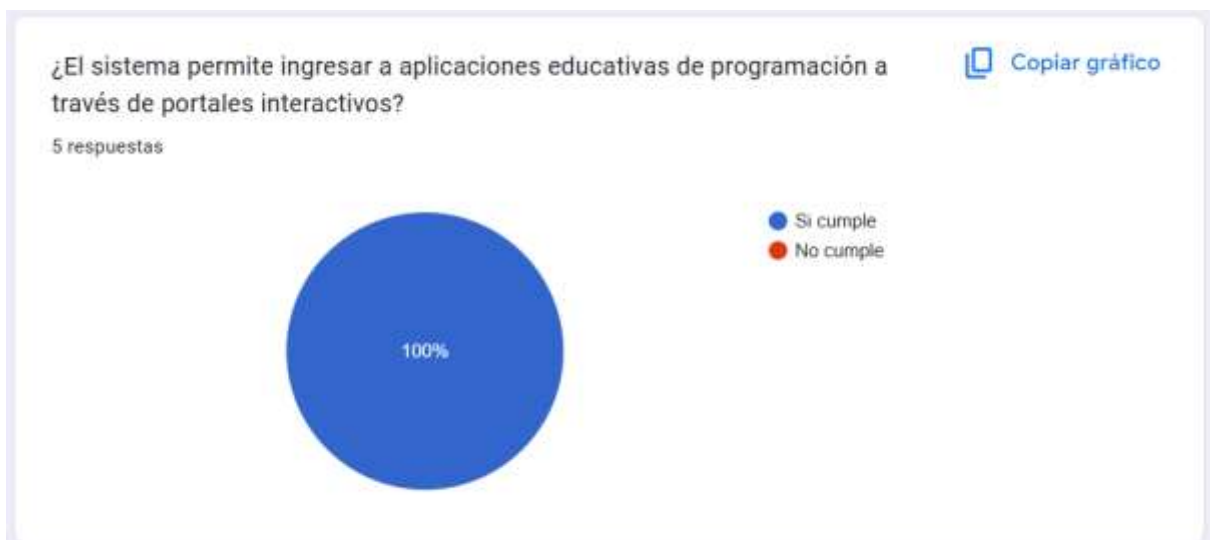
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 31

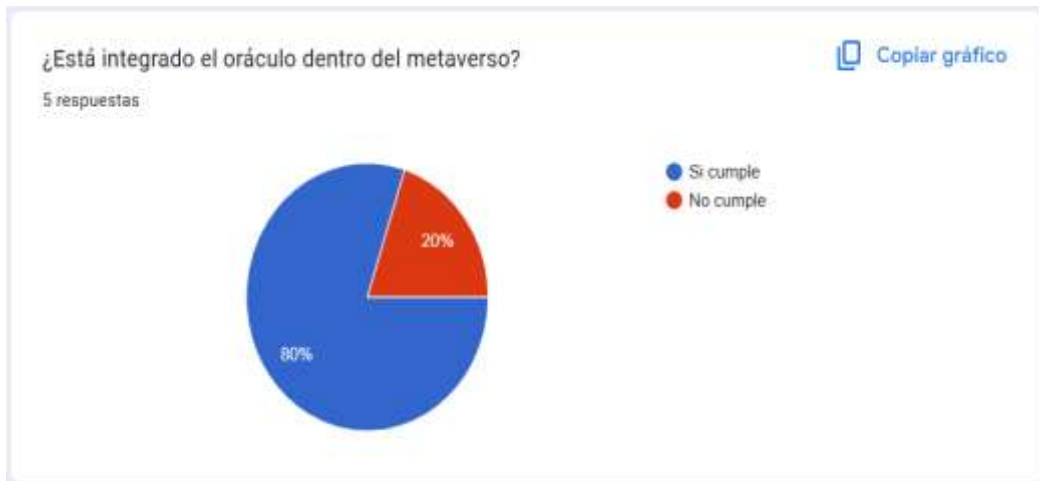
Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 32

Diagrama de torta sobre Validación de Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

6.1.2 Validación de requisitos no funcionales y restricciones

Figura 33

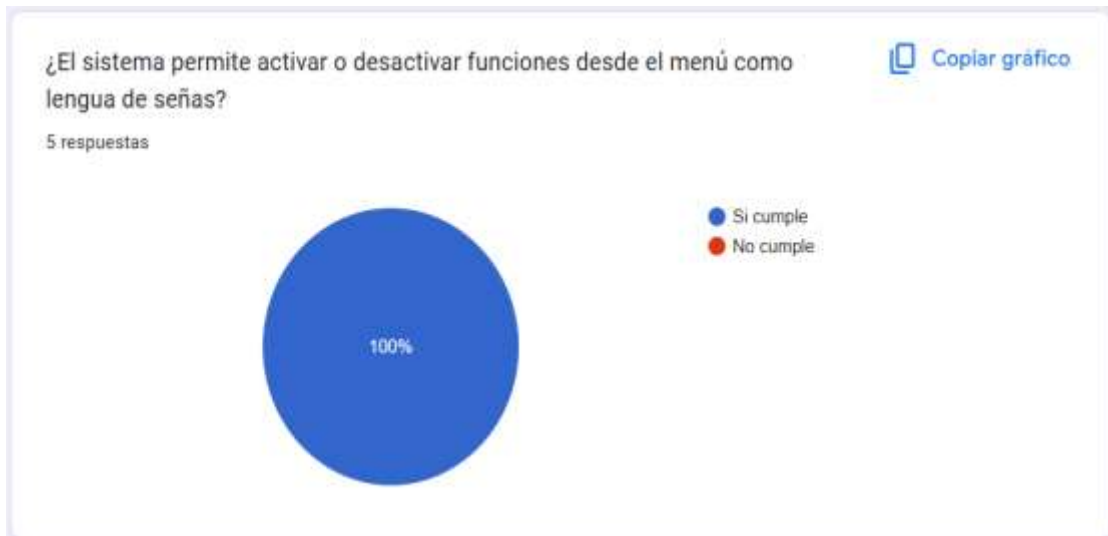
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 34

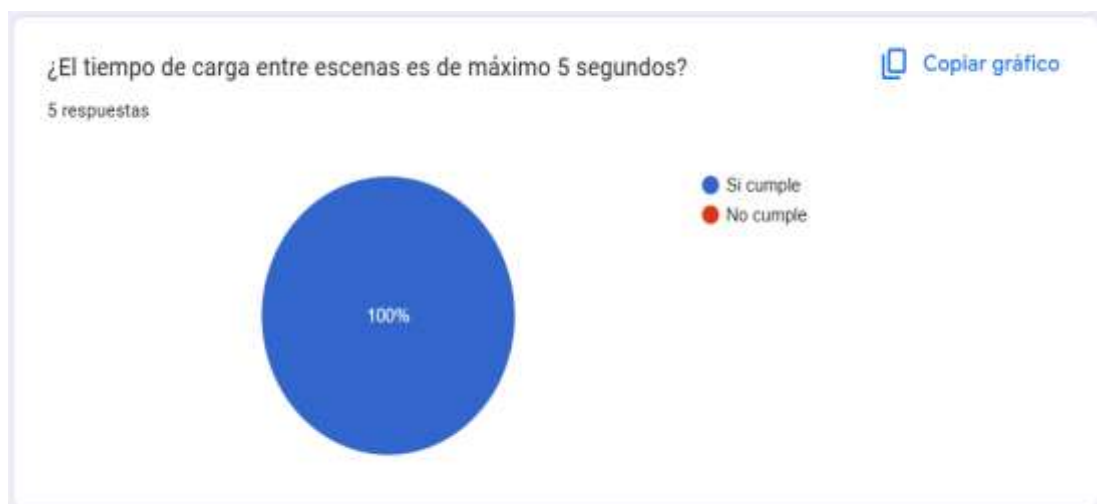
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 35

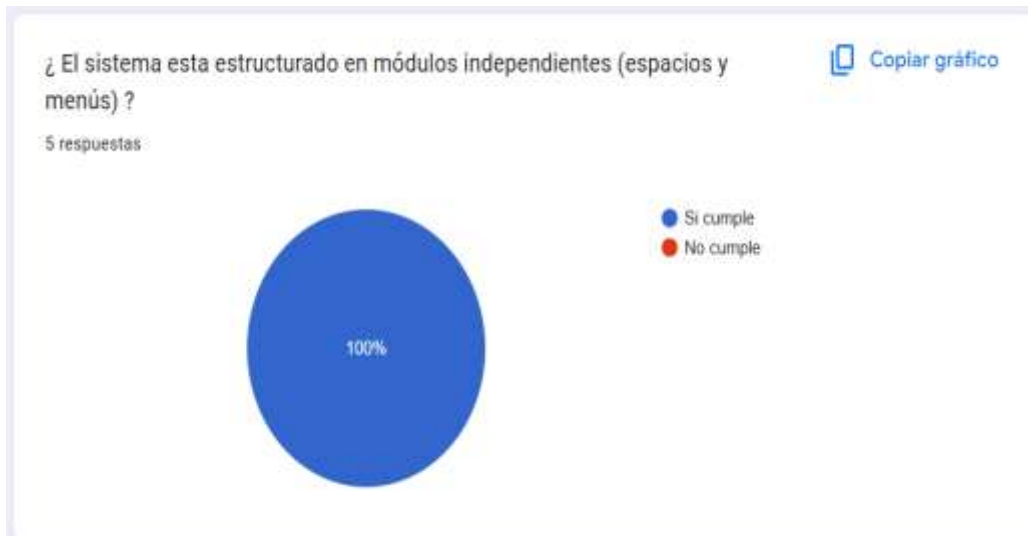
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 36

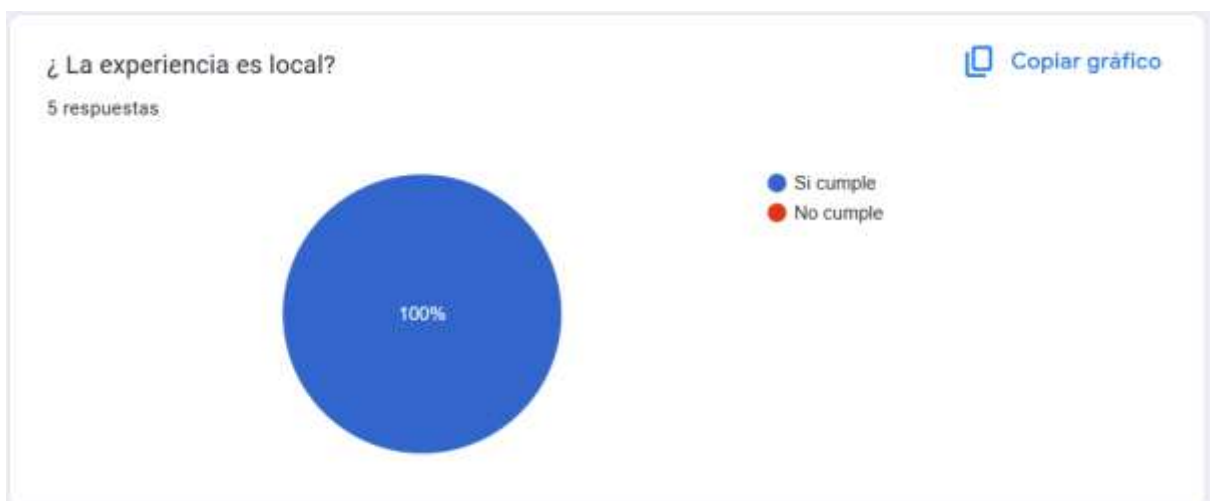
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 37

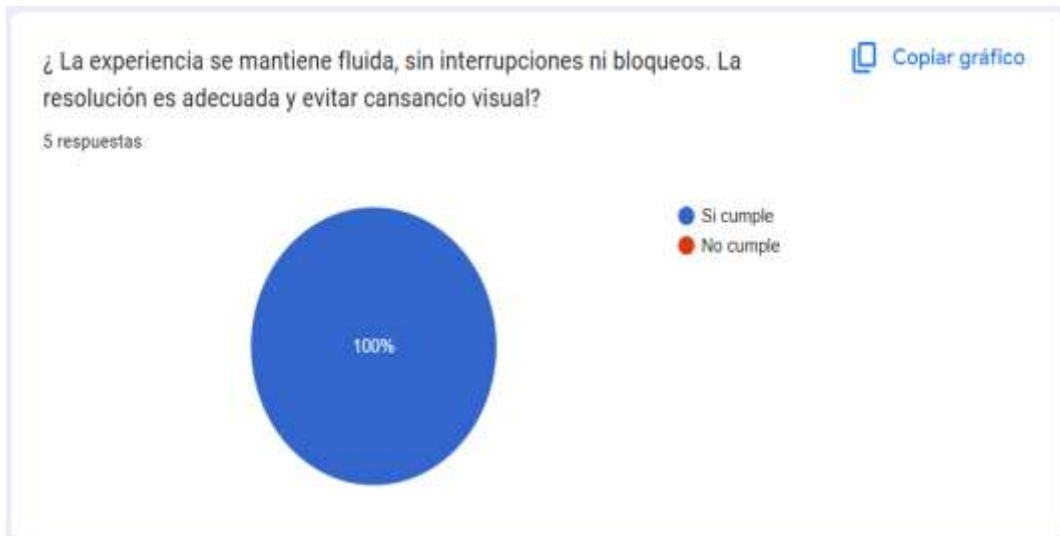
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 38

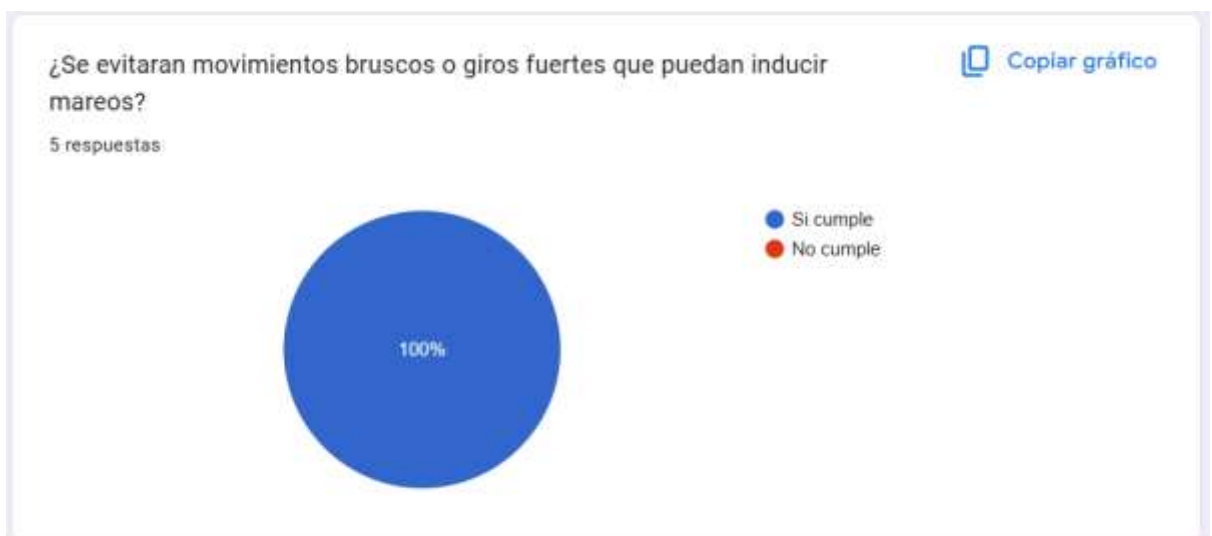
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 39

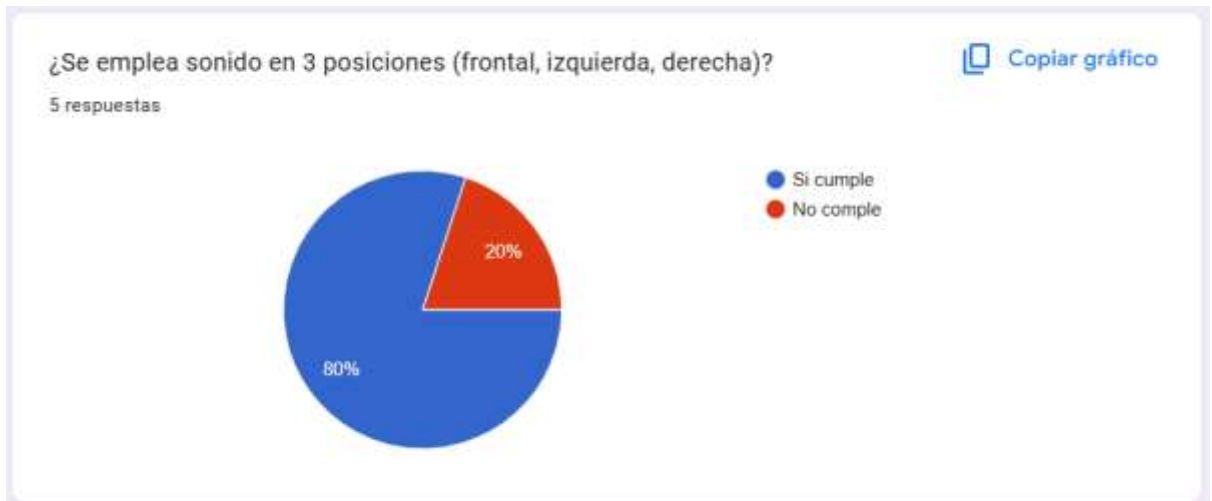
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 40

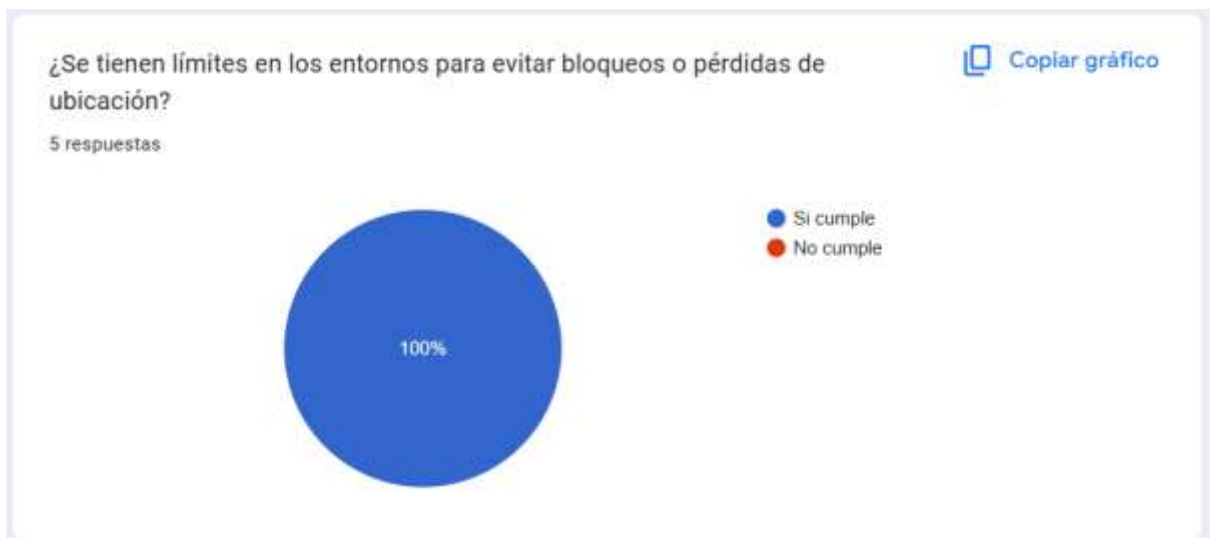
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 41

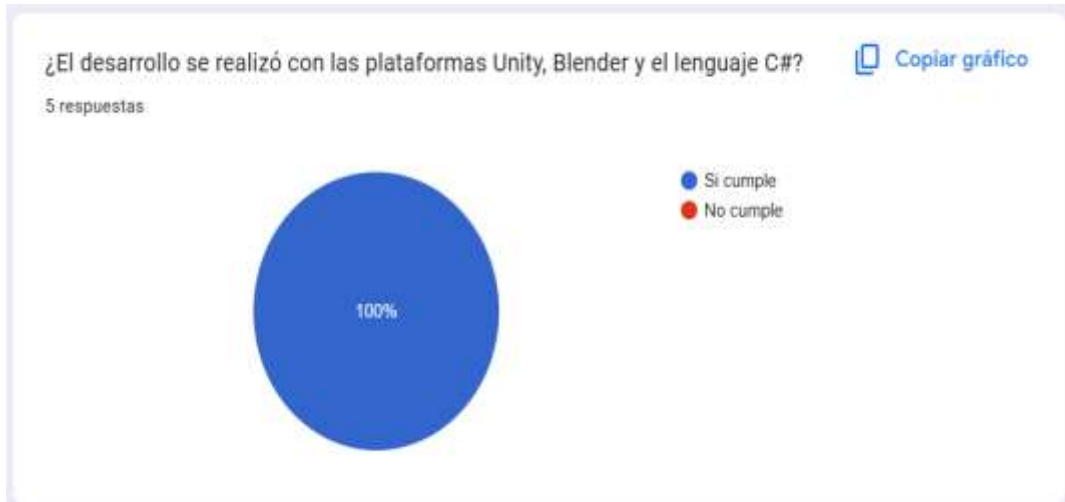
Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 42

Diagrama de torta sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 43

Observaciones Generale sobre la Verificación de Requisitos No Funcionales



Nota: Elaboración Propia (2025)

6.2 Pruebas de Usabilidad – Resultados

Las pruebas de usabilidad realizadas para el metaverso inclusivo consisten en evaluar cómo estudiantes interactúan con los diferentes componentes del sistema: navegación en VR, uso de portales, salas educativas, personalización de avatares, acceso al oráculo de IA y comprensión de los videos en lengua de señas.

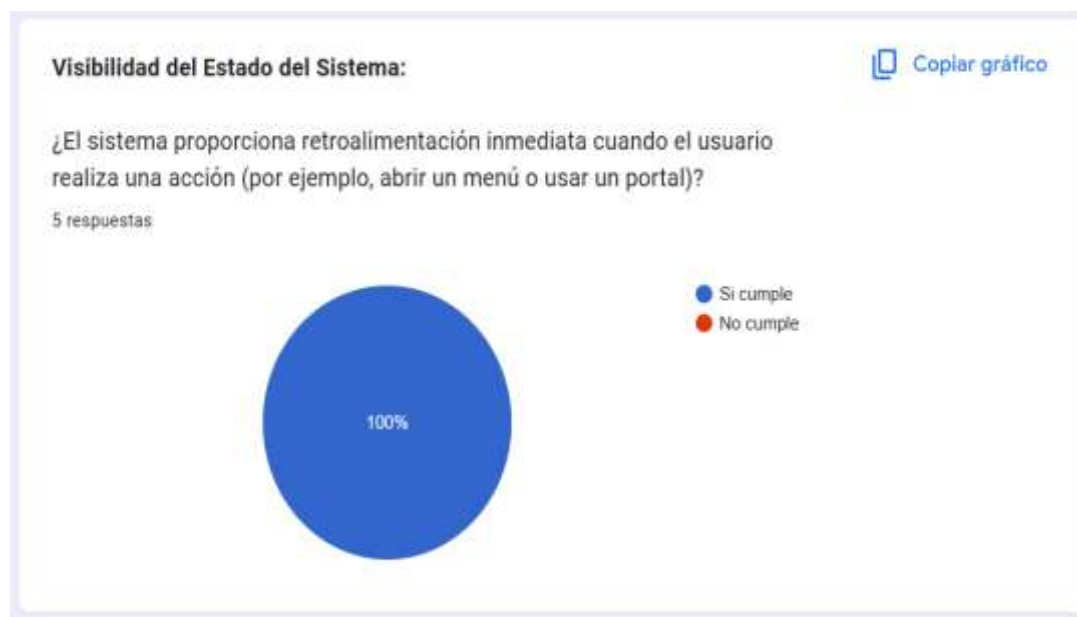
Estas pruebas permitieron identificar si la experiencia es intuitiva, accesible y cómoda dentro de los visores Meta Quest 2, verificando que los usuarios puedan desplazarse, interactuar con botones y comprender las funciones sin dificultad. Además, se analizan aspectos como claridad de los menús, facilidad de uso de las configuraciones, tiempos de respuesta y accesibilidad visual.

6.2.2 Evaluación Heurística

Visibilidad del Estado del Sistema

Figura 44

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Lenguaje de los Usuarios

Figura 45

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Control y Libertad para el Usuario

Figura 46

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística

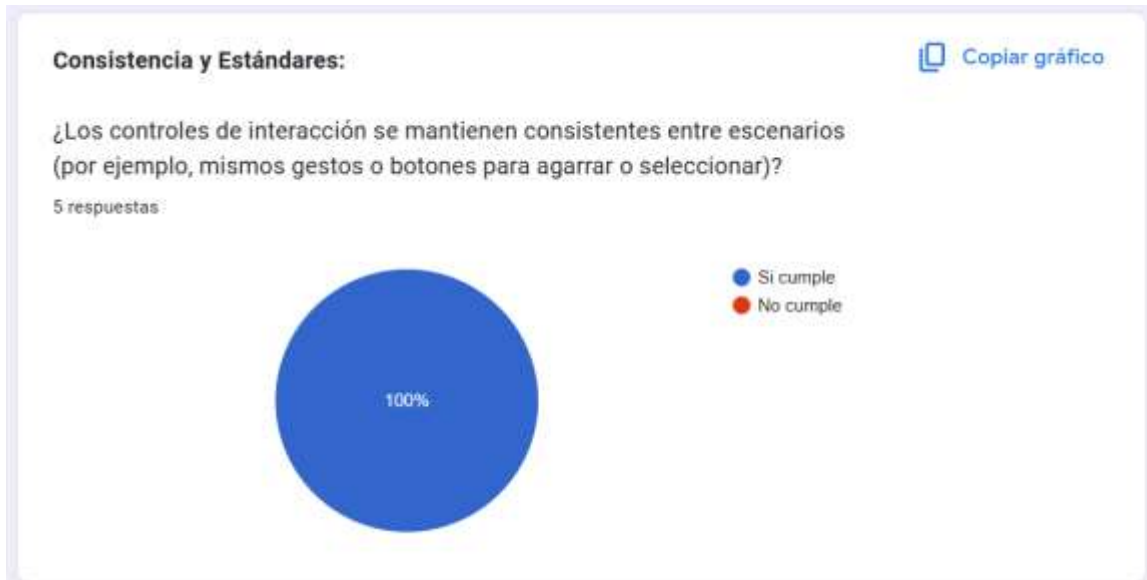


Nota: Elaboración Propia (2025)

Consistencia y Estándares

Figura 47

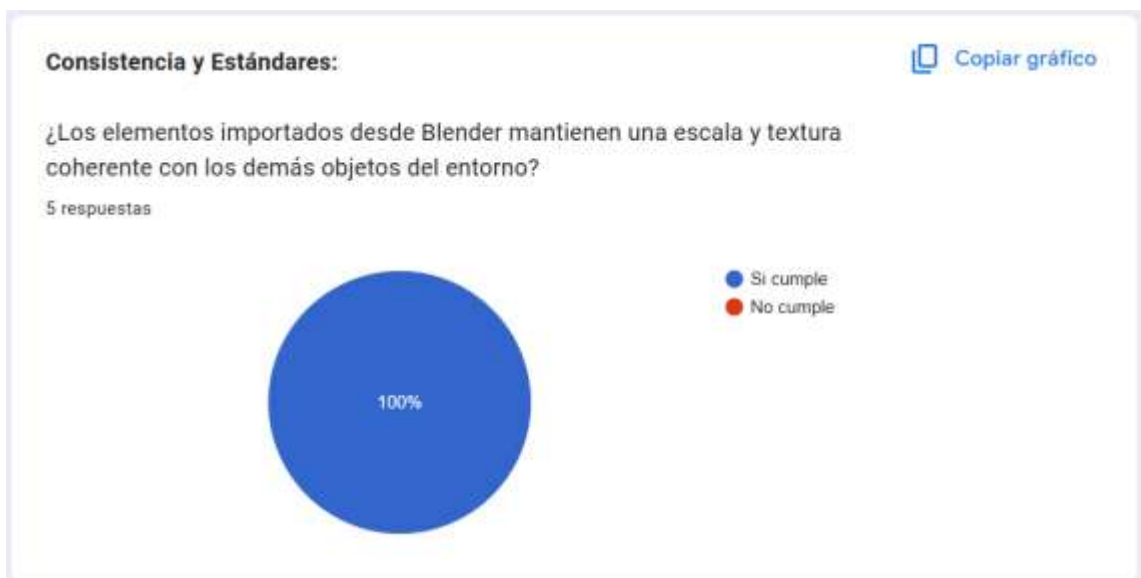
Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 48

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Ayuda a los Usuarios para Reconocimiento, Diagnóstico y Recuperación de errores

Figura 49

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística

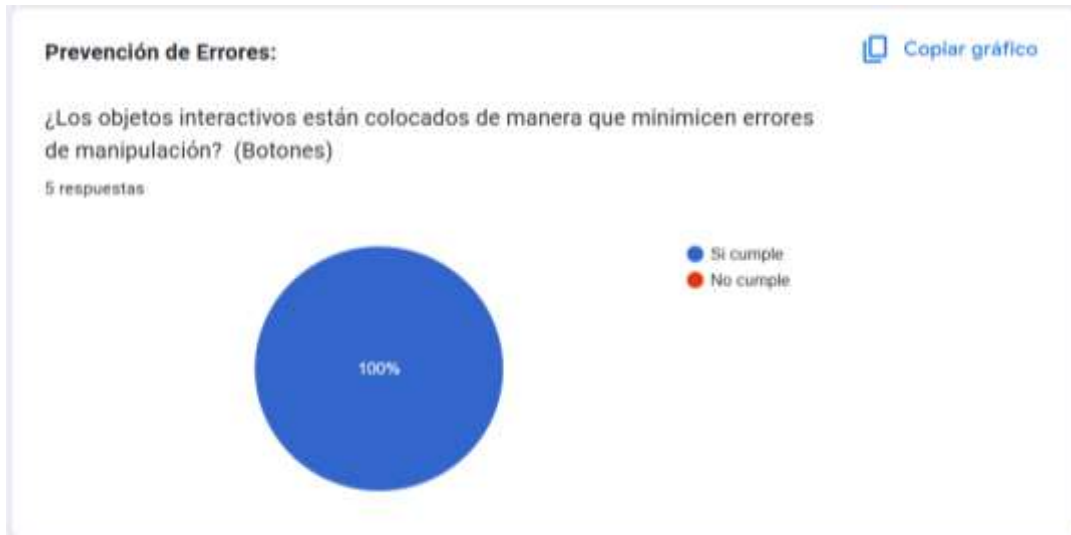


Nota: Elaboración Propia (2025)

Prevención de Errores

Figura 50

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia

Reconocimiento antes que Cancelación

Figura 51

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Flexibilidad y eficiencia de uso

Figura 52

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística

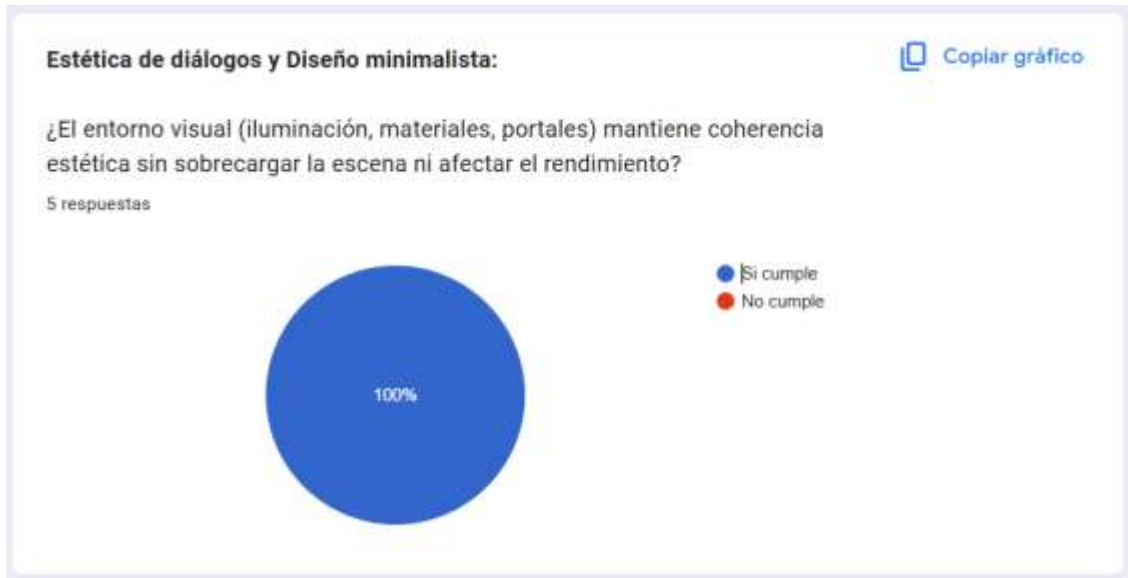


Nota: Elaboración Propia (2025)

Estética de diálogos y Diseño minimalista

Figura 53

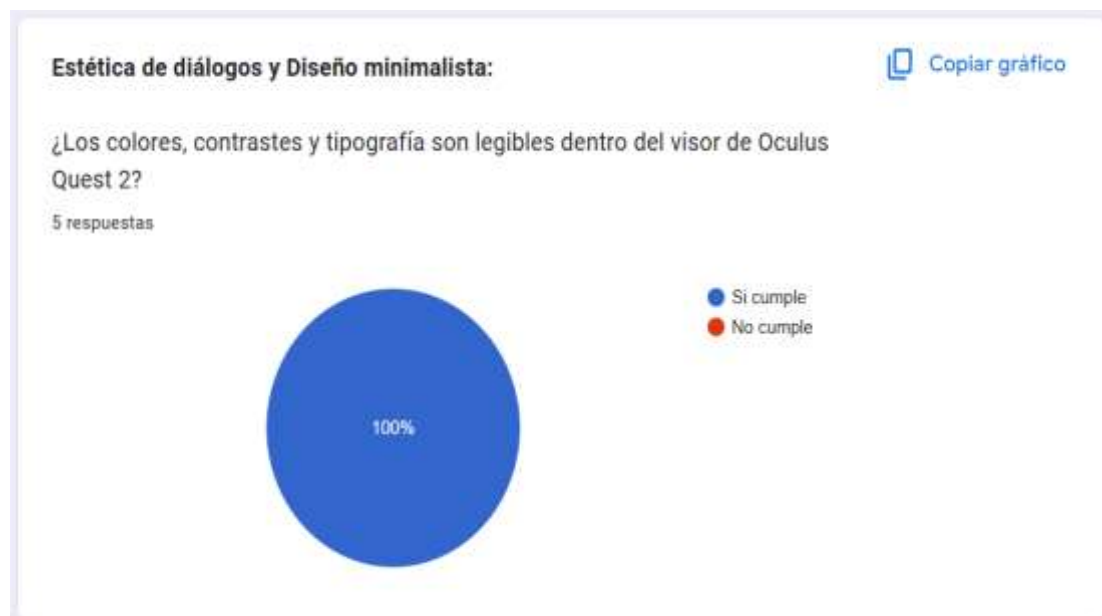
Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 54

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Ayuda General y Documentación

Figura 55

Diagrama de torta sobre la Evaluación Heurística



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 56

Observaciones Generales de la evaluación Heurística

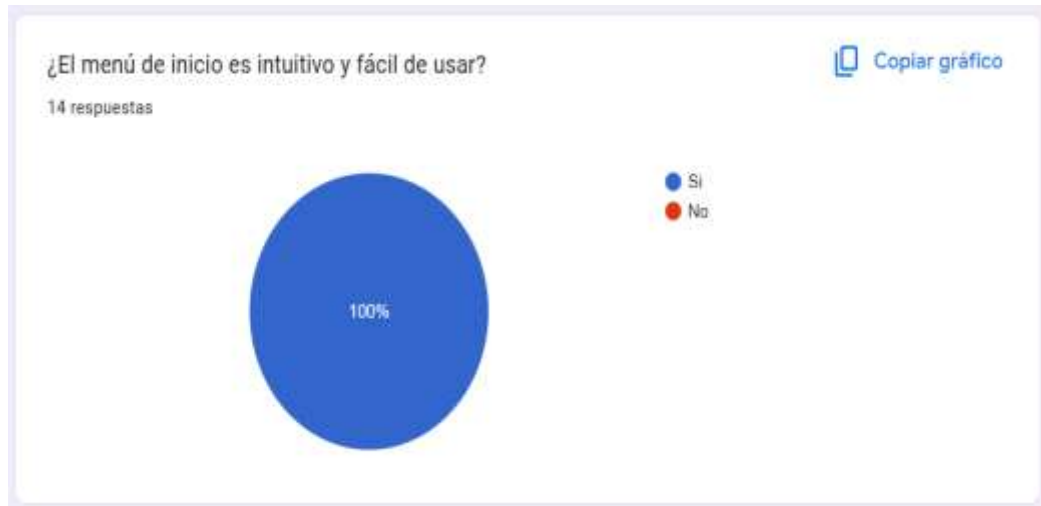


Nota: Elaboración Propia (2025)

6.2.3 Encuesta de Usabilidad

Figura 57

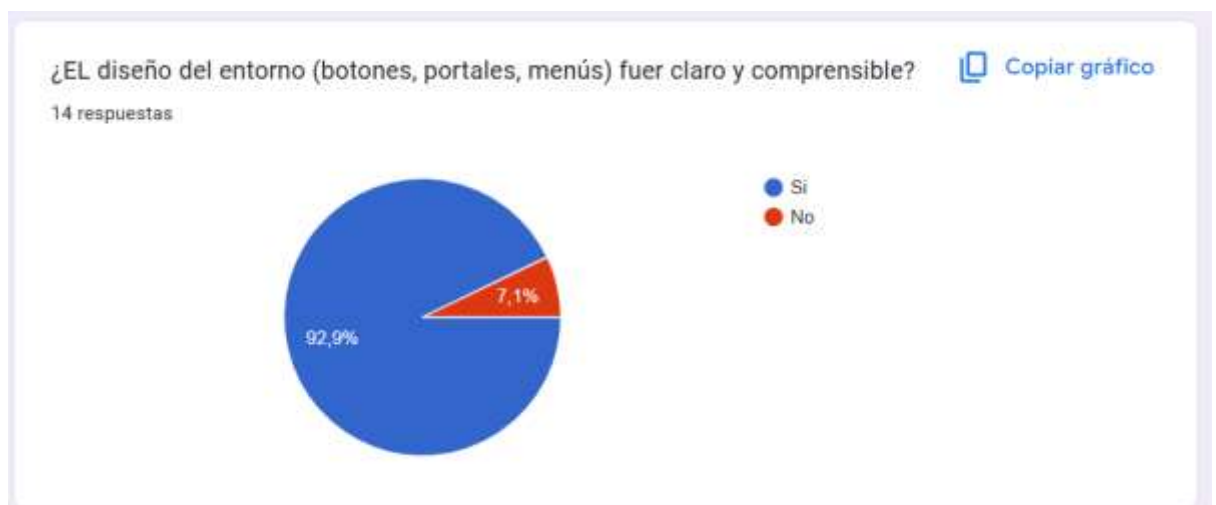
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 58

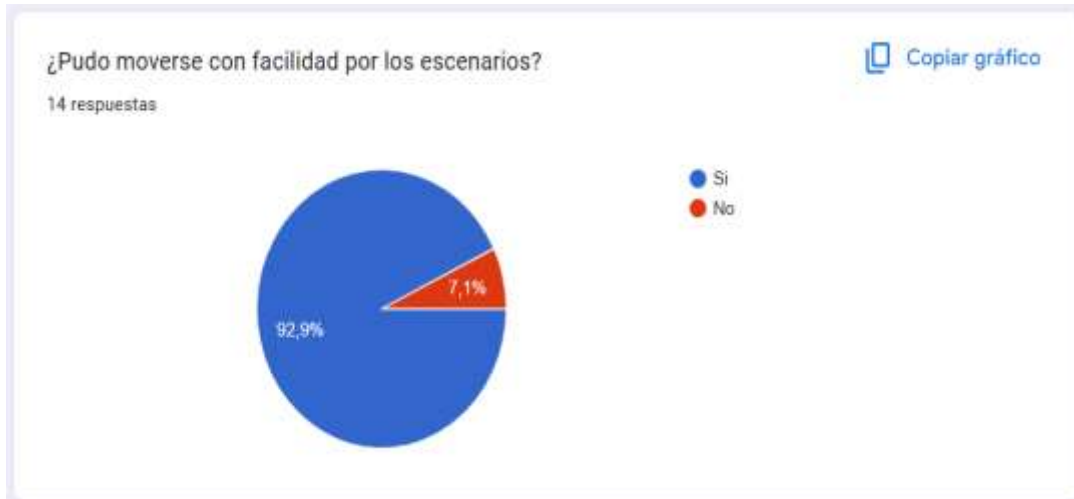
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 59

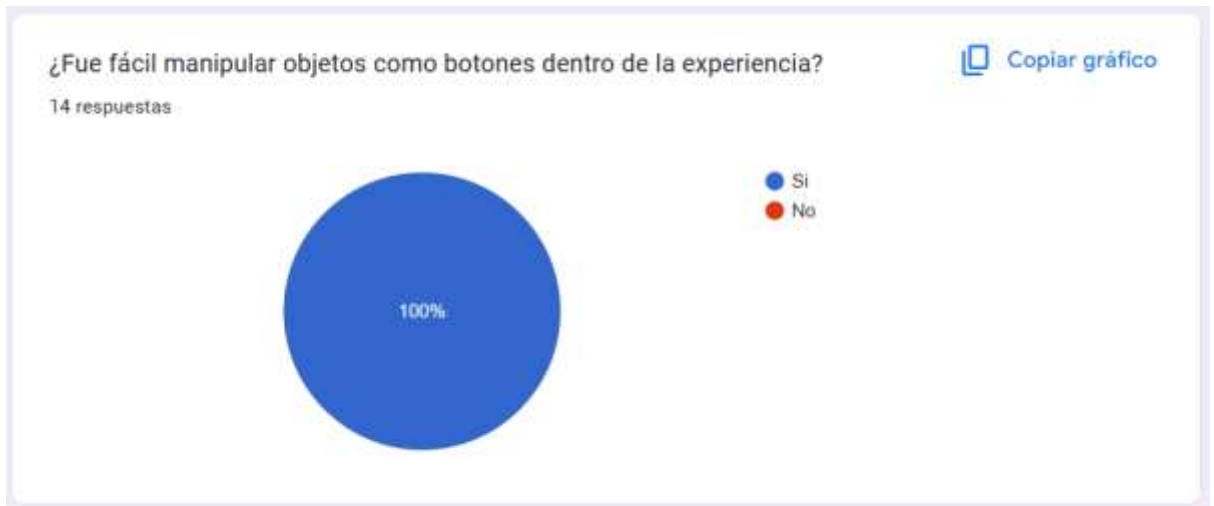
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 60

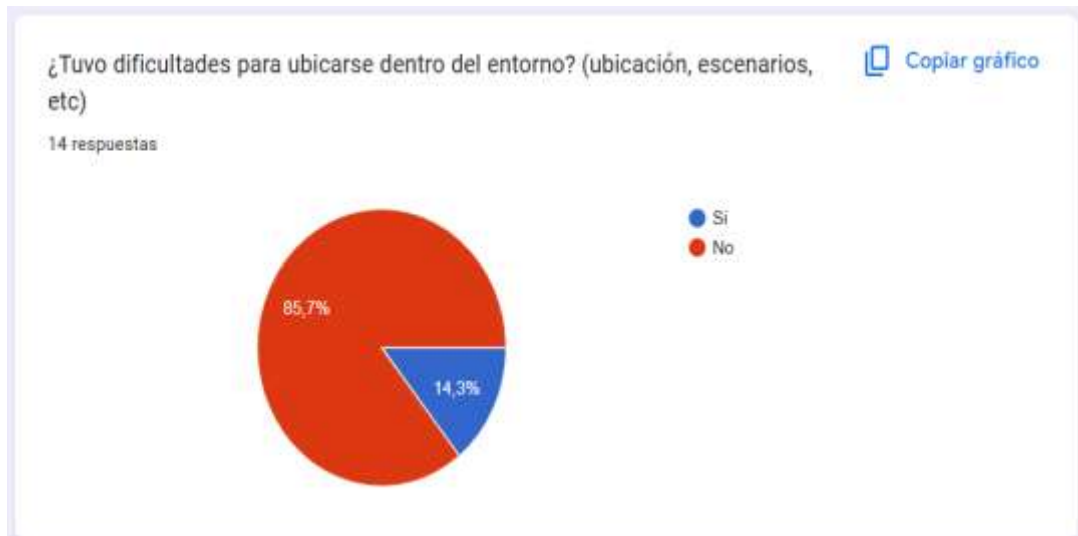
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 61

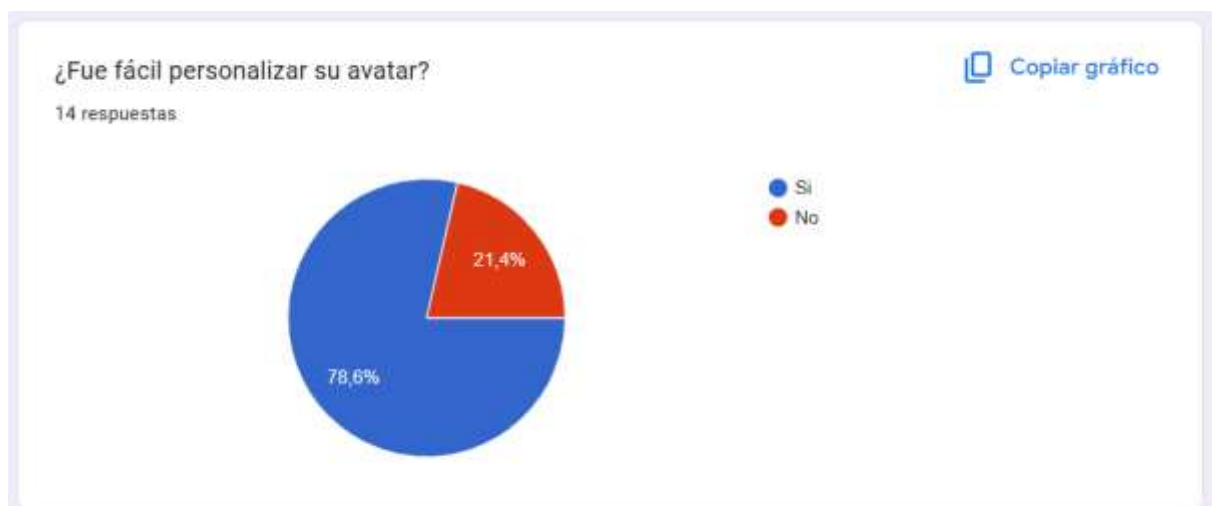
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 62

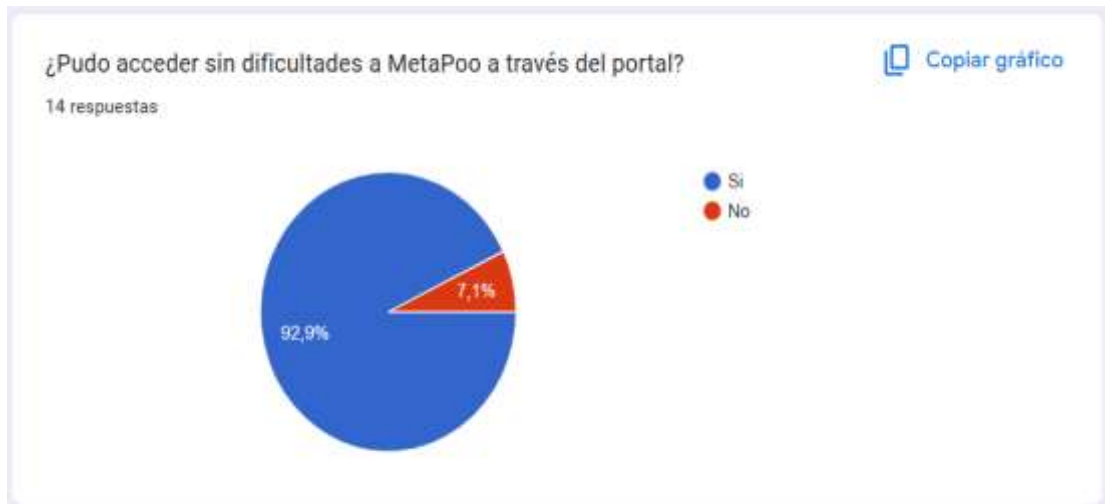
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 63

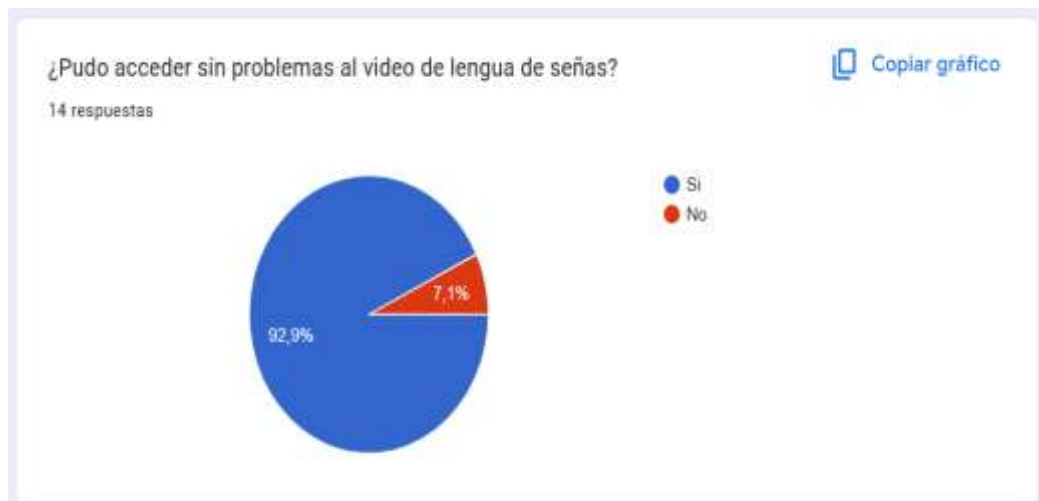
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 64

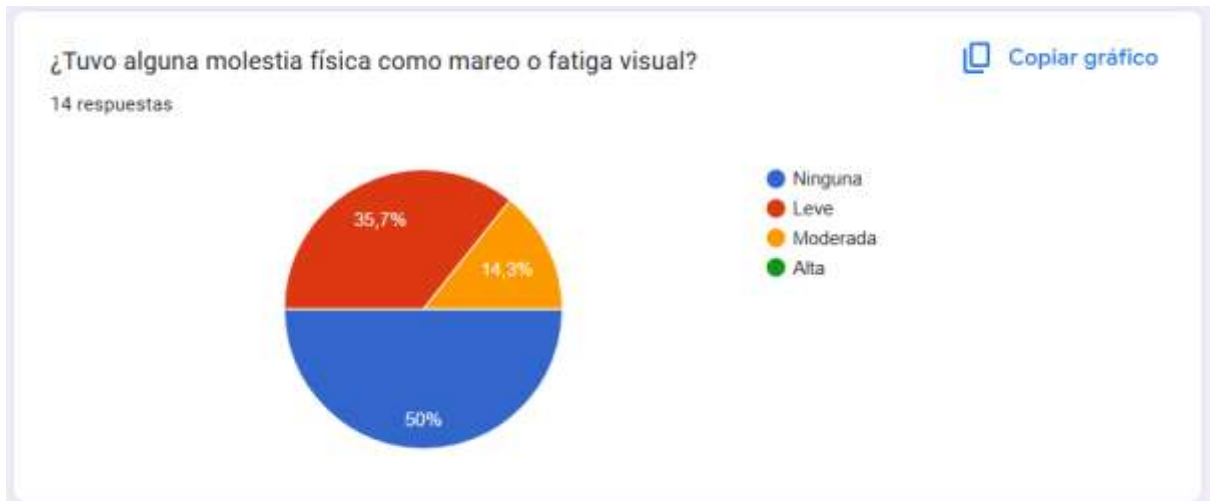
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 65

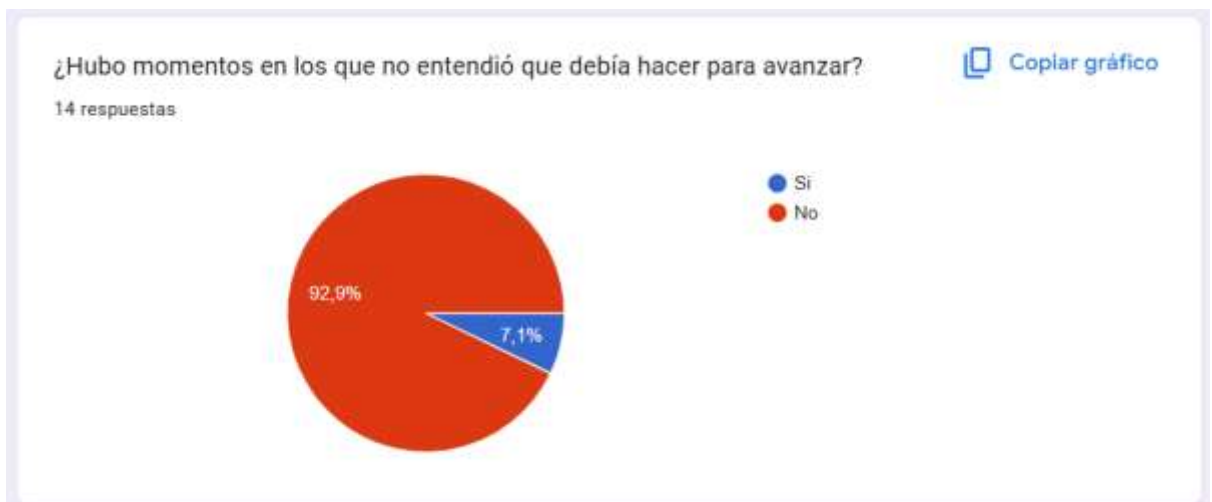
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 66

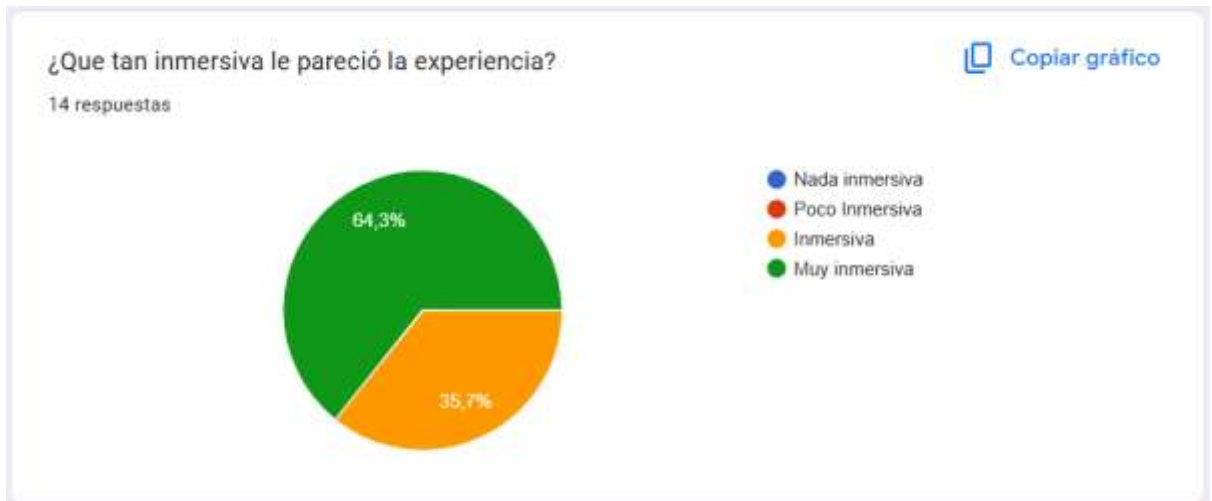
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 67

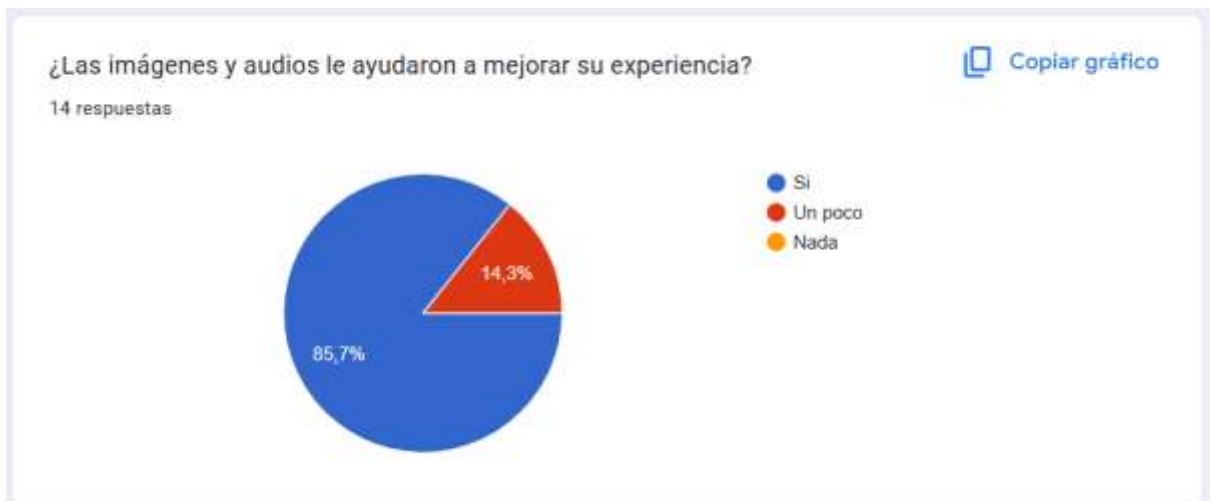
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 68

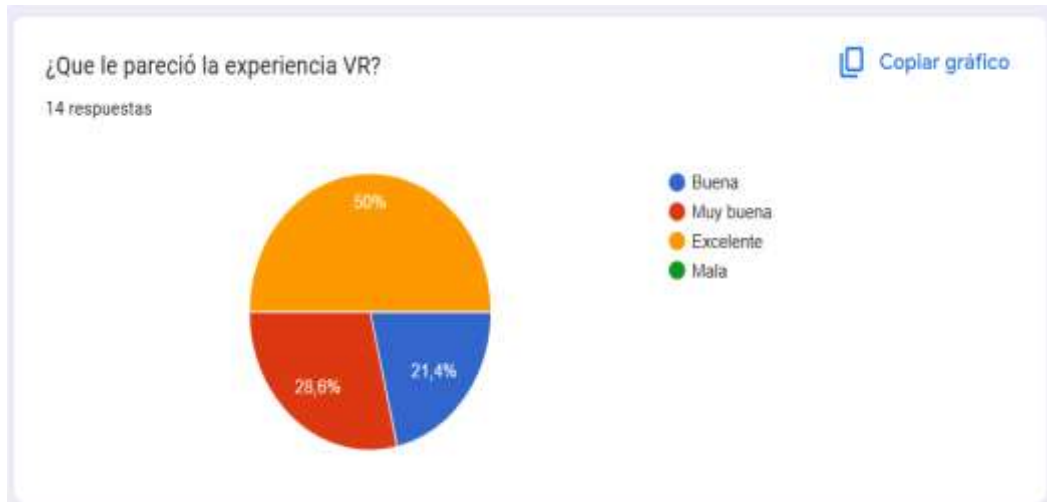
Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 69

Diagrama de torta sobre la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 70

Diagrama de satisfacción de la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 71*Observaciones de la Encuesta de Usabilidad*

¿Que aspectos le resultaron mas confusos o dificiles?

13 respuestas

- Ninguno
- De pronto un poco los botones
- Ubicarme en el entorno
- El lograr seleccionar los objetos con el puntero
- el menú con el dedo
- ninguno
- al inicio manejar el control, pero después de un momento fue fácil
- El mínimos escenario
- El video ya que a veces se desenfocaba

Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 72*Observaciones de la Encuesta de Usabilidad*

¿Cambiaría algo en la interfaz, los escenarios, portales o navegación?

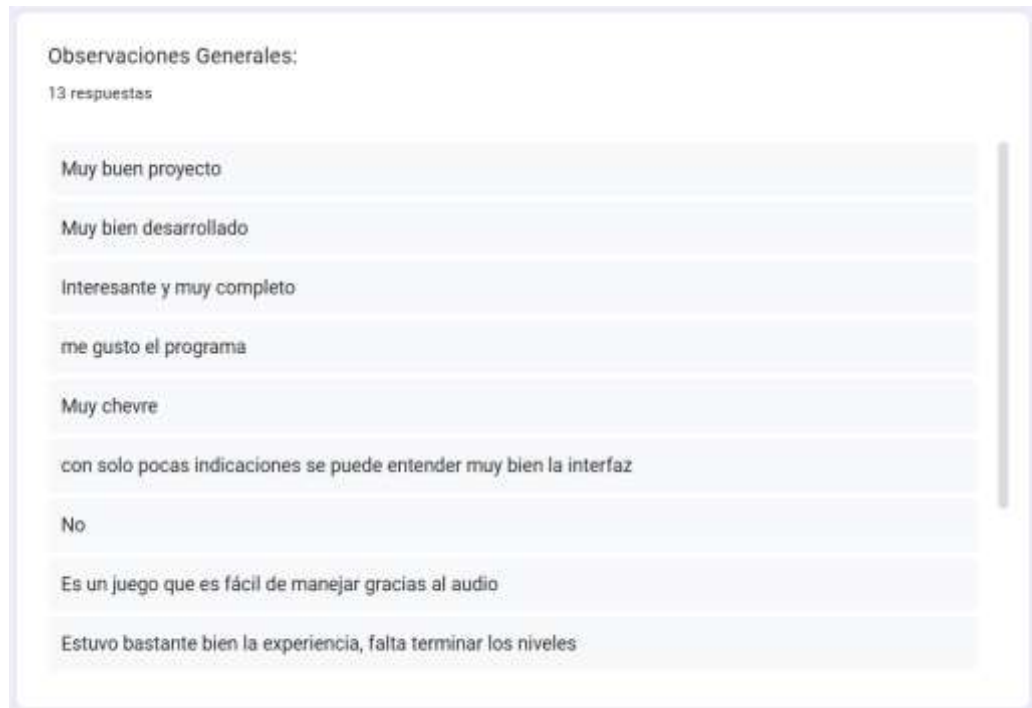
14 respuestas

- No
- No, me pareció muy interactivo e interesante
- No, esta muy lindo y creativo
- nada
- Nah
- La movilidad de el avatar es un poco tosca
- Señalar un poco o hacer un poco más notable el lugar de bajada
- no todo me pareció muy bonito :)
- Está perfecto

Nota: Elaboración Propia (2025)

Figura 73

Observaciones de la Encuesta de Usabilidad



Nota: Elaboración Propia (2025)

Análisis:

Las pruebas de usabilidad se realizaron con estudiantes de primer y segundo semestre del programa de Tecnología en Desarrollo de Software, quienes representan el público objetivo inicial del metaverso inclusivo. Estos estudiantes tienen conocimientos básicos o introductorios en programación, lo que permitió evaluar de manera realista cómo interactúan con las funciones del sistema sin experiencia previa en entornos VR.

Los resultados muestran que los estudiantes lograron adaptarse rápidamente al uso del visor Meta Quest 2 y a las mecánicas principales del sistema. La mayoría de los estudiantes manifestaron que la aplicación es intuitiva, visualmente clara. Además, expresaron que el proyecto era innovador y que cuenta con un entorno inmersivo que

integra accesibilidad para estudiantes sordos y oyentes. De la misma manera, se identificaron oportunidades de mejorar temas como la velocidad de carga o fluidez en ciertas escenas, así como también la necesidad de mayor retroalimentación visual.

6.3 Modificaciones realizadas

Se realizaron varias mejoras visuales para que el entorno se vea más fluido y más agradable. Entre estos cambios realizados se incluyeron ajustes en la iluminación y la renderización de los escenarios, lo que hace que la experiencia dentro del metaverso sea más inmersiva y más fluida.

Además, se integraron nuevas indicaciones y señalizaciones como flechas y títulos distribuidos a lo largo de los escenarios. El propósito de estas guías es brindar el apoyo constante al estudiante, evitando que se sienta desubicado y facilitando su desplazamiento en el entorno.

Conclusiones y Recomendaciones

Tras realizar las pruebas con estudiantes de primero y segundo semestre del programa de Tecnología en Desarrollo de Software, se confirmó que el Metaverso Inclusivo cumple adecuadamente con los propósitos planteados para su desarrollo. El sistema resultó cómodo de usar, presentando una navegación intuitiva. Las funciones de accesibilidad también demostraron ser adecuadas y útiles, así como el sistema de lengua de señas y los apoyos visuales distribuidos en los distintos espacios del metaverso.

A futuro, es importante mantener el entorno virtual actualizado, principalmente para asegurar su compatibilidad con futuras versiones del sistema de las gafas de realidad virtual. También se recomienda ampliar o mejorar funciones incorporando nuevas experiencias interactivas que aprovechen aún más las posibilidades dentro del metaverso ya construido, así como reforzar la integración de aplicaciones que apoyen el aprendizaje.

En conclusión el Metaverso logra integrar adecuadamente las aplicaciones educativas de realidad virtual como MetaPoo y Codey, que complementan el aprendizaje con actividades prácticas y guiadas. Y el oráculo, una inteligencia artificial adecuada para responder preguntas de programación orientada a objetos, además de menús accesibles y personalización de avatares.

Referencias

- Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S. (2020). *Gamificación Vol. II*.
https://alinin.org/wp-content/uploads/2020/09/gamificacion_vol_ii_11_33.pdf
- Blender Foundation. (s. f.). *Blender manual* #. [Imagen]
<https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
- IDEO. (s. f.). *Design thinking* [Pensamiento de diseño]. <https://designthinking.ideo.com/>
- Meta Platforms, Inc. (s. f.). *Meta Quest 2*. [Imagen]
<https://www.meta.com/es/quest/products/quest-2>
- Microsoft. (s. f.). *C#*. [Imagen] <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse [Metaverso]. *Encyclopedia*, 2(1), 486–497.
<https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- Organización Mundial de la Salud. (2025, 26 de febrero). *Sordera y pérdida de la audición*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda [Una revisión sistemática de aplicaciones de realidad virtual inmersiva para la educación superior: elementos de diseño, lecciones aprendidas y agenda de investigación]. *Computers & Education*, 147, 103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Unity Asset Store. (s. f.). *Unity Asset Store*. #. [Imagen] <https://assetstore.unity.com/>
- Unity Technologies. (s. f.). *Logo de Unity*. #. [Imagen] <https://unity.com/es/legal/trademarks>

Anexo A - Manual de Instalación

Manual de Instalación

Metaverso Inclusivo

Laura Valentina Cubillos Buitrago

Heidy Vanessa Hernandez Garzon

Tabla de Contenidos

Introducción.....	89
Objetivo de este Manual:	89
Nombre del software: Metaverso Inclusivo	89
Versión: 1.0	89
Fecha de publicación: No publicada	89
Desarrolladoras:	89
Requerimientos Mínimos del Sistema:.....	89
Compatibilidad.....	90
1. Primeros Pasos con las Gafas.....	90
1.1 Encender las gafas Meta Quest 2/ Oculus quest 2	90
1.2. Colocar las gafas correctamente	90
1.3. Activar el modo Passthrough (visión del entorno real)	90
1.4. Definir el límite.....	91
1.5. Confirmar la altura del suelo	92
1.6. Guardar y confirmar el límite.....	92
1.7. Funcionamiento del límite durante el uso del Metaverso	92
1.8. Reconfigurar el límite.....	93
2. Conexión a Wi-Fi.....	93
2.1. Calidad de señal.....	93
2.2. Estabilidad	94
3. Instalación	94
3.1 Preparación previa a la instalación	94
3.2 Instalación del APK en las Meta Quest 2	94
4. Desinstalación del Software:	97
5. Problemas de Instalación	97
6. Empezar a utilizar el Software	98
7. Información de Soporte	98

Introducción

Objetivo de este Manual:

Este manual tiene como finalidad guiar al usuario en el proceso de instalación, configuración y uso del Metaverso Inclusivo, una aplicación de realidad virtual desarrollada para funcionar en gafas Meta Quest 2. Aquí encontrará las indicaciones necesarias para transferir el archivo APK al visor, habilitar las opciones requeridas, ejecutar la aplicación desde orígenes desconocidos y comprender su funcionamiento básico dentro del entorno virtual.

Nombre del software: Metaverso Inclusivo

Versión: 1.0

Fecha de publicación: No publicada

Desarrolladoras:

- Laura Valentina Cubillos Buitrago
- Heidi Vannesa Hernandez Garzon

Requerimientos Mínimos del Sistema:

Procesador del visor	Qualcomm Snapdragon XR2
Memoria del visor	6 GB de RAM
Espacio libre requerido	5 GB de almacenamiento

Sistema operativo	Android (VR – Meta Quest OS)
Gráficos	Qualcomm Snapdragon XR2
Software previo requerido	Ninguno
Conectividad	Acceso a internet opcional (solo para funciones multijugador)

Compatibilidad

Compatible con:

- Meta Quest 2
- Dispositivos con soporte para OpenXR que permiten instalación mediante APK

1. Primeros Pasos con las Gafas

1.1 Encender las gafas Meta Quest 2/ Oculus quest 2

- Mantén presionado el botón de encendido durante unos segundos.
- Espera a que cargue el entorno inicial.

1.2. Colocar las gafas correctamente

- Ajusta la correa para que el visor quede firme pero cómodo.
- Asegúrate de ver con claridad.

1.3. Activar el modo Passthrough (visión del entorno real)

Cuando las gafas detectan que no hay un límite configurado:

- Se activa automáticamente la visión del entorno real.
- Si no aparece, presiona el botón **Oculus/Menú** para abrir el menú rápido y activar "Vista del entorno".

1.4. Definir el límite

En las gafas Meta Quest 2, el sistema ofrece:

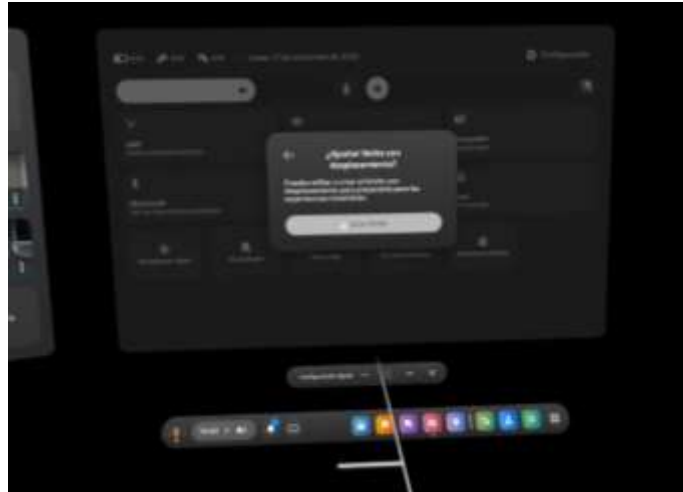
Definir Automáticamente

- Las gafas detectan el entorno usando Passthrough.
- El límite se ajusta sólo alrededor del usuario.

Definir Manualmente

Esta es la opción donde puede dibujar el área manualmente, dependiendo el espacio que desee:

1. Mantén presionado el botón lateral.
2. Camina alrededor del espacio real.
3. Dibuja el contorno en el suelo mediante el controlador.
4. Asegúrate de evitar paredes, mesas u objetos.



1.5. Confirmar la altura del suelo

El sistema pedirá:

- Apuntar al suelo con el controlador.
- Presionar botón lateral para confirmar la altura correcta.

1.6. Guardar y confirmar el límite

Una vez dibujado o generado automáticamente:

- Se mostrará el área delimitada.
- Selecciona **Confirmar** para guardar el límite.

1.7. Funcionamiento del límite durante el uso del Metaverso

Mientras el usuario interactúa en el metaverso:

- Si se acerca demasiado a los bordes, aparecerá la **mallá azul**.
- Si intenta salir del límite, se activa automáticamente **Passthrough** (vision del entorno real a blanco y negro) para evitar accidentes.

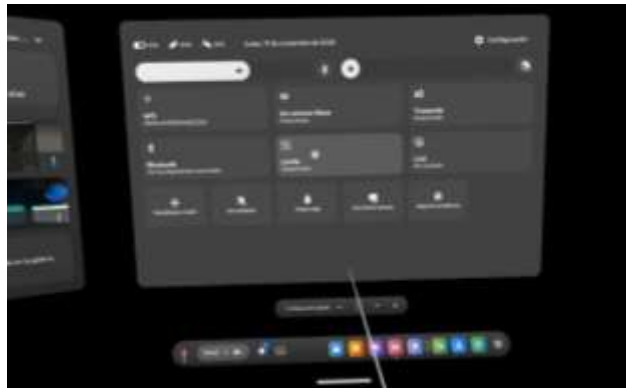
1.8. Reconfigurar el límite

Si se cambia de habitación o se mueve algún mueble:

- Presiona el botón **Oculus**.
- Ve a **Configuración** → **Redefinir límites**.
- Repite el proceso (automático o manual).

2. Conexión a Wi-Fi

- Conecte las Meta Quest 2 a una red Wi-Fi estable desde: Configuración → Wi-Fi → Seleccionar red.



- Evite redes públicas, ya que pueden generar desconexiones o fallos.

2.1. Calidad de señal

- Mantener el visor a menos de 10 metros del router.
- Evitar paredes gruesas y otros dispositivos consumiendo ancho de banda.

2.2. Estabilidad

- Si hay fallos, reinicie el router y el visor.
- El multijugador se desconecta automáticamente si la red se pierde.

- El oráculo de IA no funciona sin Internet.

3. Instalación

3.1 Preparación previa a la instalación

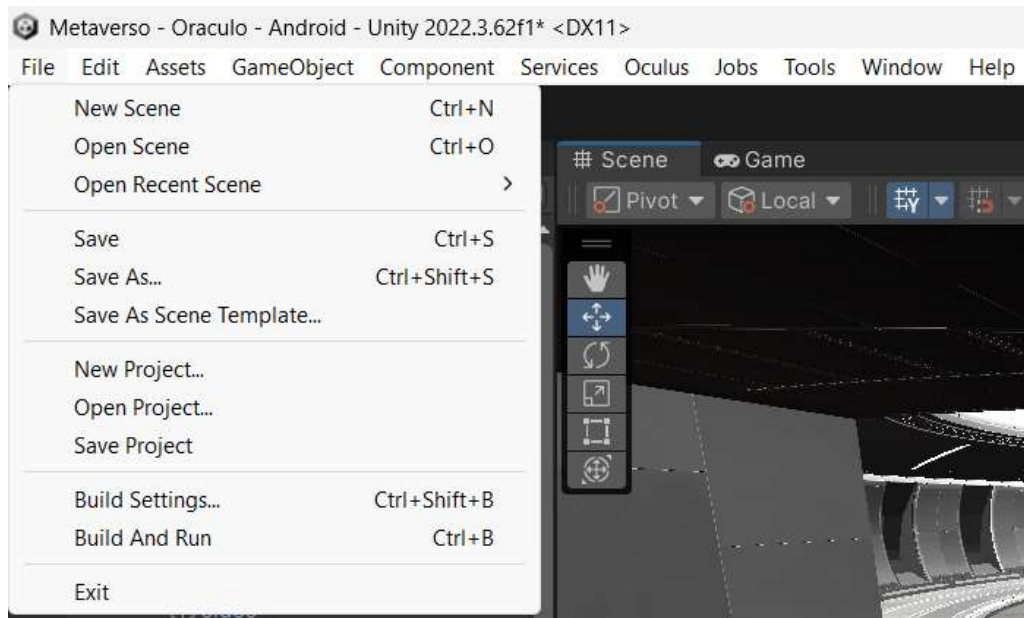
- Asegúrese de contar con unas Meta Quest 2 y un computador de escritorio o portátil con puerto Tipo C.
- Confirme que las gafas están cargadas y que el cable permite transferencia de datos.
- Al conectar el visor al computador, acepte en las gafas la opción "Permitir" para habilitar la transferencia de archivos.

3.2 Instalación del APK en las Meta Quest 2

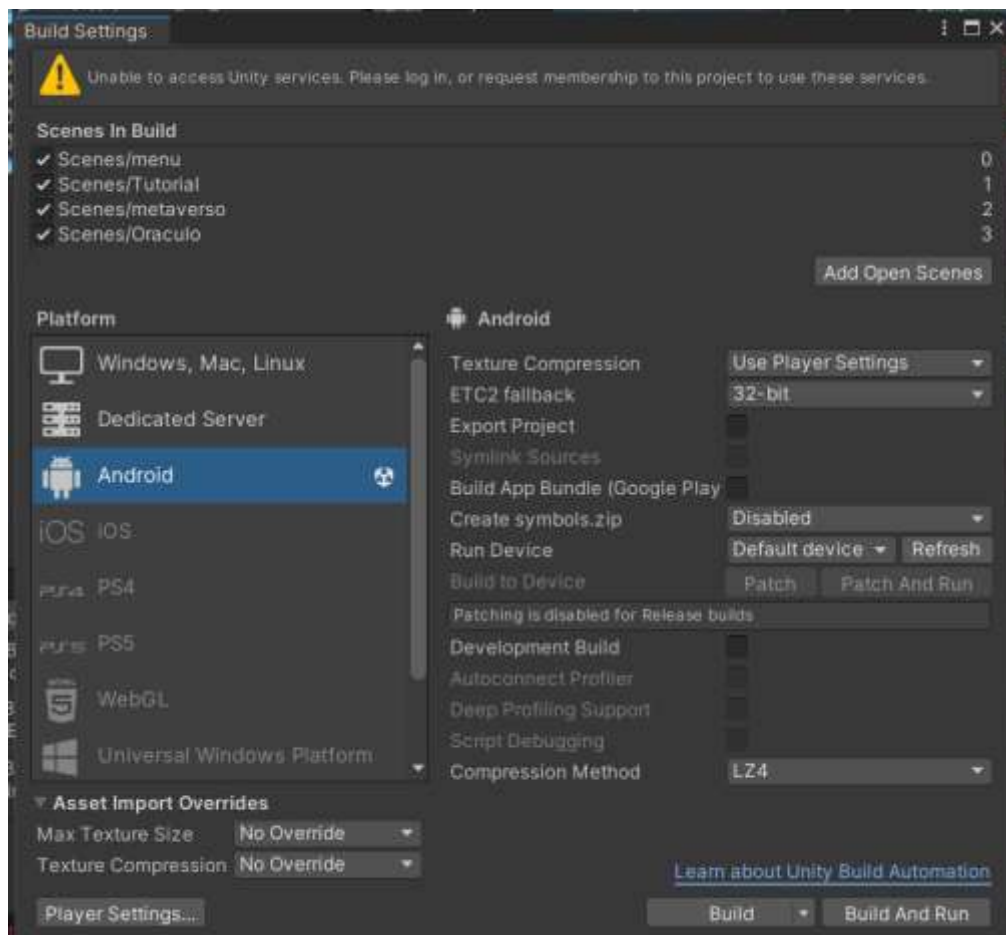
Transferir el archivo .APK al visor - Compilación del apk en las gafas:

1. En las Meta Quest 2, aceptar la notificación que solicita **permitir el acceso al dispositivo** para que el computador pueda ver sus carpetas.

2. En Unity, ir a **File** y luego a **Build Settings**.



3. Seleccionar la plataforma **Android** y presionar **Build and Run**.



- Elegir la carpeta **APK** (creada previamente en el computador) como destino.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> Assembly-CSharp.csproj Assets ProjectSettings Library Temp UserSettings Logs apk 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> 14/11/2025 9:32 p. m. 14/11/2025 9:43 p. m. 14/11/2025 9:43 p. m. 14/11/2025 9:33 p. m. 14/11/2025 9:33 p. m. 14/11/2025 9:31 p. m. 14/11/2025 9:31 p. m. 14/11/2025 2:33 p. m. 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> VisualStudio.Launc... Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos Carpeta de archivos 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> 122 KB

- Guardar el archivo con el nombre **Metaverso.apk** y esperar a que Unity finalice la compilación.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> metaversoPrueba.apk Metaverso_BurstDebugInformation_DoN... <ul style="list-style-type: none"> metaverso1.apk metaverso.apk 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> 14/11/2025 2:33 p. m. 14/11/2025 10:40 a. m. 13/11/2025 8:02 p. m. 13/11/2025 6:08 p. m. 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> Archivo APK Carpeta de archivos Archivo APK Archivo APK 	<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> 1.963.386 ... 1.953.158 ... 565.579 KB

- Esperar a que la transferencia finalice correctamente.

4. Desinstalación del Software:

- Encienda las Meta Quest 2 y colóquese las gafas.
- Desde el menú principal, seleccione la opción "Aplicaciones".
- Desplácese hacia abajo hasta encontrar la sección "Orígenes desconocidos".
- Busque la aplicación Metaverso en esa sección.

5. Toque los tres puntos que aparecen frente al nombre de la aplicación.
6. En el menú que se despliega, seleccione "Desinstalar".
7. Confirme la desinstalación si el sistema lo solicita.
8. Verifique que la aplicación haya sido eliminada regresando a "Orígenes desconocidos".

5. Problemas de Instalación

El dispositivo Meta Quest 2 no se conecta al computador

- Asegúrese de que el cable esté correctamente conectado.
- En las gafas, confirme la notificación de "Permitir", para conceder permiso de acceder al dispositivo.
- Si no aparece, cambie de puerto USB o reemplácelo temporalmente.
- Si persiste, reinicie tanto la computadora como las gafas Meta Quest 2 e intente nuevamente.

6. Empezar a utilizar el Software

En las gafas, diríjase al menú "*Aplicaciones*".

1. Entre a la categoría "**Orígenes desconocidos**".
2. Busque la aplicación *Metaverso Inclusivo*.
3. Seleccione la aplicación para iniciar la experiencia.

7. Información de Soporte

Si necesita asistencia técnica, puede contactar al equipo encargado del proyecto:

7.1. Correos de soporte técnico:

- *laura.cubillosb@uniagustiniana.edu.co*
- *heidylhernandesg@uniagustiniana.edu.co*

Anexo B - Manual de Usuario

Manual de Usuario

Metaverso Inclusivo

Laura Valentina Cubillos Buitrago

Heidy Vanessa Hernandez Garzon

Tabla de Contenidos

Descripción del sistema.....	101
Objetivo.....	101
Alcance	101
Funcionalidad	101
Mapa del sistema	102
Menú Principal.....	102
Menú de Configuración.....	102
Tutorial	102
Sala Principal (Metaverso).....	103
Navegación.	103
Inicio de la aplicación	105
Descripción del sistema.....	106
Pantallas	106
Menú de Inicio	107
Menú de Configuraciones	107
Elementos del menú	107
Tutorial	117
Movilidad	108
Teletransportación	108
Funcionamiento de Botones	109
Lengua de señas	109
Sala Principal del Metaverso	110
Modo Multijugador	110
Salas de Videos Explicativos	111
Sala de personalización de Avatares.....	112
Portales hacia MetaPOO y Codey	112
Sala del Oráculo.....	113
Salir de la aplicación.....	114
Alternativa para salir de la aplicación.....	115

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Objetivo

Este manual tiene como objetivo principal ofrecer una guía clara y práctica para los estudiantes que usarán el **Metaverso Inclusivo**, una aplicación en realidad virtual desarrollada para integrar aplicaciones educativas, personalización de avatares, navegación mediante portales, accesibilidad visual y un modelo de Inteligencia Artificial (Oráculo) entrenada para responder preguntas sobre programación orientada a objetos. El sistema está diseñado para brindar una experiencia inmersiva, e inclusiva para estudiantes con o sin discapacidad auditiva.

Alcance

El contenido de este manual contiene aspectos necesarios para que el usuario pueda desenvolverse adecuadamente dentro del metaverso, desde el acceso al menú principal hasta las salas virtuales y módulos interactivos.

Funcionalidad

El Metaverso Inclusivo está diseñado como un entorno virtual interactivo y accesible, enfocado en ofrecer una experiencia inmersiva que facilite la accesibilidad al conocimiento y la interacción dentro de un espacio virtual compartido. Dentro del metaverso, los usuarios pueden:

- Moverse libremente e interactuar con objetos y elementos del entorno en VR.
- Personalizar su avatar seleccionando aspectos ya preestablecidos.
- Utilizar portales para navegar entre los escenarios del metaverso.
- Activar o desactivar funciones de accesibilidad, como la lengua de señas.
- Interactuar con el Oráculo, un modelo de Inteligencia Artificial entrenado para responder preguntas sobre conceptos de programación orientada a objetos.

- Acceder a interfaces dentro del entorno, como menús.

La experiencia es flexible y se ajusta a las necesidades individuales del usuario, permitiendo explorar el entorno y acceder a los espacios disponibles.

Mapa del sistema:

1. Menú Principal

- Inicio (Ingresar al entorno principal / metaverso)
- Tutorial (Explicación guiada del uso del sistema)
- Salir de la aplicación
- Activación/Desactivación de Lengua de Señas
- Visualización de Controles (imagen/guía de los botones del control)

2. Menú de Configuración

- Activar / Desactivar Lengua de Señas
- Ajuste de brillo
- Ajuste de volumen
- Volver al Menú Principal

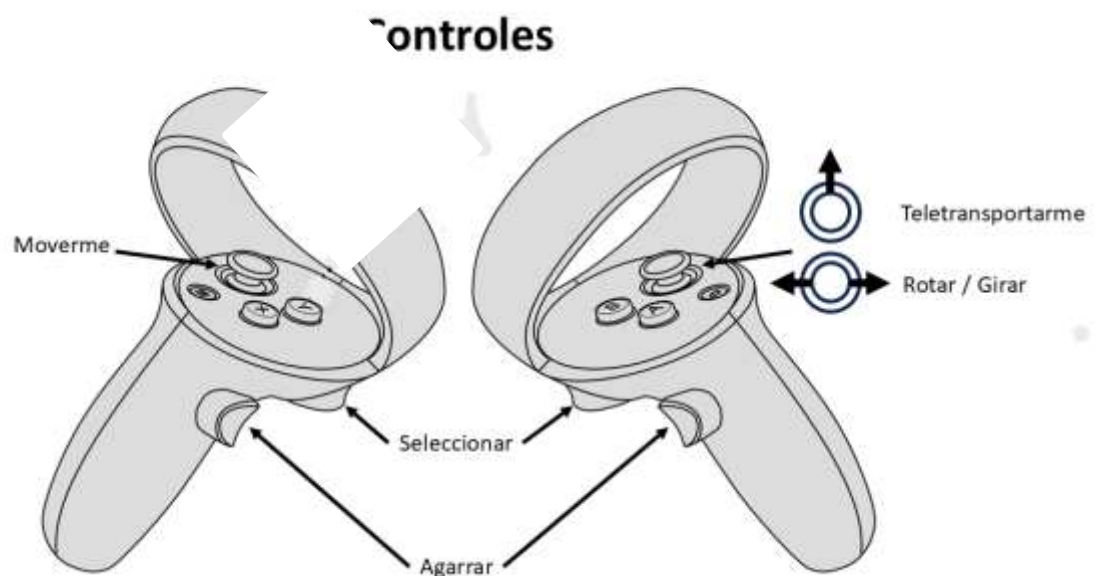
3. Tutorial

- Incluye explicaciones básicas del uso del sistema:
 - Movilidad (formas de moverse)
 - Teletransportación
 - Funcionamiento de los botones
 - Videos de señas (guías visuales accesibles)

4. Sala Principal (Metaverso)

- El usuario elige si quiere crear o unirse a una sala de multijugador
- Dos salas de video con contenido educativo en lengua de señas
- Sala de personalización de avatares
- Avatares predeterminados, selección por conjuntos completos
- Portales hacia MetaPoo (entorno de preguntas de programación orientada a objetos)
- Portal hacia Codey plus 3.0 (entorno de algoritmia y programación básica)
- Portal hacia oráculo - Espacio donde el usuario puede realizar preguntas a la IA sobre Programación orientada a objetos.

Navegación:

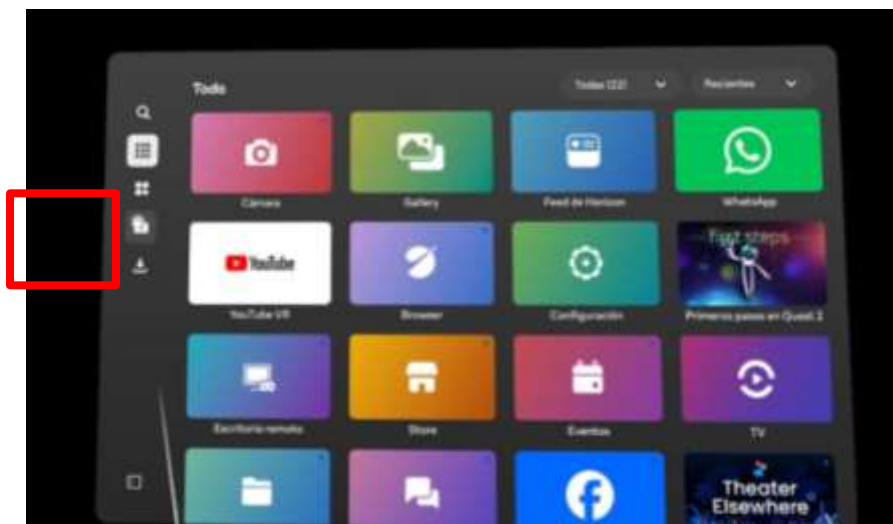


Moverse (caminar)	Stick izquierdo	Proyecta un punto de destino; al soltar el stick, el usuario se teletransporta al lugar
----------------------	--------------------	--

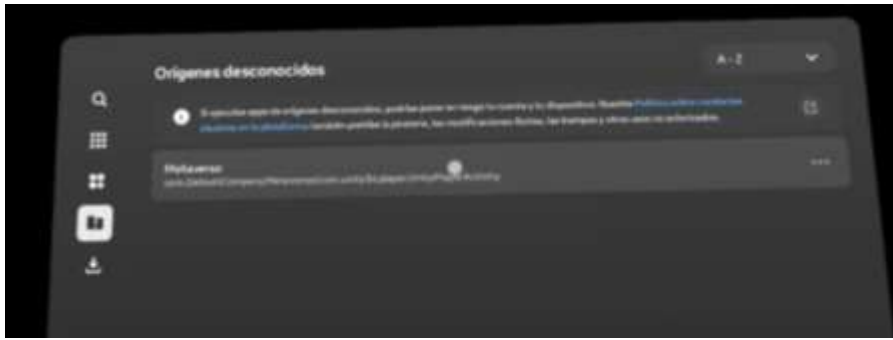
		seleccionado.
Giro rápido	Stick derecho	Gira instantáneamente la vista del usuario (no recomendado)
Interactuar con UI	Gatillo frontal	Actúa como “click”, permitiendo seleccionar botones

Inicio de la aplicación desde las gafas oculus quest 2

1. Abrir **Biblioteca** y dirigirse a la sección de **Orígenes Desconocidos**.



2. Seleccionar **Metaverso** para iniciar.



3. Esperar a que cargue el entorno principal.

Descripción del sistema:

El Metaverso Inclusivo es una aplicación para Meta Quest 2 que ofrece una experiencia inmersiva en un entorno 3D diseñado para facilitar el aprendizaje de programación de forma accesible. La interfaz se compone de botones y paneles flotantes que aparecen naturalmente en el espacio y guían al usuario paso a paso.

La aplicación organiza sus funciones mediante un sistema de menús intuitivos, un tutorial interactivo y una sala principal donde se integran elementos educativos, accesibles y sociales, permitiendo al usuario desplazarse, interactuar y aprender dentro del entorno virtual.

Pantallas

Pantalla: Menú Principal

Al iniciar la aplicación Metaverso en las Meta Quest 2, el usuario ingresa a un entorno estático en 3D donde se despliega un menú inicial.



Con las siguientes opciones:

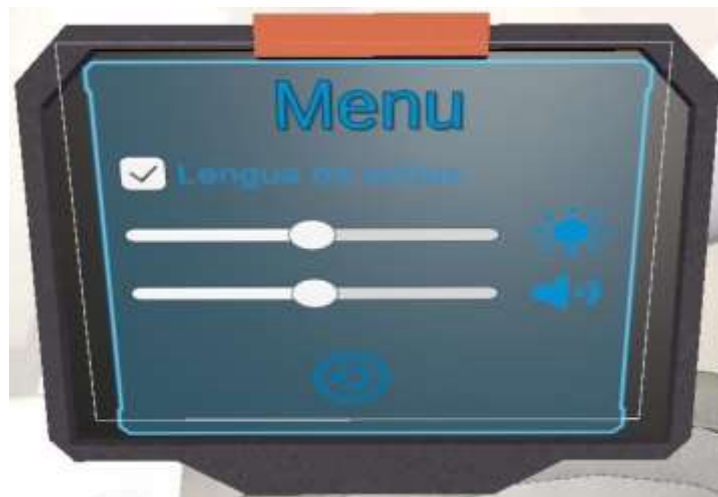
- Inicio – Ingresar directamente a la sala principal del metaverso.
- Tutorial – Acceder al módulo guía inicial con videos. (si es tu primera vez primero ingresa a tutorial)
- Salir – Cerrar la aplicación.
- Activar / Desactivar Lengua de Señas – Opción rápida para habilitar o deshabilitar la traducción visual mediante videos de señas.
- Mostrar Imagen de Controles – Imagen explicativa que explica la función de cada botón de los controles.

Ingreso al metaverso multijugador (seleccionando inicio o ingresando al portal de tutorial)



Menú de Configuraciones

Este menú permite configurar opciones de accesibilidad dentro de la experiencia del usuario dentro del metaverso.



Elementos del menú:

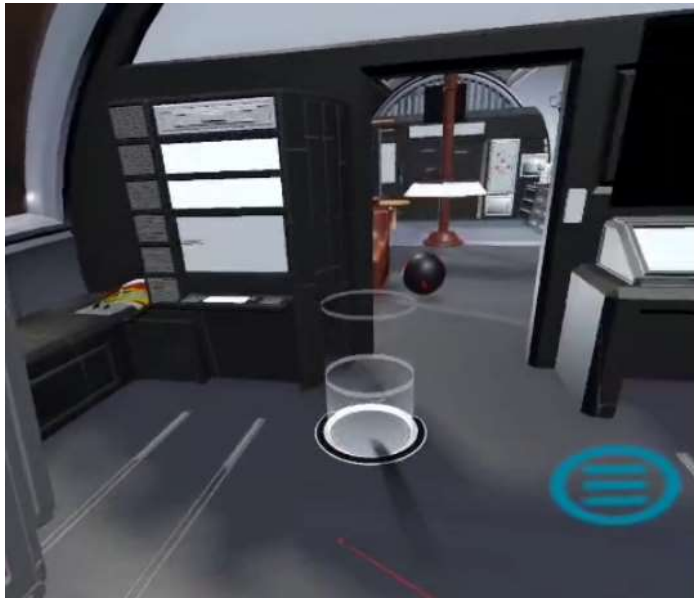
- Activar / Desactivar Lengua de Señas: Permite alternar la visualización de videos explicativos en lengua de señas.
- Ajuste de brillo: Control deslizable para adaptar la iluminación del entorno, o en el icono para cancelarlo por completo.
- Ajuste de volumen: Control de volumen de los elementos de sonido, o en el icono para cancelarlo por completo, pensado para estudiantes oyentes.
- Volver al Menú Principal: Regresa al menú inicial sin cerrar la aplicación

Tutorial:

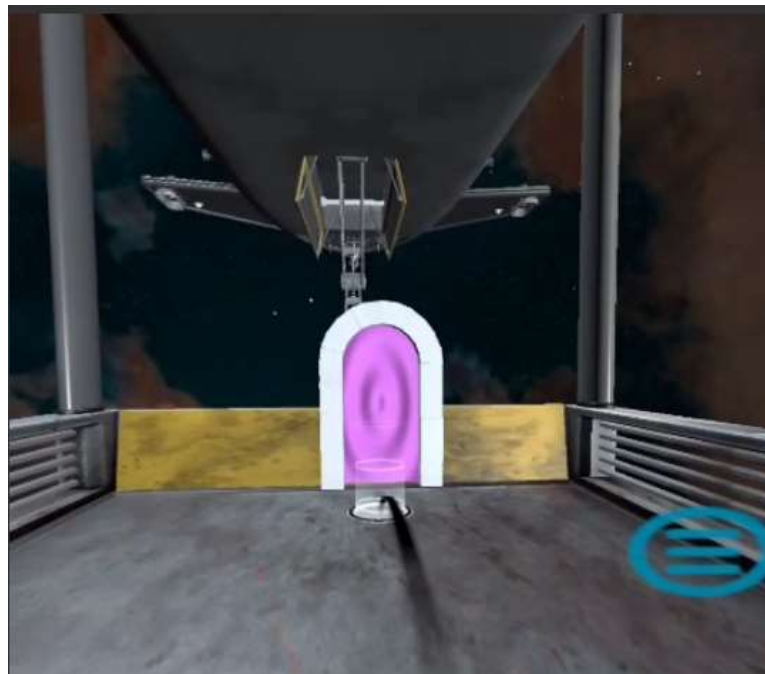
El tutorial introduce al usuario en las mecánicas principales del metaverso de forma accesible.

Incluye:

- **Movilidad:** Explicación visual de cómo moverse libremente en el entorno.



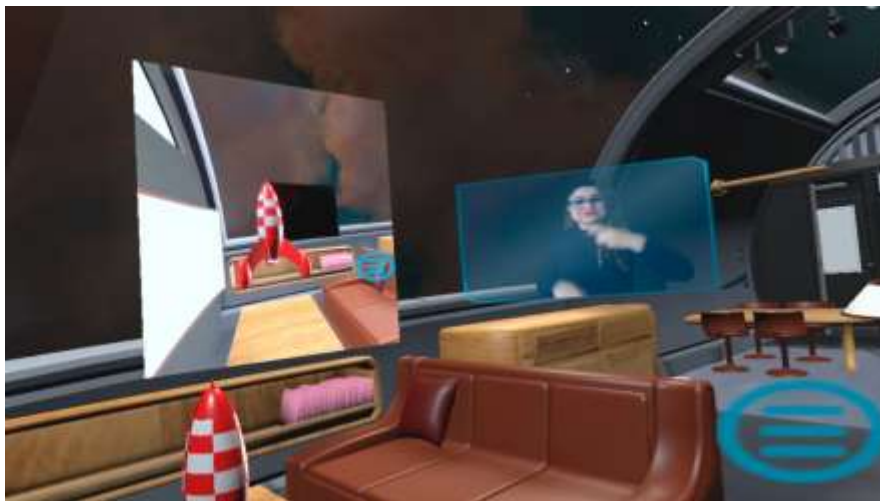
- **Teletransportación:** Demostración de cómo usar el puntero o gestos para trasladarse a diferentes zonas.

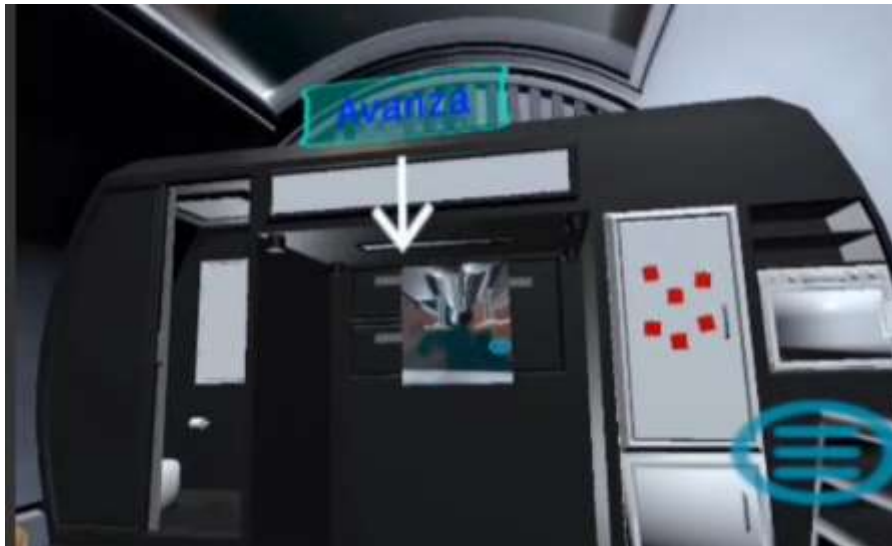


- **Funcionamiento de Botones:** Explicación mediante animaciones de los botones del visor.



- **Videos de Señas:** Guías de las funciones explicadas por un intérprete en lengua de señas.





Sala Principal del Metaverso

Es el espacio central donde el usuario realiza la mayor parte de las actividades.

Incluye:

- **Modo Multijugador (Opcional):** Permite que varios usuarios ingresen a la misma sala para explorar.



- **Dos salas de videos educativos en lengua de señas:** Espacios diseñados para reproducir contenido de comprensión y conceptos básicos de la lengua de señas, estos videos se pueden iniciar y pausar con un botón rojo.

Video de conceptos básicos de lengua de señas - abecedario



Video de comprensión, explicación de cómo se debe hablar con una persona con discapacidad auditiva o sordos.



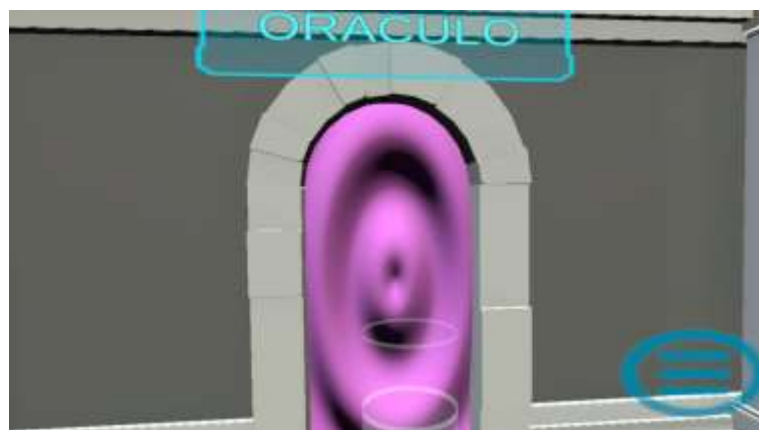
- **Sala de Personalización de Avatares:** Permite seleccionar entre avatares predeterminados, para ello, ubíquese en las zonas demarcadas en el suelo luego seleccione las flechas en el espejo, para así poder cambiar de avatar.



- **Portales hacia MetaPOO y Codey:** Conexiones visuales que llevan al usuario a otras experiencias educativas dedicadas a Programación.



- **Oráculo (IA):** Espacio donde el usuario puede hacer preguntas sobre programación orientada a objetos. Para ellos primero ingrese al portal designado para el oráculo.



Usar el sistema para **escribir o seleccionar preguntas** relacionadas con programación orientada a objetos.

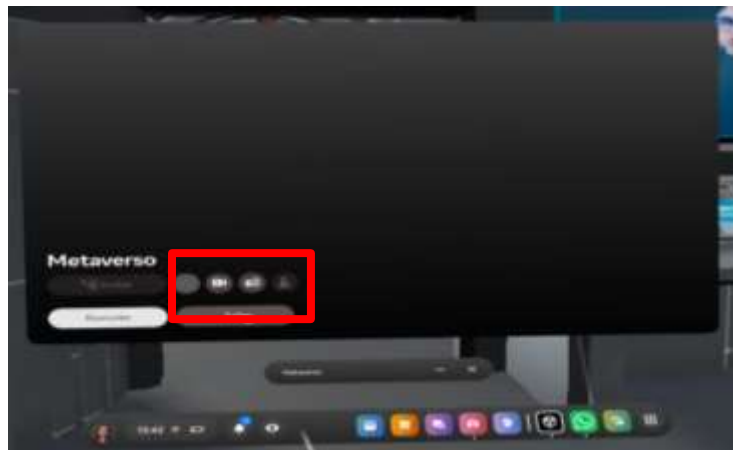


Salir de la aplicación

1. Presionar el botón **Oculus / Meta** del control derecho.



2. Seleccionar **Salir (Quit)**.



3. Confirmar la salida.

Alternativa para salir de la aplicación:

Dentro del menú de el metaverso opción salir; con el dedo del avatar en la gafas de realidad virtual selecciona el botón de regresar (es el que está indicado por el recuadro rojo)



esto te llevará al menú de inicio donde se selecciona el botón que dice salir:

