Desarrollo de software de realidad virtual para el aprendizaje de lógica de programación básica, dirigida a estudiantes sordos y oyentes: Versión 3.0Beta, Codey Plus

Santiago Chingaté Blanco

María Fernanda Gómez Guzmán

Juan Esteban Garzon Yanquen

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá D.C

2025

Desarrollo de software de realidad virtual para el aprendizaje de lógica de programación básica, dirigida a estudiantes sordos y oyentes: Versión 3.0Beta, Codey Plus

Santiago Chingaté Blanco

María Fernanda Gómez Guzmán

Juan Esteban Garzon Yanquen

Tutor:

Martha Yaneth Segura Ruiz

Trabajo para optar al título de Tecnología en Desarrollo de Software

Universitaria Agustiniana - Uniagustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Desarrollo de Software

Bogotá D.C

2025

Tabla de contenido

Resumen **14**

Abstract **15**

Introducción **16**

1. Datos Informativos del Proyecto **16**

1.1 Titulo del proyecto **16**

1.2 Breve Síntesis del proyecto **16**

2. Planificación del proyecto **17**

2.1 Planteamiento del Problema **17**

2.2 Antecedentes **18**

2.2.1 Evolución histórico de la VR educativa 18

2.3 Objetivos del Proyecto **20**

2.3.1 Objetivo General 20

2.3.2 Objetivos Específicos 20

2.4 Alcance de la Solución **21**

2.4.1 Cobertura temática 21

2.4.2 Componentes Interactivos esenciales 22

2.4.3 Flexibilidad técnica y de producción 23

2.4.4 Público Objetivo 23

2.5 Metodología **23**

2.5.1 Enfoque cualitativo 24

2.5.2 Enfoque cuantitativo 24

2.5.3 Metodología para el desarrollo técnico 25

3. Especificación de Requisitos de Software (IEEE 830) 26

3.1 Funcionalidad del Producto (Procesos y Servicios) 26

3.1.1 Interfaz de Usuario 27

3.1.2 Funcionalidades Principales 27

3.1.3 Gestión de Progreso y Evaluación 28

3.1.4 Compatibilidad y Soporte Técnico 28

3.2 Características de los Usuarios (Publico Objetivo) 28

3.3 Requisitos Funcionales 30

3.4 Diagrama de caso de uso 32

3.5 Especificaciones de los casos de uso 33

3.6 Restricciones y atributos de calidad (Requisitos No Funcionales) 42

4. Diseño del Software (ISO 12207-1) 44

4.1 Diseño detallado del software 44

4.1.1 Diagrama de Clases 44

4.1.2 Diagrama de Componentes 45

4.1.3 Diagrama de Actividades 45

4.1.4 Diagrama de Despliegue 47

4.2 Diseño de la Interfaz 48

4.2.1 Interfaz del Usuario 48

4.2.2 Interfaces de Entrada 48

4.2.3 Interfaces de Salida 49

4.3 Diseño del Modelo de datos 53

4.4 Diseño de la Arquitectura del Software 54

5. Implementación 58

5.1 Herramientas Utilizadas 58

5.1.1 Entorno de desarrollo 58

5.1.2 Lenguaje de Programación 59

5.2 Requisitos del Software y Hardware 61

5.2.1 Requisitos Mínimos para ejecución en PCVR 61

5.2.2 Requisitos para visores standalone (Meta Quest 2 / Meta Quest 3) 61

6. Pruebas de Software 63

6.1 Inspección del Software (Validación y Verificación) 63

6.1.1 Validación de Requisitos Funcionales (RQF) 63

6.1.2 Validación de Requisitos No Funcionales (RQNF) 71

6.1.3 Análisis 86

6.2 Evaluación Heurística 86

6.2.1 Visibilidad del estado del sistema 87

6.2.2 Correspondencia entre el sistema y el mundo real. 87

6.2.3 Control y libertad del usuario 88

6.2.4 Consistencia y estándares 88

6.2.5 Prevención de errores 89

6.2.6 Reconocimiento antes que recuerdo 89

6.2.7 Flexibilidad y eficiencia de uso 90

6.2.8 Estética y diseño minimalista 90

6.2.9 Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores 91

6.2.10 Ayuda y documentación 91

6.3 Test de Usuario 92

6.3.1 Análisis 105

6.4 Modificaciones Realizadas 105

Conclusiones y Recomendaciones 106

Referencias 107

Anexos 110

Lista de Tablas

Tabla 1: Requisitos funcionales de Codey Plus 30

Tabla 2: Especificación del caso de uso: Iniciar Menú 33

Tabla 3: Especificación del caso de uso: Explorar nivel de programación 34

Tabla 4: Especificación del caso de uso: Ver videotutoriales 35

Tabla 5: Especificación del caso de uso: Visualizar videos LSC 36

Tabla 6: Especificación del caso de uso: Realizar Actividad 37

Tabla 7: Especificación del caso de uso: Interactuar con objetos VR 38

Tabla 8: Especificación del caso de uso: Recibir Retroalimentación 39

Tabla 9: Especificación del caso de uso: Desbloquear siguiente nivel 40

Tabla 10: Especificación del caso de uso: Salir del sistema 41

Tabla 11: Atributos de calidad del sistema Codey Plus 42

Tabla 12: Restricciones del sistema Codey Plus 43

Lista de Figuras

Figura 1: Diagrama de casos de uso para el sistema Codey Plus 32

Figura 2: Diagrama de Clases del sistema Codey Plus..... 44

Figura 3: Diagrama de Componentes del sistema Codey Plus 45

Figura 4: Diagrama de Actividades del sistema Codey Plus..... 45

Figura 5: Diagrama de Despliegue del sistema Codey Plus 47

Figura 6: Captura de pantalla del menú principal del sistema Codey Plus 48

Figura 7:Captura de pantalla del menú progreso del sistema Codey Plus..... 48

Figura 8: Captura de pantalla del tutorial del sistema Codey Plus 49

Figura 9: Captura de pantalla del nivel 1.1 del sistema Codey Plus..... 49

Figura 10: Captura de pantalla del nivel 1.2 del sistema Codey Plus..... 50

Figura 11: Captura de pantalla del nivel 2.1 del sistema Codey Plus..... 50

Figura 12: Captura de pantalla del nivel 2.2 del sistema Codey Plus..... 51

Figura 13: Captura de pantalla del nivel 3.1 del sistema Codey Plus..... 51

Figura 14: Captura de pantalla del nivel 3.2 del sistema Codey Plus..... 52

Figura 15: Captura de pantalla del nivel 4.1 del sistema Codey Plus..... 52

Figura 16: Captura de pantalla del nivel final del sistema Codey Plus 53

Figura 17: Captura de pantalla carpetas que conforman el sistema Codey Plus 54

Figura 18: Nivel 1 del diseño C4 del sistema Codey Plus..... 55

Figura 19: Nivel 2 del diseño C4 del sistema Codey Plus 56

Figura 20: Nivel 3 del diseño C4 del sistema Codey Plus 57

Figura 21: Logo de Unity 59

Figura 22: Icono de C-Sharp (C#) 60

Figura 23: Imagen de las Meta Quest 2 62

Figura 24: Diagrama de torta del RQF 1 de Codey Plus 63

Figura 25: Diagrama de torta del RQF 2 de Codey Plus 64

Figura 26: Diagrama de torta del RQF 3 de Codey Plus 64

Figura 27: Diagrama de torta del RQF 4 de Codey Plus 65

Figura 28: Diagrama de torta del RQF 5 de Codey Plus 65

Figura 29: Diagrama de torta del RQF 6 de Codey Plus 66

Figura 30: Diagrama de torta del RQF 7 de Codey Plus 66

Figura 31: Diagrama de torta del RQF 8 de Codey Plus 67

Figura 32: Diagrama de torta del RQF 9 de Codey Plus 67

Figura 33: Diagrama de torta del RQF 10 de Codey Plus 68

Figura 34: Diagrama de torta del RQF 11 de Codey Plus 68

Figura 35: Diagrama de torta del RQF 12 de Codey Plus 69

Figura 36: Diagrama de torta del RQF 13 de Codey Plus 69

Figura 37: Diagrama de torta del RQF 14 de Codey Plus 70

Figura 38: Observaciones de la validación de los Requisitos Funcionales 70

Figura 39: Diagrama de torta del RQNF 1(Atributo) de Codey Plus 71

Figura 40: Diagrama de torta del RQNF 2 (Atributo) de Codey Plus 71

Figura 41: Diagrama de torta del RQNF 3(Atributo) de Codey Plus 72

Figura 42: Diagrama de torta del RQNF 4(Atributo) de Codey Plus 72

Figura 43: Diagrama de torta del RQNF 5 (Atributo) de Codey Plus 73

Figura 44: Diagrama de torta del RQNF 6 (Atributo) de Codey Plus 73

Figura 45: Diagrama de torta del RQNF 7 (Atributo) de Codey Plus 74

Figura 46: Diagrama de torta del RQNF 8 (Atributo) de Codey Plus 74

Figura 47: Diagrama de torta del RQNF 9 (Atributo) de Codey Plus 75

Figura 48: Diagrama de torta del RQNF 10 (Atributo) de Codey Plus 75

Figura 49: Diagrama de torta del RQNF 11 (Atributo) de Codey Plus 76

Figura 50: Diagrama de torta del RQNF 12 (Atributo) de Codey Plus 76

Figura 51: Diagrama de torta del RQNF 13 (Atributo) de Codey Plus 77

Figura 52: Diagrama de torta del RQNF 14 (Atributo) de Codey Plus 78

Figura 53: Diagrama de torta del RQNF 1 (Restricción) de Codey Plus..... 79

Figura 54: Diagrama de torta del RQNF 2 (Restricción) de Codey Plus..... 79

Figura 55: Diagrama de torta del RQNF 3 (Restricción) de Codey Plus..... 80

Figura 56: Diagrama de torta del RQNF 4 (Restricción) de Codey Plus..... 80

Figura 57: Diagrama de torta del RQNF 5 (Restricción) de Codey Plus..... 81

Figura 58: Diagrama de torta del RQNF 6 (Restricción) de Codey Plus..... 81

Figura 59: Diagrama de torta del RQNF 7 (Restricción) de Codey Plus..... 82

Figura 60: Diagrama de torta del RQNF 8 (Restricción) de Codey Plus..... 82

Figura 61: Diagrama de torta del RQNF 9 (Restricción) de Codey Plus..... 83

Figura 62: Diagrama de torta del RQNF 10 (Restricción) de Codey Plus..... 83

Figura 63: Diagrama de torta del RQNF 11 (Restricción) de Codey Plus..... 84

Figura 64: Diagrama de torta del RQNF 12 (Restricción) de Codey Plus..... 84

Figura 65: Diagrama de torta del RQNF 13 (Restricción) de Codey Plus..... 85

Figura 66: Observaciones de los RQNF de Codey Plus..... 85

Figura 67: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 87

Figura 68: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 87

Figura 69: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 88

Figura 70: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 88

Figura 71: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 89

Figura 72: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 89

Figura 73: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 90

Figura 74: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 90

Figura 75: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 91

Figura 76: Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus..... 91

Figura 77: Observaciones sobre la evaluación Heurística de Codey Plus 92

Figura 78: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 93

Figura 79: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 93

Figura 80: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 94

Figura 81: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 94

Figura 82: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 95

Figura 83: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 95

Figura 84: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 96

Figura 85: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 96

Figura 86: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 97

Figura 87: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 97

Figura 88: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 98

Figura 89: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 98

Figura 90: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 99

Figura 91: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 99

Figura 92: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 100

Figura 93: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 100

Figura 94: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus..... 101

Figura 95: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 101

Figura 96: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 102

Figura 97: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 102

Figura 98: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 103

Figura 99: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 103

Figura 100: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 104

Figura 101: Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus 104

Resumen

El proyecto desarrolla una versión optimizada de Codey en realidad virtual (VR), Codey Plus, como una herramienta educativa para la enseñanza de programación básica y algoritmia. La intervención contempla la identificación y corrección de fallos, mejoras en el rendimiento y estabilidad, y la implementación de funcionalidades nuevas que enriquecen la experiencia de aprendizaje. Un objetivo central es aumentar la accesibilidad para estudiantes sordos y oyentes mediante la integración de recursos visuales y multimedia: subtitulado avanzado, representaciones visuales y elementos interactivos que reducen las barreras comunicativas. Para ello se realiza un diagnóstico técnico del estado actual del software que detecta errores, limitaciones de usabilidad y oportunidades de optimización y con base en ese análisis se reestructura la arquitectura del sistema, incorporando niveles orientados a la usabilidad y mas enfocados a la algoritmia y programación básica. La propuesta busca demostrar que una plataforma VR diseñada con criterios de accesibilidad y estabilidad puede mejorar la comprensión de conceptos algorítmicos y favorecer la participación de poblaciones con discapacidad auditiva en procesos formativos de programación.

Palabras clave: Realidad Virtual, Algoritmia y programación básica, Desarrollo de Software, Accesibilidad.

Abstract

This project develops an optimized version of Codey in virtual reality (VR), known as Codey Plus, as an educational tool for teaching basic programming and algorithmic concepts. The intervention includes identifying and correcting existing issues, improving performance and stability, and implementing new functionalities that enhance the learning experience. A central objective is to increase accessibility for both deaf and hearing students through the integration of visual and multimedia resources such as advanced subtitles, visual representations, and interactive elements that reduce communication barriers. To achieve this, a technical diagnosis of the software's current state is conducted to identify errors, usability limitations, and opportunities for optimization. Based on this analysis, the system's architecture is restructured and new levels focused on usability and the teaching of basic programming and algorithmic thinking are incorporated. The proposal aims to demonstrate that a VR platform designed with accessibility and stability criteria can improve the understanding of algorithmic concepts and support the participation of deaf learners in programming education.

Keywords: Virtual Reality, Algorithms and basic programming, Software Development, Accessibility

Introducción

1. Datos Informativos del Proyecto

1.1 Titulo del proyecto

Desarrollo de software de realidad virtual para el aprendizaje de lógica de programación básica, dirigida a estudiantes sordos y oyentes: Versión 3.0Beta, Codey Plus, 2025

1.2 Breve Síntesis del proyecto

El proyecto consiste en el desarrollo de Codey Plus, una versión optimizada del software educativo Codey en realidad virtual (VR), orientado al aprendizaje de programación básica y algoritmia.

Esta versión mejora el desempeño y la estabilidad del sistema, corrige errores presentes en desarrollos previos e integra y crea nuevas funcionalidades que enriquecen la experiencia del usuario. Asimismo, el proyecto incorpora herramientas de accesibilidad dirigidas tanto a estudiantes sordos como oyentes, mediante recursos visuales, subtitulado avanzado y elementos interactivos que facilitan la comprensión de contenidos.

La experiencia incluye un diagnóstico técnico del estado del software actual, la reestructuración de su arquitectura y la creación de niveles orientados a la usabilidad y al fortalecimiento de conceptos algorítmicos fundamentales.

2. Planificación del proyecto

2.1 Planteamiento del Problema

Aunque la realidad virtual (VR) ha demostrado ser un recurso eficaz para apoyar procesos de formación en áreas técnicas, persiste una brecha en el diseño de herramientas inmersivas que integren criterios robustos de accesibilidad para poblaciones diversas, especialmente para estudiantes con discapacidad auditiva. Estudios recientes evidencia que la VR puede facilitar la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias interactivas y visuales (Freina & Ott, 2015; Radianti, et al., 2020); sin embargo, una gran parte de las soluciones existentes carece de funciones inclusivas adecuadas ya que presentan limitaciones en usabilidad o no incorporan estrategias pedagógicas adaptadas a las necesidades de los usuarios.

En el contexto institucional de la Universidad Agustiniana – Uniagustiniana, los desarrollos previos del proyecto Codey constituyen avances relevantes en la enseñanza de programación en entornos inmersivos. Sin embargo, estos prototipos aun presentan fallos técnicos, restricciones en la estabilidad del sistema y carencias en componentes de accesibilidad que permitan una participación equitativa de estudiantes sordos y oyentes. La ausencia de subtitulado avanzado, retroalimentación visual adaptada y elementos interactivos accesibles limita la eficacia de su aporte en la formativa del software.

Frente a estas dificultades, surge la necesidad de una versión optimizada del sistema, Codey Plus 3.0, que fortalezca la arquitectura técnica existente, amplie las funcionalidades orientadas al aprendizaje de algoritmia e integre criterios de accesibilidad acorde con las recomendaciones actuales en diseño inclusivo (Burgstahler, 2015). Este proyecto busca responder a las exigencias pedagógicas y tecnológicas identificadas, ofreciendo una herramienta VR más estable y accesible.

2.2 Antecedentes

La realidad virtual (VR) ha evolucionado de manera significativa desde su surgimiento a mediados del siglo XX, pasando de ser una tecnología experimental para consolidarse como un recurso clave en múltiples áreas, incluyendo la educación. Sus primeras aplicaciones se desarrollaron entre las décadas de 1970 y 1980, cuando se implementó en contextos militares y médicos para simulaciones de alto riesgo (Mazuryk & Gervautz, 1996). No obstante, fue a finales de los años noventa y especialmente después del 2000 cuando la VR comenzó a utilizarse con fines educativos, impulsada por la disminución de costos en dispositivos inmersivos y el avance de los motores gráficos tridimensionales (Freina & Ott, 2015).

A diferencia de los videojuegos, el software educativo en VR se diseña como una experiencia para fortalecer habilidades específicas, facilitar la comprensión de conceptos complejos y promover el aprendizaje autónomo. La literatura reciente destaca que los entornos inmersivos pueden mejorar la atención, la motivación y la retención de contenidos, especialmente en áreas abstractas como la programación, las ciencias exactas o la medicina (Radianti, et al., 2020; Jensen & Konradsen, 2018).

2.2.1 Evolución histórico de la VR educativa

1990s – Inicios experimentales:

Las primeras implementaciones educativas empleaban sistemas costosos y poco accesibles. Universidades de estados unidos comenzaron a explorar la VR en el ámbito de la anatomía, la ingeniería y el entrenamiento clínico, mientras que los simuladores militares de vuelo marcaron las bases de la simulación inmersiva moderna (Mazuryk & Gervautz, 1996).

2000s – Primeras implementaciones académicas:

El desarrollo de motores gráficos más eficientes y la aparición de plataforma virtuales como *Second Life* (2003) generaron nuevas oportunidades para la educación superior. Estas herramientas permitieron crear entornos colaborativos, aunque aún eran limitados en accesibilidad, realismo e interacción avanzada.

2010s – Democratización de la VR:

Con la llegada de dispositivos como Oculus Rift (2012) y HTC Vive (2016),la VR se volvió mas asequible para instituciones educativas. El acceso a kits de desarrollo permitió crear aplicaciones orientadas al aprendizaje de física, biología, matemáticas y programación básica, consolidando el uso pedagógico de la inmersión interactiva (Slater & Sanchez, 2016).

2020s – Inclusión y accesibilidad:

La pandemia por COVID-19 acelero la adopción de tecnologías educativas emergentes posicionando la VR como una alternativa para experiencias formativas no presenciales. En esta década surgieron iniciativas centradas en la accesibilidad, incluyendo la creación de interfaces inclusivas para usuarios con discapacidades auditivas o motoras (Jain, et al., 2021). Dentro de estas, se destacan proyectos orientados a la comunidad sorda que integran subtitulado avanzado, representaciones visuales del lenguaje de señas y mecánicas de interacción simplificadas.

2.2.2 Antecedentes institucionales en la Uniagustiniana

La Universidad Agustiniana – Uniagustiniana, siguiendo estas tendencias globales, ha desarrollado diversas iniciativas para mejorar el aprendizaje de algoritmia y programación básica mediante VR, especialmente para estudiantes sordos y oyentes:

- 2023–2 – “Desarrollo de la Versión Candidata en Realidad Virtual para la Accesibilidad al Conocimiento de la Uniagustiniana”: este proyecto exploró el uso de

la VR junto con técnicas de gamificación para favorecer la enseñanza de lógica de programación en entornos accesibles (Cortés & Rodríguez, 2023).

- 2024–2 – "Desarrollo y Actualización del Software en Realidad Virtual para una Experiencia Inmersiva Mejorada en Lógica de Programación Enfocada en la Comunidad Sorda": esta fase fortaleció el prototipo inicial mediante la optimización del motor Unity, la incorporación de nuevos elementos interactivos y la mejora de componentes de accesibilidad dirigidos a la comunidad sorda (Leal González, et al., 2024).

Estos antecedentes constituyen la base sobre la cual se propone Codey Plus 3.0, una versión renovada y optimizada que busca consolidar la estabilidad técnica del software e integrar estrategias inclusivas más avanzadas.

2.3 Objetivos del Proyecto

2.3.1 Objetivo General

Desarrollar un software de realidad virtual para el aprendizaje de lógica de programación básica, dirigida a estudiantes sordos y oyentes: Version 3.0Beta, Codey Plus, buscando ser una herramienta de apoyo.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las deficiencias técnicas y de accesibilidad de versiones previas, identificando requisitos funcionales y no funcionales para optimizar el aprendizaje autónomo en VR.

2. Diseñar una interfaz accesible centrada en el usuario, estructurando módulos progresivos con elementos inclusivos (subtitulado, guías visuales y LSC) para facilitar la comprensión de programación básica.
3. Integrar un sistema VR funcional mediante Unity y C#, implementando mecánicas interactivas, retroalimentación visual y funcionalidades de accesibilidad en un prototipo estable y adaptable.
4. Asegurar la funcionalidad y usabilidad mediante pruebas de validación, evaluación heurística y test con usuarios, verificando que la experiencia inmersiva mejore la comprensión sin barreras de accesibilidad.

2.4 Alcance de la Solución

El proyecto Codey Plus 3.0 se desarrollará como una herramienta educativa en realidad virtual orientada a fortalecer los fundamentos de la algoritmia y la programación básica mediante experiencias inmersivas, interactivas y pedagógicamente estructuradas. Su diseño busca responder a las necesidades de estudiantes que requieren comprender conceptos abstractos de forma visual, practica y accesible, integrando criterios de inclusión para usuarios sordos y oyentes.

La solución abarcara los siguientes componentes:

2.4.1 Cobertura temática

El software incluirá un conjunto de módulos formativos organizados de manera progresiva, compuestos por:

- Un tutorial introductorio para familiarizar al usuario con la navegación, la interacción y el entorno virtual.

- Cinco módulos temáticos:
    1. Variables y Operadores (niveles 1.1 y 1.2)
    2. Estructuras Condicionales (niveles 2.1 y 2.2)
    3. Ciclos (niveles 3.1 y 3.2)
    4. Funciones (niveles 4.1)
    5. Nivel Final (aplicación final de los conceptos trabajados)

Cada módulo contara con escenas diseñadas para reforzar conceptos clave mediante desafíos, ejemplos interactivos y retroalimentación inmediata.

2.4.2 Componentes Interactivos esenciales

El alcance del proyecto contempla la implementación de funciones que garanticen una experiencia inmersiva sólida y funcional, las cuales son:

- Sistemas de locomoción (teleportación y desplazamiento básico).
- Interacción física con objetos, botones y elementos del entorno
- Menús accesibles con navegación intuitiva.
- Retroalimentación visual y textual orientada a guiar acciones correctas e incorrectas.
- Elementos iniciales de accesibilidad, como subtítulos estáticos, contrastes visuales adecuados y un espacio placeholder para futura interpretación en Lengua de Señas Colombiana (LSC)

Estas funciones permitirían que la experiencia sea utilizable y coherente sin requerir implementaciones técnicas avanzadas fuera del alcance académico del proyecto.

2.4.3 Flexibilidad técnica y de producción

El diseño de los niveles se realizará bajo un enfoque optimizada que prioriza:

- La estabilidad del software sobre la complejidad del detalle visual.
- El uso de técnicas eficientes de programación y diseño para garantizar un rendimiento adecuado en Meta Quest 2.
- La posibilidad de generar APK funcionales al cierre de cada semestre académico, permitiendo avances medibles, evaluables y consistentes.

2.4.4 Público Objetivo

La herramienta está dirigida principalmente a:

- Estudiantes de nivel introductorio en algoritmia y programación.
- Programas académicos que deseen integrar tecnologías inmersivas como recurso didáctico.
- Comunidad sorda y oyente que busca acceder a procesos formativos con criterios básicos de accesibilidad y claridad conceptual.

2.5 Metodología

El proyecto se desarrollará bajo un enfoque mixto combinando métodos cualitativos y cuantitativos con el propósito de abordar de manera integral tanto los aspectos técnicos del software como las necesidades de accesibilidad de los usuarios finales. Este enfoque responde a la naturaleza del proyecto, cuyo objetivo es optimizar un software preexistente, integrando nuevas funcionalidades accesibles en un entorno de realidad dirigido a estudiantes sordos y oyentes. Codey Plus 3.0 se plantea como una herramienta de apoyo, orientada a reforzar

conceptos de programación básica y lógica computacional sin sustituir los procesos pedagógicos ni la labor docente.

2.5.1 Enfoque cualitativo

Desde la perspectiva cualitativa, se recopilará información a partir de la interacción directa con usuarios potenciales, especialmente estudiantes con discapacidad auditiva. Las técnicas empleadas incluirán:

- Observación directa durante las pruebas de software, con el fin de documentar comportamientos, barreras de interacción e interpretación de los estímulos visuales.
- Análisis de experiencias de uso, considerando necesidades comunicativas, retroalimentación visual y la efectividad de los elementos inmersivos.

2.5.2 Enfoque cuantitativo

El componente cuantitativo se centrará en medir:

- Rendimiento del software antes y después de las optimizaciones (tiempos de carga, estabilidad y fluidez en Meta Quest 2).
- Comprensión de conceptos básicos, evaluada a través de ejercicios interactivos y pruebas previas y posteriores al uso del software.
- Métricas estandarizadas de usabilidad, registradas durante las sesiones de prueba.

Este análisis estadístico de los datos permitirá determinar el impacto real de las mejoras implementadas.

2.5.3 Metodología para el desarrollo técnico

Para estructurar el proceso de diseño y optimización del software, se adoptará una adaptación del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), combinada con los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Esta integración favorece un proceso iterativo de mejora continua, priorizando la experiencia de interacción y accesibilidad del usuario final.

Análisis:

- Diagnóstico del estado actual de Codey.
- Identificación de errores funcionales, problemas de estabilidad y deficiencias de accesibilidad.
- Levantamiento de requerimientos técnicos y pedagógicos mediante entrevistas y pruebas exploratorias.

Diseño:

- Definición de mejoras en la interfaz, mecánicas interactivas y elementos de accesibilidad (subtitulado, señales visuales, integración futura de LSC digitalizada).
- Estructuración de los escenarios inmersivos donde se desarrollarán los ejercicios de algoritmia y programación básica.
- Prototipado conceptual de las mecánicas y flujos de navegación.

Desarrollo:

- Programación del prototipo optimizado en Unity.
- Integración de recursos visuales accesibles, interfaces responsivas y elementos inmersivos funcionales.

- Uso de dispositivos Meta Quest 2 como plataforma principal de pruebas.
- Implementación modular para facilitar futuras iteraciones y actualizaciones.

Implementación:

- Ejecución de pruebas piloto con usuarios reales en la Universitaria Agustiniana – Uniagustiniana (Sede Tagaste)
- Recolección de datos sobre interacción, accesibilidad, comprensión conceptual y estabilidad técnica.
- Ajustes derivados del análisis de los resultados.

Evaluación:

- Evaluación del impacto educativo del software en la experiencia de aprendizaje.
- Aplicación de instrumentos validados de recolección de datos, como métricas de usabilidad.
- Análisis de resultados para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados.

3. Especificación de Requisitos de Software (IEEE 830)

3.1 Funcionalidad del Producto (Procesos y Servicios)

El sistema de Codey Plus 3.0 integra procesos y servicios que permiten al estudiante recorrer niveles temáticos ambientados en distintas épocas históricas, interactuar con objetos del entorno y recibir retroalimentación inmediata respecto a su desempeño.

3.1.1 Interfaz de Usuario

- Menú principal accesible: acceso centralizado a los módulos, configuración, instrucciones y opciones de accesibilidad.
- Menú de pausa: permite reanudar la actividad, reiniciar el nivel o regresar al menú principal.
- Opciones de accesibilidad: configuración de subtítulos LSC, contraste alto.
- Instrucciones iniciales: orientación previa sobre los objetivos del nivel y la forma de interacción.
- Indicadores visuales: flechas, resaltados y marcadores que guían al usuario hacia los elementos relevantes.
- Retroalimentación visual y textual: mensajes de acierto/error, resaltado de objetos y refuerzos inmediatos.

3.1.2 Funcionalidades Principales

- Selección de niveles: cinco niveles temáticos junto al tutorial (variables, condicionales, ciclos, funciones y nivel final), cada uno con dos niveles interactivos a excepción del nivel final
- Navegación en VR: desplazamiento mediante teleportación y rotación fluida.
- Interacción con objetos: manipulación de elementos del entorno, activación de mecanismos y respuestas contextuales.
- Interactividad contextual: animaciones, cambios visuales y reacciones del entorno al seleccionar o tocar objetos.
- Guía visual integrada: elementos que orientan al usuario hacia tareas clave o rutas dentro del nivel.

- Confirmación de acción: mensajes o animaciones que validan el cumplimiento de tareas específicas dentro del escenario.

3.1.3 Gestión de Progreso y Evaluación

- Progreso por niveles: desbloqueo secuencial, avanzado de un nivel al siguiente según el recorrido establecido.
- Pantalla de resumen: visualización del puntaje, porcentaje de aciertos o indicadores de desempeño al finalizar cada nivel.
- Reinicio de nivel: restauración del estado inicial desde el menú de pausa para repetir la actividad.
- Retroalimentación inmediata: información continua sobre desempeño para reforzar conceptos mientras se avanza en la actividad.

3.1.4 Compatibilidad y Soporte Técnico

- Plataforma principal: optimizado para dispositivos Meta Quest 2.
- Recursos accesibles: compatible con subtitulado LSC
- Optimización técnica: diseño modular que facilita actualizaciones, mejoras de rendimiento y estabilidad del software.

3.2 Características de los Usuarios (Publico Objetivo)

El público objetivo de Codey Plus 3.0 está conformado por estudiantes de nivel introductorio del programa de Tecnología en Desarrollo de Software y sus derivados, pertenecientes a entornos educativos formales que requieren reforzar conceptos básicos (algoritmia y programación básica) a través de experiencias prácticas e interactivas.

El perfil general del usuario es el siguiente:

- Edad: Principalmente jóvenes y adultos entre los 17 a los 25 años, en formación técnica, tecnología o universitaria.
- Conocimientos previos: nociones básicas o iniciales de programación, sin necesidad de experiencia avanzada.
- Condiciones de accesibilidad: incluye estudiantes sordos y oyentes, con especial atención a la comunidad sorda mediante funciones inclusivas.
- Entorno de uso: laboratorios de informática o aulas equipadas con dispositivos de realidad virtual (Meta Quest 2 u otros compatibles).
- Necesidades identificadas: reforzar conceptos abstractos de programación mediante ejemplos visuales y manipulativos.

3.3 Requisitos Funcionales

Tabla 1

Requisitos funcionales de Codey Plus

ID – RQF	Modulo/Funcionalidad	Descripción del requisito	Actor	Prioridad
01	Menú Principal	El sistema debe permitir al usuario seleccionar un nivel temático desde el menú de progreso accesible, mostrando su titulo	Usuario (Estudiante)	Alta
02	Niveles Interactivos	Cada tema debe contener dos niveles interactivos que refuerzan el concepto de programación correspondiente, con actividades alineadas al guion pedagógico.	Usuario (Estudiante)	Alta
03	Navegación VR	El sistema debe permitir la navegación en VR mediante teleportación y rotación garantizando desplazamientos fluidos y sin mareo.	Usuario (Estudiante)	Alta
04	Retroalimentación	El sistema debe mostrar retroalimentación visual y textual inmediata ante las acciones del usuario (aciertos, errores, progreso).	Usuario (Estudiante)	Alta
05	Accesibilidad Visual	El sistema debe incluir subtítulos estáticos para todo el contenido textual y diálogos, con contraste adecuado para su lectura en VR.	Usuario (Estudiante)	Alta
06	Menú de Pausa	El sistema debe permitir mostrar un menú de pausa donde pueda acceder al menú de opciones básicas (reanudar, reiniciar, salir al menú principal)	Usuario (Estudiante)	Alta
07	Reinicio de Nivel	El sistema debe permitir reiniciar un nivel en cualquier momento desde el menú de pausa, restaurando el estado inicial de la escena	Usuario (Estudiante)	Media
08	Nivel Completado	El sistema debe mostrar una UI al finalizar cada nivel, indicando que lo completo	Usuario (Estudiante)	Alta
09	Progreso de Niveles	El sistema debe incluir un progreso en donde, al completar un nivel, se desbloquee el siguiente, siguiendo un path predefinido.	Usuario (Estudiante)	Alta
10	Instrucciones Iniciales	El sistema debe mostrar instrucciones claras al inicio de cada nivel sobre como interactuar con el entorno y los objetivos a cumplir.	Usuario (Estudiante)	Alta
11	Indicadores de Objetivo	El sistema debe incluir elementos visuales que indiquen al usuario que objetos o zonas son interactivos o relevantes para la actividad	Usuario (Estudiante)	Alta

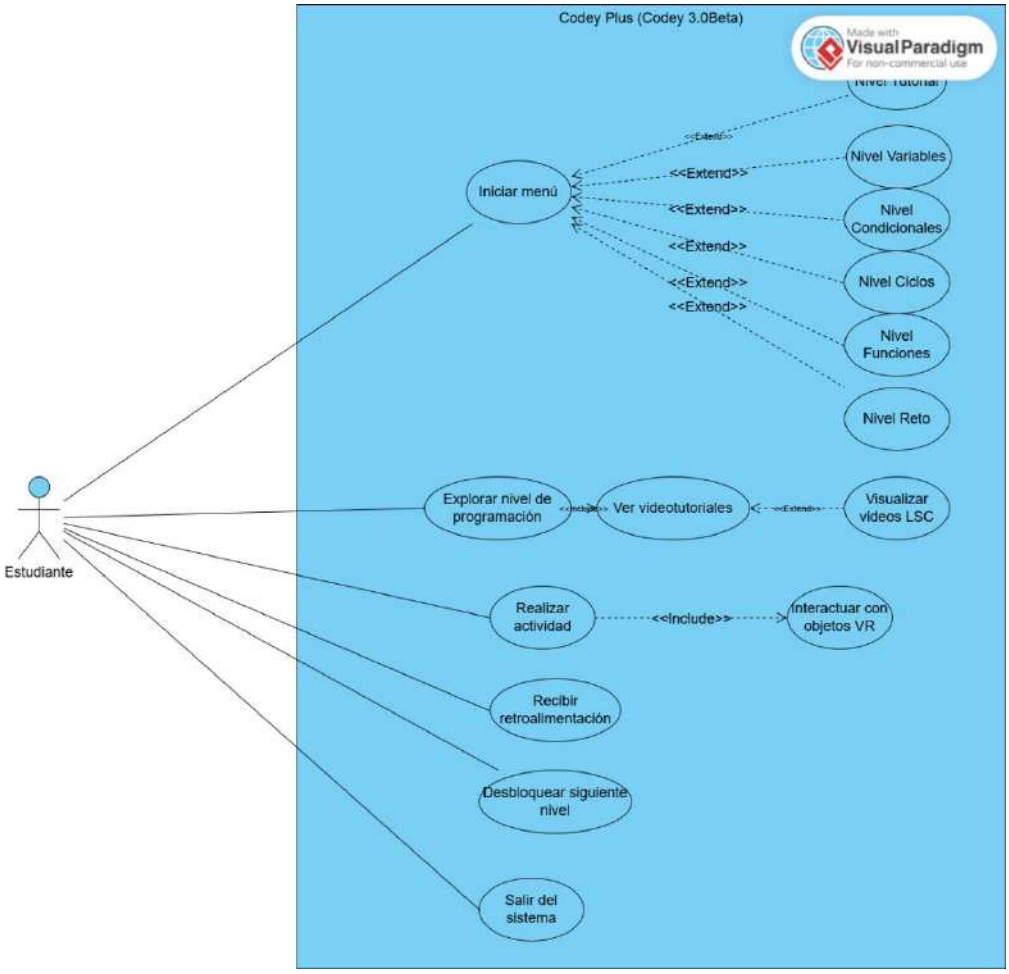
ID – RQF	Modulo/Funcionalidad	Descripción del requisito	Actor	Prioridad
12	Interactividad Contextual	Los objetos interactivos deben reaccionar con cambios visuales al ser seleccionados o tocados	Usuario (Estudiante)	Media
13	Guía Visual	El sistema debe incluir flechas, resaltados u otros elementos visuales para guiar al usuario hacia el siguiente objetivo.	Usuario (Estudiante)	Alta
14	Confirmación de Acción	El sistema debe mostrar un mensaje de confirmar cuando un usuario complete una acción clave	Usuario (Estudiante)	Media

Nota: Elaboración propia (2025).

3.4 Diagrama de caso de uso

Figura 1

Diagrama de casos de uso para el sistema Codey Plus.



Nota: Elaboración propia (2025).

3.5 Especificaciones de los casos de uso

Tabla 2

Especificación del caso de uso: Iniciar Menú

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Iniciar Menú</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante al momento de ponerse las gafas Meta Quest 2, entra al software iniciando el menú de este con las opciones disponibles</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
APK instalada en las gafas que hay disponibles
Las gafas VR deben estar cargadas y los controles deben tener baterías</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante enciende y coloca las gafas Meta Quest 2 con los controles en las manos
2. El sistema muestra la interfaz principal del visor y detecta los controladores
3. El estudiante navega hasta el APK de "Codey Plus" y lo selecciona con el gatillo
4. El sistema inicia la carga mostrando pantalla de progreso
5. El sistema carga completamente la aplicación
6. El sistema presenta el menú inicial con las opciones "Niveles" y "Salir"</td><td>Flujo Alternativo:

1A. Las gafas no están cargadas por ende no encienden.
1B. Las gafas se tienen que actualizar y no deja iniciar hasta que se complete
1C. Las baterías de los controles se encuentran descargadas y por ende los controles no funcionan
2A. Al momento de iniciar el APK que esté se encuentre corrompido y no inicia.
3A. Los gatillos no funcionan y toca utilizar el Hand Tracking
3B. Que el APK se quede cargando porque el archivo se encuentre corrupto
4A. Codey Plus inicia, pero se cierra de inmediato y no permite la entrada.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El estudiante se encuentra ya dentro del APK.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 3

Especificación del caso de uso: Explorar nivel de programación

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Explorar nivel de programación</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante selecciona un nivel dentro del menú progreso y navega por el entorno VR para identificar objetivos, instrucciones e interactuar con el escenario correspondiente.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
El menú inicial debe estar funcional.
El estudiante debe haber seleccionado un módulo disponible.
El nivel debe estar desbloqueado.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante selecciona la opción "Niveles" desde el menú principal
2. El sistema carga y muestra el menú de progreso con módulos temáticos, resaltando niveles desbloqueados
3. El estudiante selecciona un nivel desbloqueado
4. El sistema inicia la carga del escenario mostrando pantalla con instrucciones iniciales
5. El sistema carga completamente el nivel y posiciona al estudiante en el punto de inicio
6. El estudiante explora libremente el entorno VR usando teleportación y el sistema responde actualizando la vista</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El nivel no carga debido a errores de compilación.
1B. Los assets del nivel no se encuentran y aparece un mensaje de error.
1C. El nivel está bloqueado porque el usuario no ha completado niveles previos.
2A. Problemas de tracking impiden el movimiento en el entorno.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El usuario se encuentra dentro del nivel y puede interactuar con los elementos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 4

Especificación del caso de uso: Ver videotutoriales

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Ver Videotutoriales</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante accede a un videotutorial explicativo relacionado con el concepto del nivel, el cual aparece dentro del entorno VR en una interfaz.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
El nivel debe estar cargado.
Debe existir un video asignado al nivel.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante se aproxima al área donde se encuentra la interfaz flotante del videotutorial
2. El sistema resalta el área interactiva con el ícono de reproducción
3. El estudiante activa el botón de reproducción usando el gatillo del control
4. El sistema inicia la reproducción del videotutorial con subtítulos estáticos
5. El estudiante observa el video completo dentro del entorno VR
6. El sistema finaliza automáticamente y muestra la opción de repetir o continuar</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El video no carga por corrupción del archivo.
1B. El reproductor se congela y no inicia.
1C. El video no existe en la carpeta del proyecto.
2A. El audio o subtítulos no se activan correctamente.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El video queda marcado como reproducido.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Media</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 5

Especificación del caso de uso: Visualizar videos LSC.

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Visualizar videos LSC</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante puede visualizar videos en Lengua de Señas Colombiana (LSC) para facilitar la comprensión del contenido de programación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante (Sordo)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
Deben existir videos LSC integrados.
El nivel debe habilitar la opción accesible.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante sordo identifica y selecciona el ícono de video LSC en la interfaz
2. El sistema resalta el elemento interactivo y carga el recurso
3. El estudiante activa la reproducción con el gatillo
4. El sistema reproduce el video con intérprete de LSC en una ventana flotante
5. El estudiante visualiza al intérprete realizando las señas correspondientes al contenido
6. El sistema finaliza automáticamente y permite repetir o continuar con la actividad</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El video LSC no se encuentra.
1B. La ventana del video no aparece.
1C. La video carga, pero la animación se congela.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El video LSC se reproduce correctamente o el sistema informa la falla.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 6

Especificación del caso de uso: Realizar Actividad.

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Realizar Actividad</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante realiza una actividad o reto del nivel, interactuando con objetos y aplicando conceptos de programación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
El nivel debe estar cargado.
Los elementos interactivos deben estar activos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante ve las instrucciones de la actividad mostradas en el video flotante
2. El sistema resalta los objetos interactivos (bloques, botones, compuertas)
3. El estudiante interactúa con los objetos usando el gatillo del control en la secuencia correcta
4. El sistema ejecuta las acciones correspondientes y proporciona Feedback visual en cada paso
5. El sistema detecta que la secuencia de acciones es correcta
6. El sistema muestra retroalimentación positiva y marca la actividad como completada</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El objeto no responde al interactuar.
1B. Los colliders presentan errores.
1C. El estudiante realiza la acción incorrecta y el sistema indica error.
2A. La actividad no registra los pasos realizados.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: La actividad queda marcada como completada o fallida.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración Propia (2025).

Tabla 7

Especificación del caso de uso: Interactuar con objetos VR.

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Interactuar con objetos VR</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante manipula objetos dentro del entorno VR mediante mandos</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
Tracking funcional.
Objetos configurados para interacción.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante identifica un objeto resaltado y se aproxima usando teleportación
2. El sistema muestra un indicador desde el controlador hacia el objeto
3. El estudiante presiona el gatillo del controlador para interactuar
4. El sistema detecta la interacción mediante colisiones y ejecuta la acción asociada (activar, mover, agarrar)
5. El sistema proporciona Feedback háptico en el controlador
6. El objeto reacciona visualmente (cambia color, se mueve o activa animación) y el sistema registra la interacción.</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El objeto no detecta colisión.
1B. El objeto presenta errores de física.
2A. El sistema pierde el tracking del objeto
2B. El estudiante debe reiniciar el nivel para restaurar el estado.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El objeto ejecuta correctamente la acción o el sistema registra la falla.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 8

Especificación del caso de uso: Recibir Retroalimentación

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Recibir Retroalimentación</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El sistema proporciona retroalimentación visual, textual o sonora según el desempeño del estudiante.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
El estudiante debe haber interactuado con una actividad.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante completa una acción dentro del nivel
2. El sistema evalúa si la acción es correcta o incorrecta según la lógica del nivel
3. El sistema muestra interfaz flotante con el mensaje correspondiente y efectos visuales (verdes para acierto, rojos para error)
4. El estudiante lee el mensaje de retroalimentación
5. El sistema actualiza el estado del progreso del nivel
6. El sistema oculta automáticamente la retroalimentación después de 3 segundos y el estudiante continúa.</td><td>Flujo Alternativo:

1A. La retroalimentación no aparece por error de UI.
1B. El estudiante no comprende la indicación y requiere repetirla.
1C. El texto se corta o no aparece por problemas de escala.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: La actividad queda registrada con su estado final.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

Tabla 9

Especificación del caso de uso: Desbloquear siguiente nivel.

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Desbloquear el siguiente nivel</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El sistema habilito el siguiente nivel luego de que el estudiante complete correctamente la actividad requerida.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
Debe existir un nivel siguiente.
El nivel actual debe estar completado.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante completa la última actividad del nivel actual
2. El sistema detecta que todos los objetivos fueron cumplidos y marca el nivel como "completado"
3. El sistema guarda el progreso del usuario y actualiza el siguiente nivel a "desbloqueado"
4. El sistema muestra pantalla de felicitación.
5. El estudiante selecciona "Continuar" o "Finalizar"
6. El sistema carga el nuevo nivel desbloqueado y regresa al menú de progreso</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El sistema no guarda el progreso.
1B. El nivel no se desbloquea por error de programación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: El siguiente nivel aparece disponible en el menú.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración Propia (2025).

Tabla 10

Especificación del caso de uso: Salir del sistema

<table>
<tr><td>Nombre:</td><td colspan="2">Salir del sistema</td></tr>
<tr><td>Autor:</td><td colspan="2">Santiago</td></tr>
<tr><td>Fecha:</td><td colspan="2">Septiembre 2025</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción: El estudiante cierra la aplicación desde el menú principal.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actores: Estudiante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Precondiciones:
La aplicación debe estar en ejecución.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flujo Normal:

1. El estudiante selecciona la opción "Salir" desde el menú principal
2. El sistema guarda automáticamente el progreso actual.
3. El sistema cierra todos los recursos activos (audio, video, escenas)
4. El sistema cierra la aplicación y el estudiante regresa al menú principal de Meta Quest 2</td><td>Flujo Alternativo:

1A. El sistema no guarda el progreso.
1B. El nivel no se desbloquea por error de programación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Postcondiciones: La aplicación se cierra correctamente.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Prioridad: Alta</td></tr>
</table>

Nota: Elaboración propia (2025).

3.6 Restricciones y atributos de calidad (Requisitos No Funcionales)

Tabla 11

Atributos de calidad del sistema Codey Plus

ID – RQNF	Atributo de Calidad	Módulo/Funcionalidad	Prioridad
01	Usabilidad: facilidad de aprendizaje y uso incluso para usuarios sin experiencia previa en programación o VR	Interfaz y experiencia de usuario	Alta
02	Usabilidad: facilidad de aprendizaje y uso incluso para usuarios sin experiencia previa en programación o VR	Interfaz y navegación	Alta
03	Usabilidad: contenido estructurado en módulos progresivos para curva de aprendizaje adaptativa	Estructura de módulos	Alta
04	Usabilidad: posibilidad de completar cualquier módulo sin instrucción externa	Flujo de módulos	Alta
05	Rendimiento: tiempo de carga inicial ≤ 5 segundos	Carga inicial	Alta
06	Rendimiento: transiciones entre escenas ≤ 2 segundos	Cambio de escenas	Alta
07	Rendimiento: respuesta a entradas ≤ 100 ms	Interacción en VR	Alta
08	Rendimiento: tasa mínima de 62 FPS estables	Motor gráfico y optimización	Alta
09	Confiabilidad: funcionamiento estable durante sesiones de mínimo 25 minutos sin cierres inesperados	Ejecución general	Alta
10	Confiabilidad: reanudación desde último punto guardado ante errores	Gestión de progreso	Alta
11	Éticos: contenido inclusivo, sin sesgos de género, raza ni discriminación	Contenido educativo	Alta
12	Éticos: imágenes y lenguaje apropiados para contextos educativos y multiculturales	Contenido visual y textual	Alta
13	Mantenibilidad y escalabilidad: diseño modular para facilitar actualizaciones y nuevos niveles	Arquitectura del sistema	Alta

14	Mantenibilidad y escalabilidad: código documentado para permitir mantenimiento por otros desarrolladores	Código fuente	Alta

Nota: Elaboración Propia (2025).

Tabla 12

Restricciones del sistema Codey Plus

ID – RQ NF	Restricciones	Módulo/Funcionalidad	Prioridad
01	Espacio: tamaño total del APK ≤ 2 GB	Distribución y empaquetado	Alta
02	Espacio: caché y archivos temporales ≤ 200 MB	Gestión de almacenamiento	Alta
03	Condiciones ambientales: funcional en espacios interiores mínimos de 2 m²	Uso físico	Alta
04	Condiciones ambientales: sin requerir condiciones lumínicas específica	Uso físico	Alta
05	Operacionales: ejecución sin periféricos adicionales, solo visor y controles Meta Quest 2	Compatibilidad hardware	Alta
06	Operacionales: accesible desde el menú principal del visor y ejecución inmediata	Integración con visor	Alta
07	Desarrollo: uso de Unity, C#, Unity Hub y Visual Studio	Entorno de desarrollo	Alta
08	Contables/Costos: uso de software libre, herramientas gratuitas o licencias académicas	Gestión de recursos	Media
09	Contables/Costos: uso de equipos ya disponibles del semillero	Gestión de recursos	Alta
10	Protección al usuario: evitar estímulos visuales/auditivos excesivos	Diseño de experiencia	Alta
11	Protección al usuario: advertencias para pausas regulares y evitar fatiga visual	Diseño de experiencia	Alta
12	Regulatorios: cumplimiento Ley 1346 de 2009 y WCAG 2.1	Accesibilidad	Alta

13	Regulatorios: evitar uso de herramientas con licencias privativas o sin permisos	Legal y licencias	Alta

Nota: Elaboración Propia (2025).

4. Diseño del Software (ISO 12207-1)

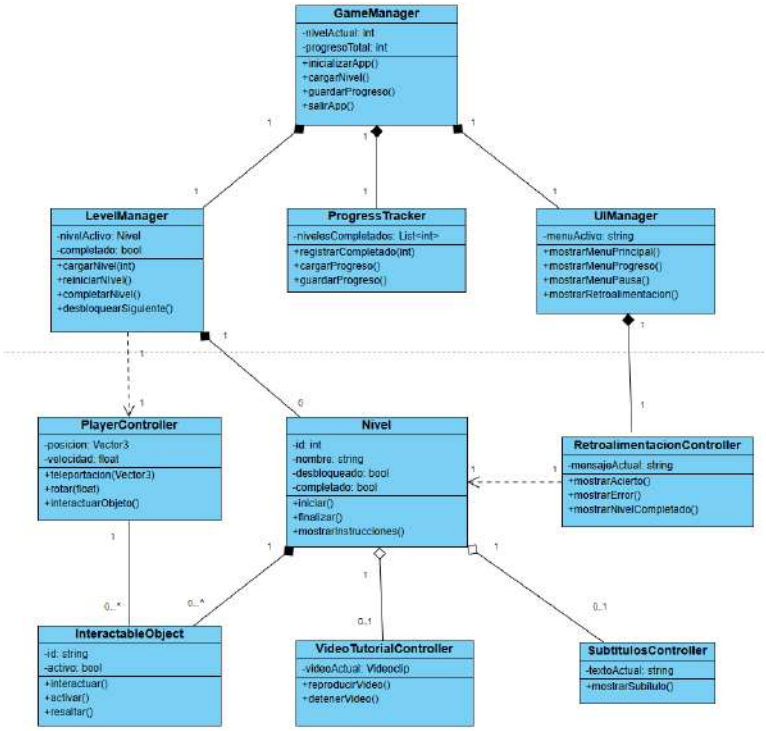
4.1 Diseño detallado del software

4.1.1 Diagrama de Clases

El siguiente diagrama representa la estructura estática del sistema Codey Plus

Figura 2

Diagrama de Clases del sistema Codey Plus



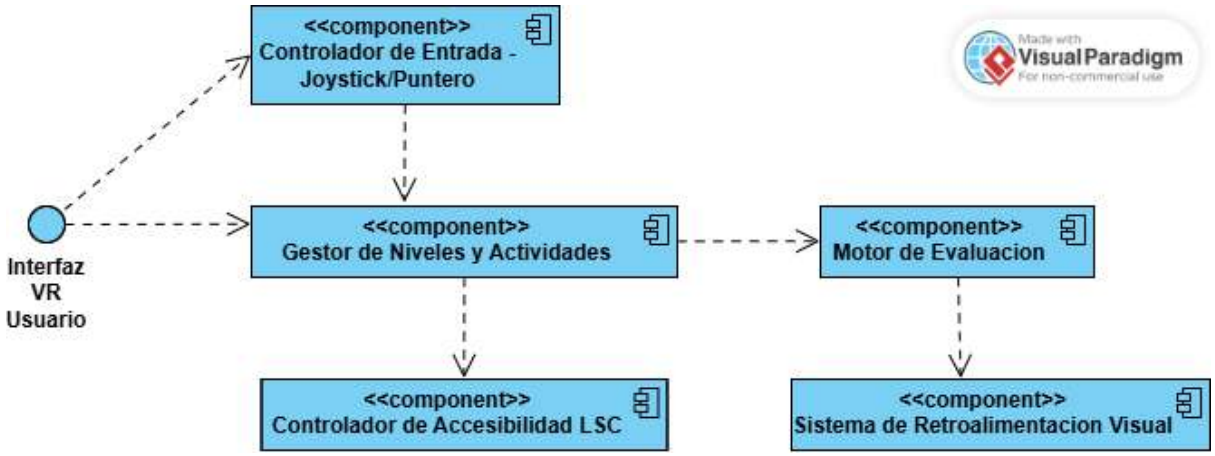
Nota: Elaboración propia (2025).

4.1.2 Diagrama de Componentes

El siguiente diagrama representa los componentes y la relación de dependencia ellos de Codey Plus.

Figura 3

Diagrama de Componentes del sistema Codey Plus



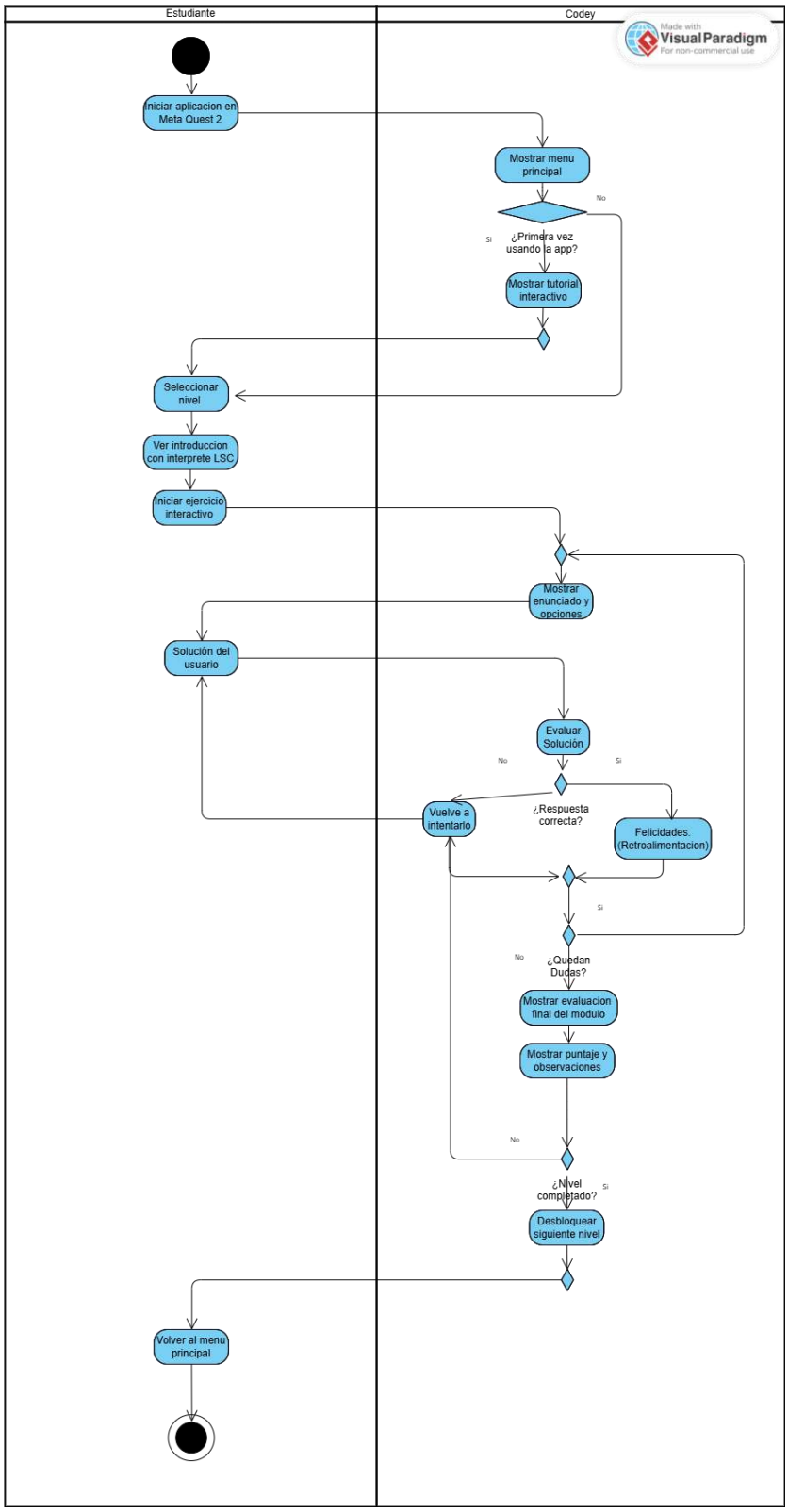
Nota: Elaboración propia (2025).

4.1.3 Diagrama de Actividades

El siguiente diagrama representa el flujo de las actividades que el usuario puede realizar en Codey Plus.

Figura 4

Diagrama de Actividades del sistema Codey Plus



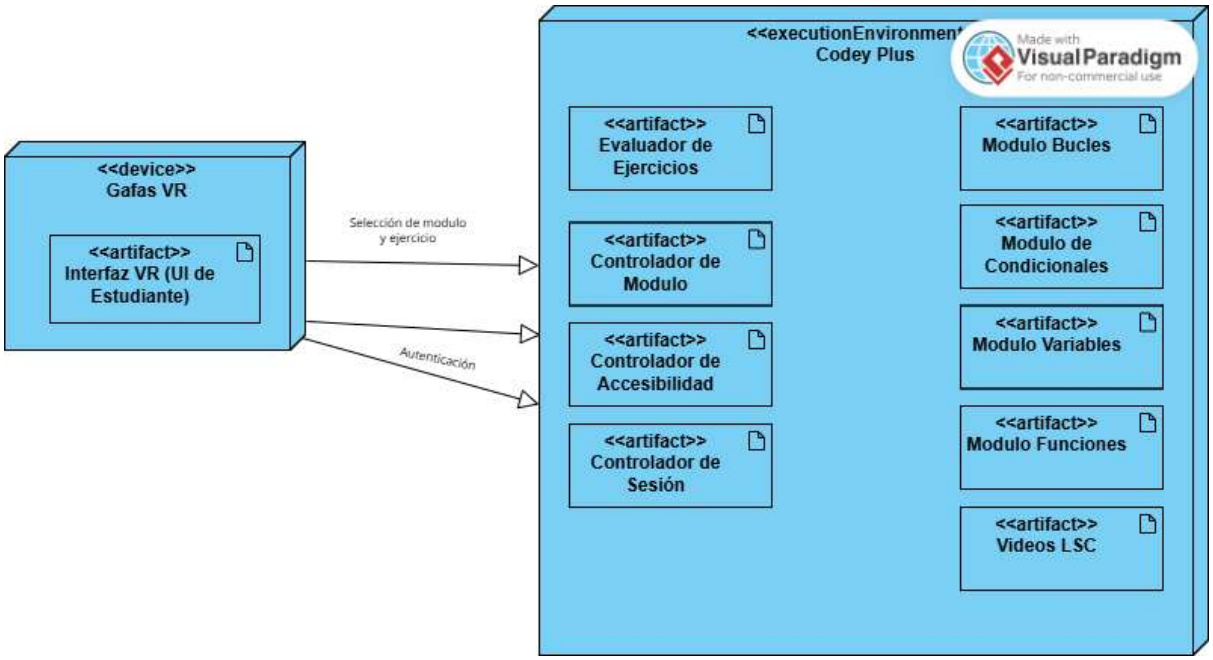
Nota: Elaboración propia (2025).

4.1.4 Diagrama de Despliegue

El siguiente diagrama representa la arquitectura física de Codey Plus, recalcando como se conecta el usuario con el entorno de realidad virtual y con que artefactos lo hace.

Figura 5

Diagrama de Despliegue del sistema Codey Plus



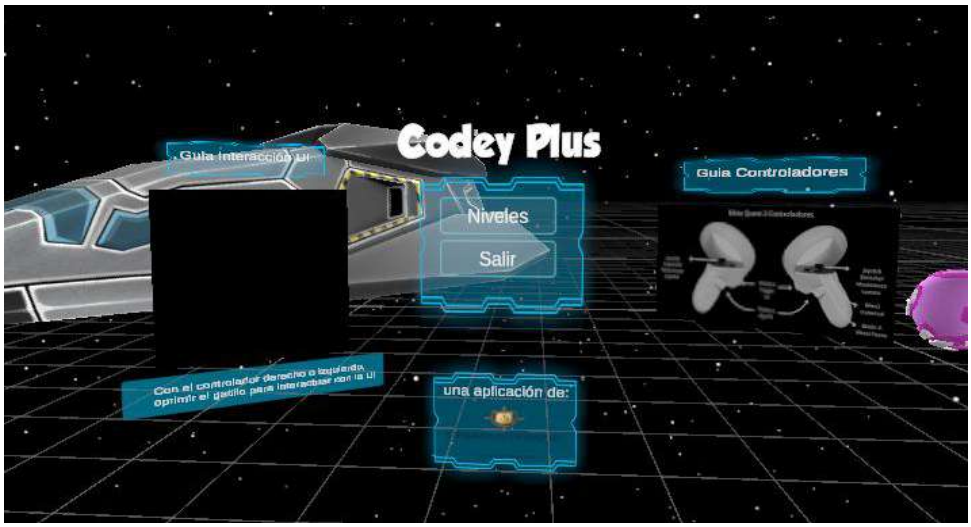
Nota: Elaboración Propia (2025).

4.2 Diseño de la Interfaz

4.2.1 Interfaz del Usuario

Figura 6

Captura de pantalla del menú principal del sistema Codey Plus

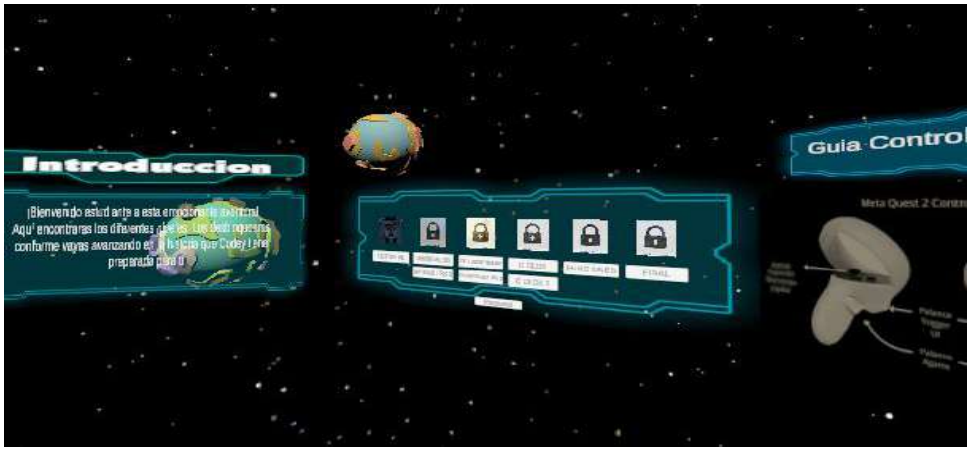


Nota: Elaboración propia (2025).

4.2.2 Interfaces de Entrada

Figura 7

Captura de pantalla del menú progreso del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

4.2.3 Interfaces de Salida

Figura 8

Captura de pantalla del tutorial del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 9

Captura de pantalla del nivel 1.1 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 10

Captura de pantalla del nivel 1.2 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 11

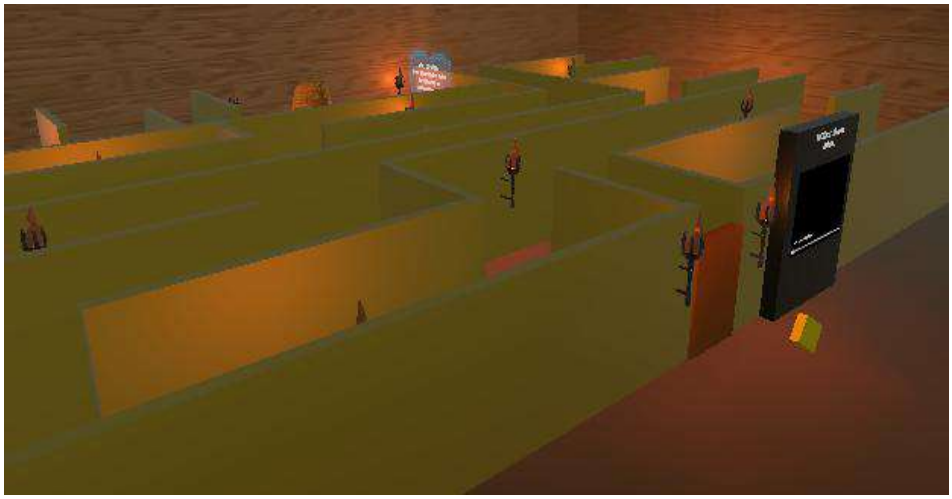
Captura de pantalla del nivel 2.1 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 12

Captura de pantalla del nivel 2.2 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 13

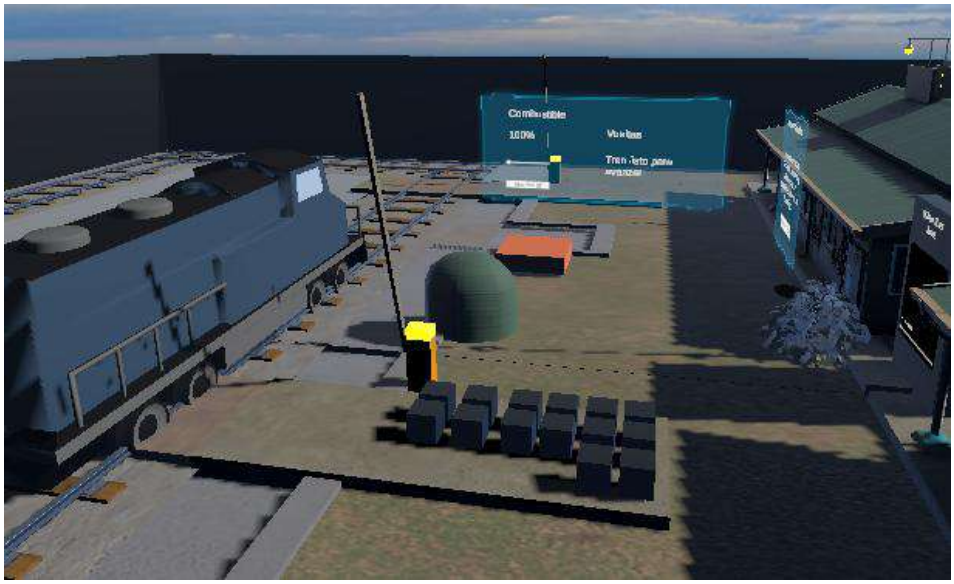
Captura de pantalla del nivel 3.1 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 14

Captura de pantalla del nivel 3.2 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 15

Captura de pantalla del nivel 4.1 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 16

Captura de pantalla del nivel final del sistema Codey Plus



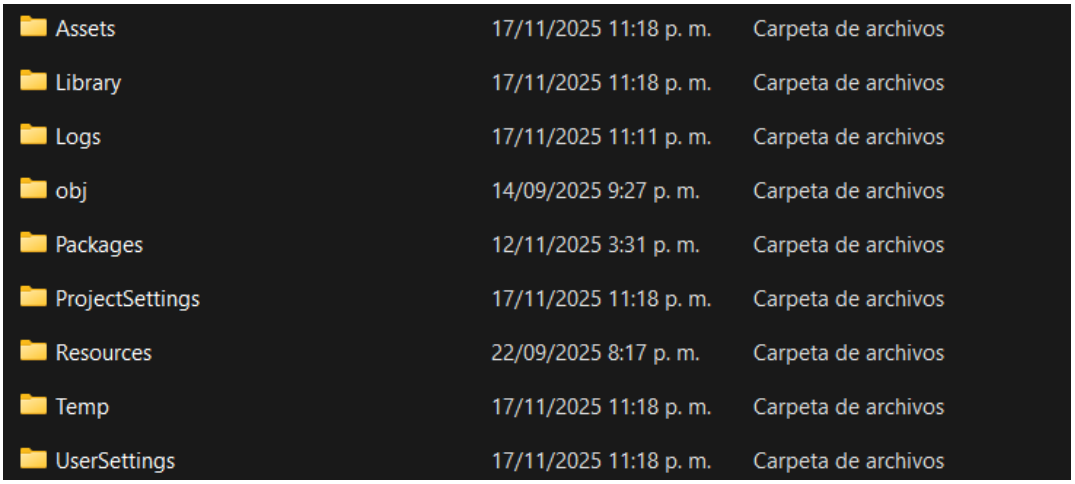
Nota: Elaboración propia (2025).

4.3 Diseño del Modelo de datos

El modelo de datos de Unity consiste en archivos que se encuentran en carpetas divididas, cada una con una sección asignada tales como assets, paquetes, scripts, modelos, multimedia, etc. Estas carpetas terminan almacenadas en un ordenador de escritorio. La herramienta que se utilizó para control de versiones fue Unity Version Control.

Figura 17

Captura de pantalla carpetas que conforman el sistema Codey Plus



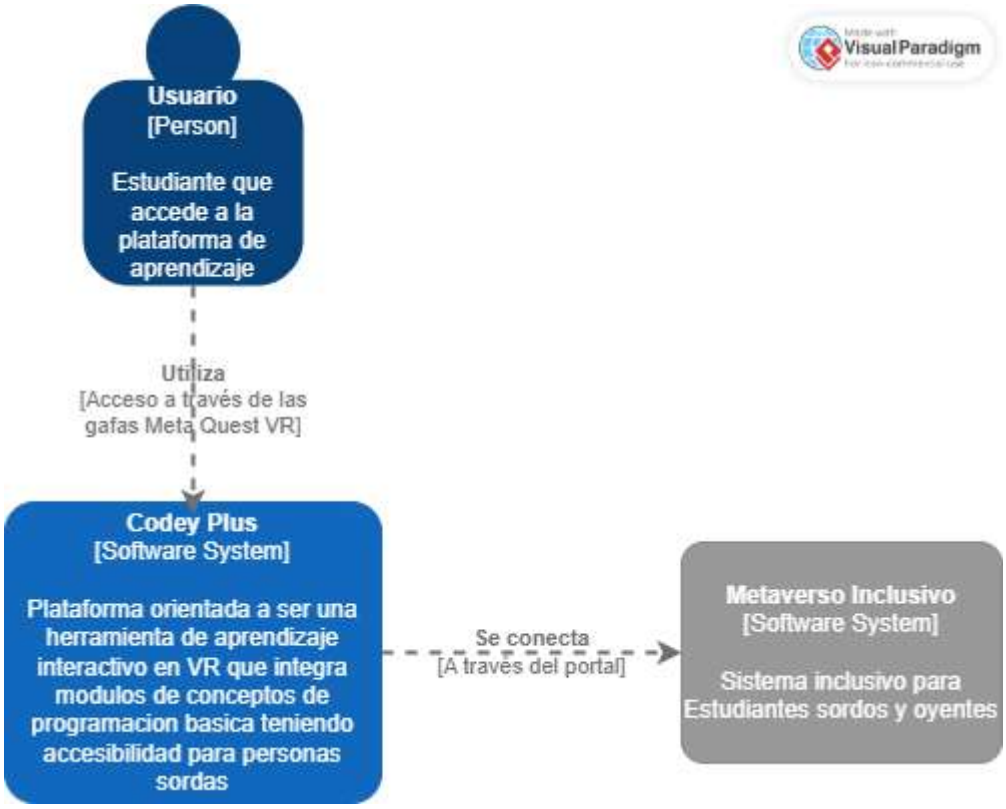
Nota: Elaboración propia (2025).

4.4 Diseño de la Arquitectura del Software

El diseño de arquitectura C4 es un conjunto jerárquico de diagrama que ayudan al sistema Codey Plus a representar contexto, contenedores, y componentes de manera profundad, brindando el cómo interactúa el usuario con el sistema.

Figura 18

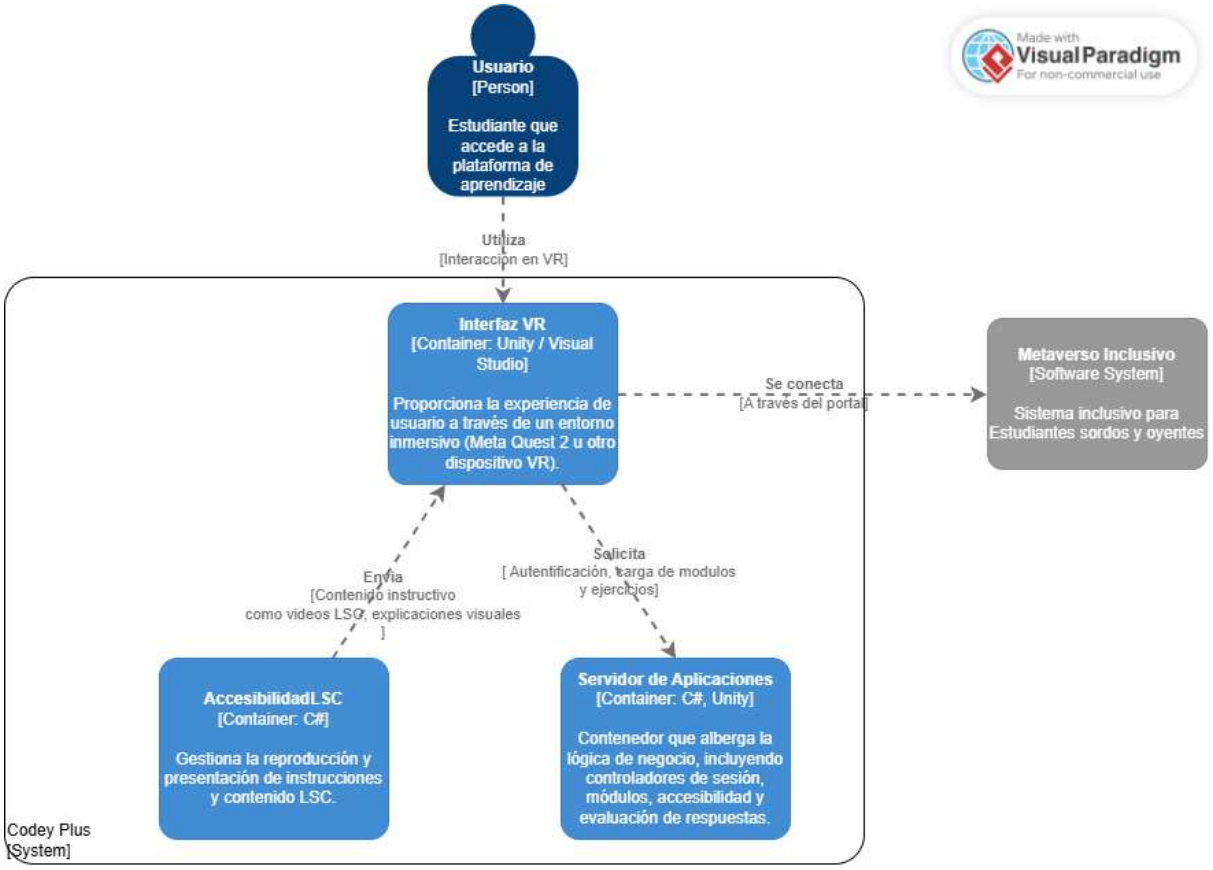
Nivel 1 del diseño C4 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 19

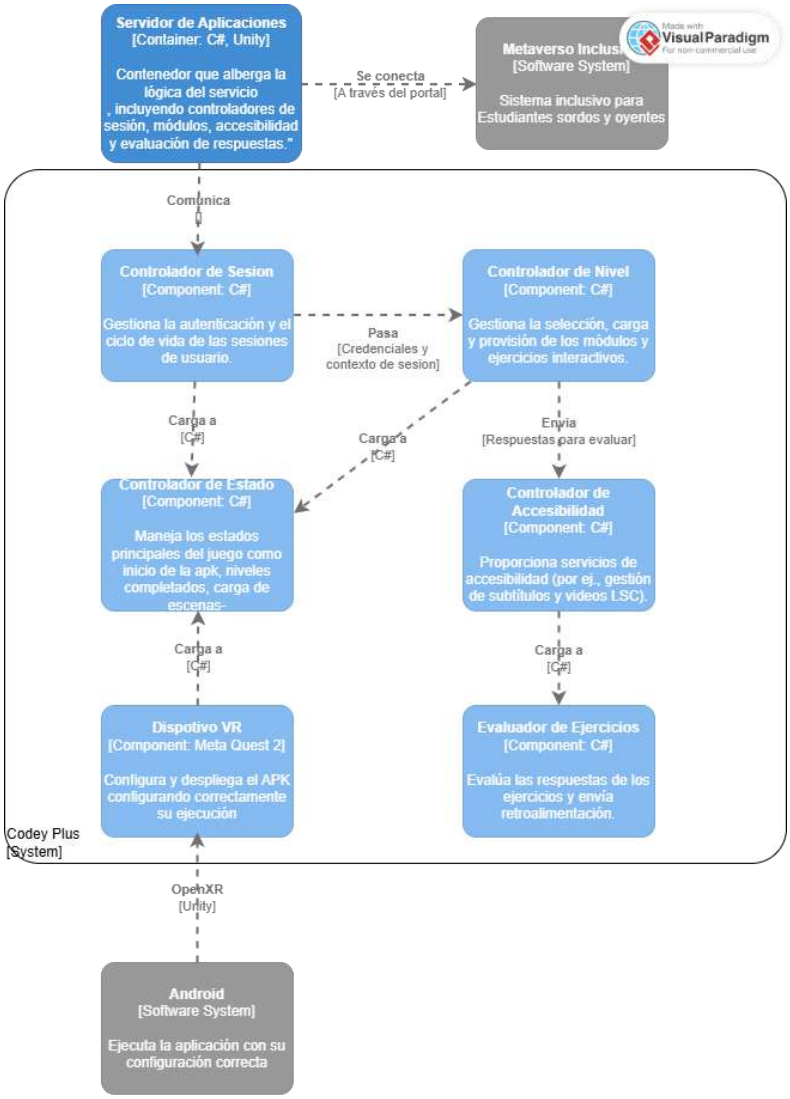
Nivel 2 del diseño C4 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 20

Nivel 3 del diseño C4 del sistema Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

5. Implementación

5.1 Herramientas Utilizadas

5.1.1 Entorno de desarrollo

El desarrollo de Codey 3.0Beta (Codey Plus) se realizó utilizando el motor de Unity, una plataforma ampliamente reconocida para la creación de experiencias interactivas y aplicaciones en 3D, videojuegos y sistemas de realidad virtual. Según Unity Technologies (2022), el motor se caracteriza por ofrecer un conjunto robusto de herramientas integradas que permiten gestionar gráficos, físicas, animaciones, audio y la interacción del usuario dentro de entorno inmersivos.

Dentro de sus características tenemos

- Multiplataforma: permite compilar proyectos para diferentes dispositivos, incluyendo Meta Quest 2.
- Soporte nativo para VR: dispone de módulos como el *XR Interaction Toolkit* que facilitan locomoción, interacción y manejo de objetos en realidad virtual.
- Escalabilidad: su arquitectura modular facilita la actualización del proyecto sin modificar partes críticas del sistema.
- Interfaz visual intuitiva: combina edición mediante inspector, jerarquía y escenas, permitiendo un diseño más eficiente.
- Integración con paquetes XR de Meta: habilitas funciones avanzadas como *los* controladores hápticos.
- Soporte para multimedia: permite integrar videos, sonidos, subtítulos y animaciones, cruciales para accesibilidad y contenido educativo.

Según la Unity Assets Store (2022), es una librería de modelos 3D, 2D, texturas, herramientas, etc. Tanto gratis como comerciales para añadir a proyectos desarrollados en Unity.

Unity fue elegido porque combina estabilidad, herramientas listas para uso educativo y compatibilidad directa con Meta Quest 2, lo que resulta adecuado para un software de aprendizaje inmersivo como Codey Plus.

Figura 21

Logo de Unity



Nota: Tomado de: Unity Technologies (s.f.).

Versión de Unity utilizada: Unity 2022.3.62f2. Versión Soporte a largo plazo (LTS)

5.1.2 Lenguaje de Programación

El sistema fue implementado utilizando C#, el lenguaje oficial para desarrollo dentro de Unity. Microsoft (2023) describe a C# como un lenguaje orientado a objetos, tipado y seguro, diseñado para permitir el desarrollo de aplicaciones robustas y escalables. Su sintaxis clara y su estructura modular lo convierten en una opción ideal para proyectos educativos inmersivos.

La codificación se realizo den Visual Studio, el entorno de desarrollo integrado recomendado por Microsoft para trabajar con C#, debido a su depuración avanzada, autocompletado (Intellisense) y compatibilidad directa con Unity.

Algunas de las características que conforman al lenguaje son:

- Orientación a objetos: facilita la creación de scripts organizados en clases y componentes reutilizables.
- Tipado fuerte: reduce errores durante la ejecución y evita fallos comunes en interacción VR.
- Alto rendimiento: permite optimizar cálculos, eventos y procesos esenciales para VR.
- Integración con Unity API: simplifica acceso a físicas, animaciones, colisiones, escena e interacciones XR.
- Depuración avanzada en Visual Studio: permite visualizar el estado del software en tiempo real y encontrar errores con precisión.
- Legibilidad y mantenibilidad: el código puede ser adaptado fácilmente por futuros desarrolladores o investigadores.

Figura 22

Icono de C-Sharp (C#)



Nota: Tomado de: Microsoft (s.f.).

5.2 Requisitos del Software y Hardware

5.2.1 Requisitos Mínimos para ejecución en PCVR

Los siguientes requisitos permiten ejecutar el software en computadores compatibles con realidad virtual mediante conexión a un visor externo (PCVR).

- Sistema operativo: Windows 10/11 (64 bits).
- Procesador: Intel Core i5 de 9ª generación o equivalente AMD.
- Memoria RAM: 8 GB.
- Tarjeta gráfica: NVIDIA GTX 1060 / AMD RX 580 o superior.
- Almacenamiento: 30 GB libres.
- Unity Editor (solo si se ejecuta desde entorno de desarrollo): versión 2022.3 LTS o superior.

5.2.2 Requisitos para visores standalone (Meta Quest 2 / Meta Quest 3)

Los siguientes requisitos corresponden a la ejecución directa del APK dentro de los visores Meta Quest.

- Procesador Snapdragon XR2
- Pantallas LCD con resolución 1832 x 1920 por ojo
- 6 GB de RAM
- Almacenamiento interno de 128 GB o 259 GB
- Controladores Oculus touch
- Conexión Wi-Fi estable

Figura 23

Imagen de las Meta Quest 2



Nota: Tomado de Comprarmag (s.f).

6. Pruebas de Software

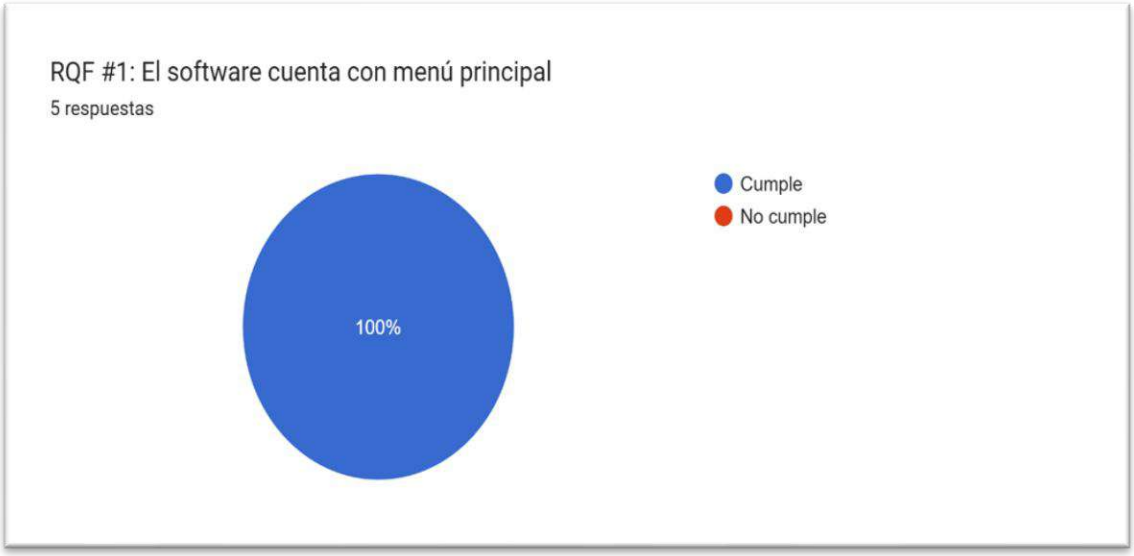
6.1 Inspección del Software (Validación y Verificación)

El primer formulario que se realiza para testear el sistema de Codey Plus fue de Validación y Verificación (Requisitos funcionales y no funcionales). En total se encuestaron a 5 personas pertenecientes al programa de Tecnología en desarrollo de Software, los cuales tenían que evaluar si el requisito se cumplía o no.

6.1.1 Validación de Requisitos Funcionales (RQF)

Figura 24

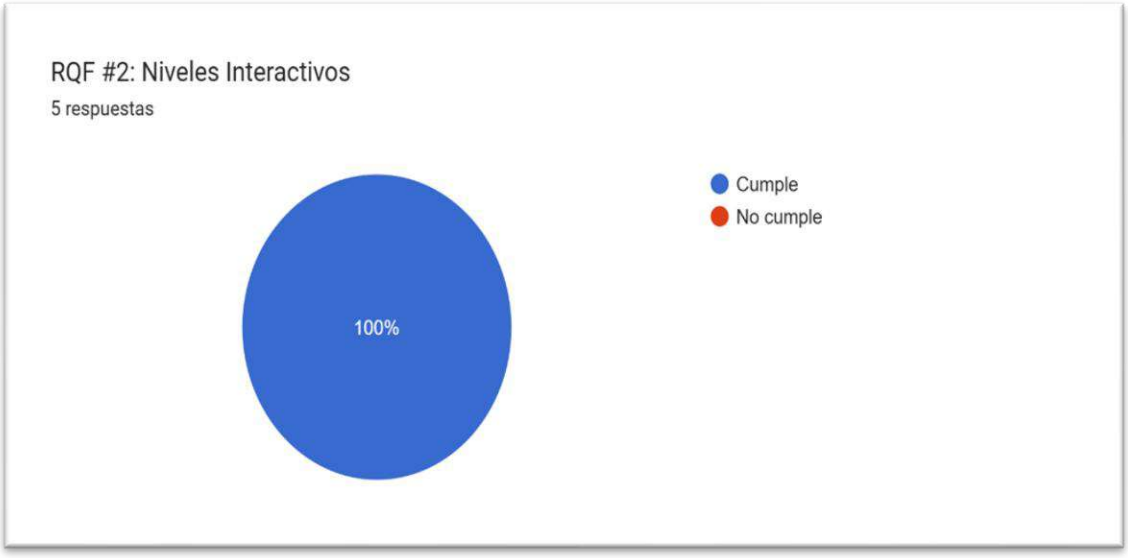
Diagrama de torta del RQF 1 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 25

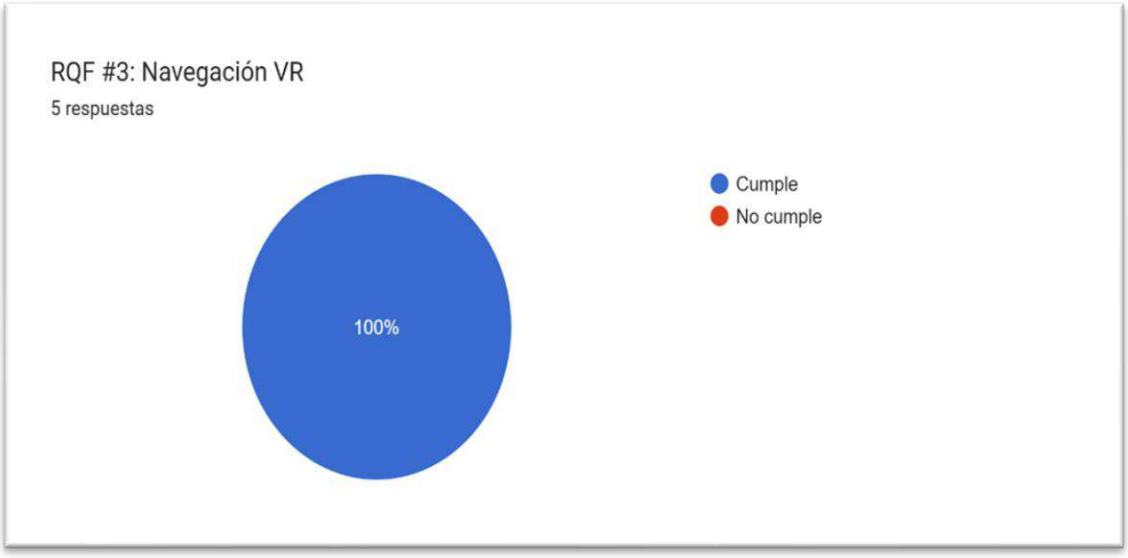
Diagrama de torta del RQF 2 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 26

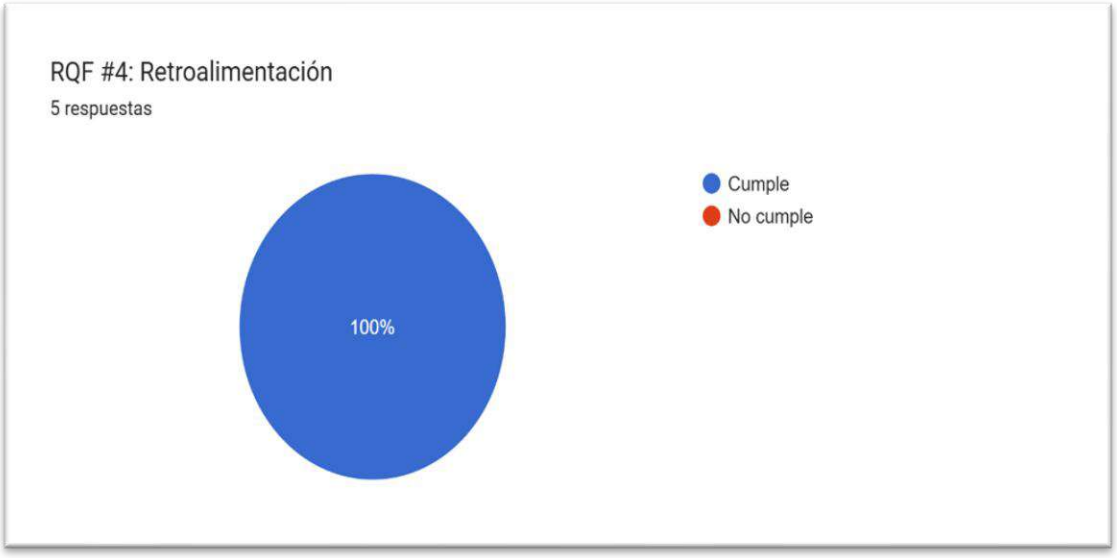
Diagrama de torta del RQF 3 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 27

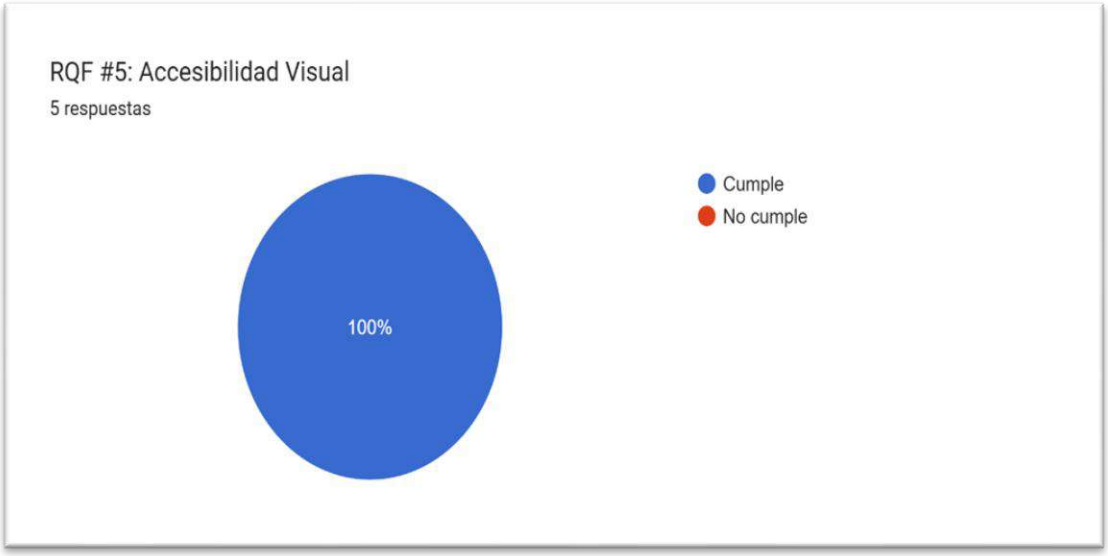
Diagrama de torta del RQF 4 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 28

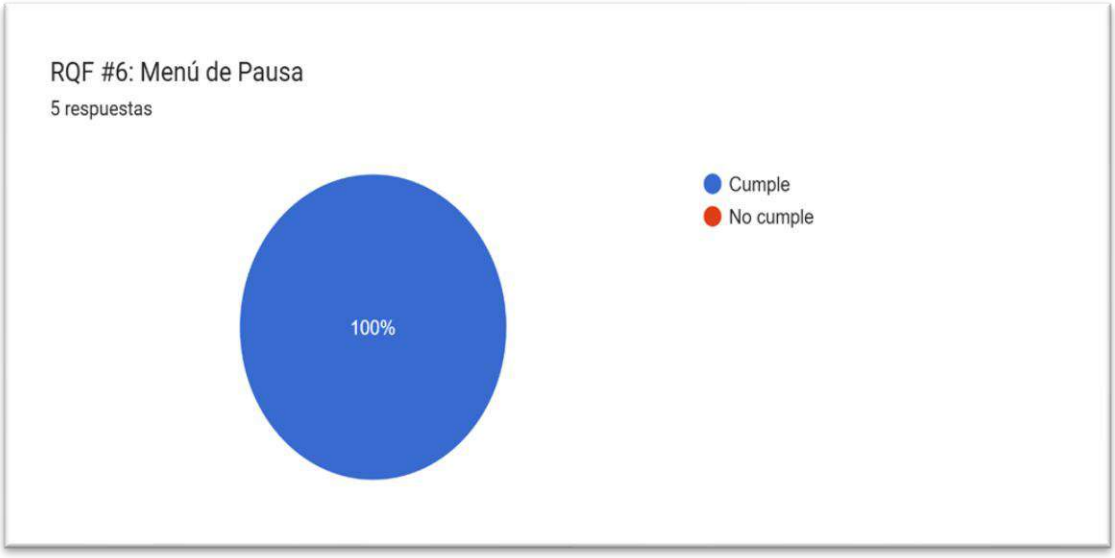
Diagrama de torta del RQF 5 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 29

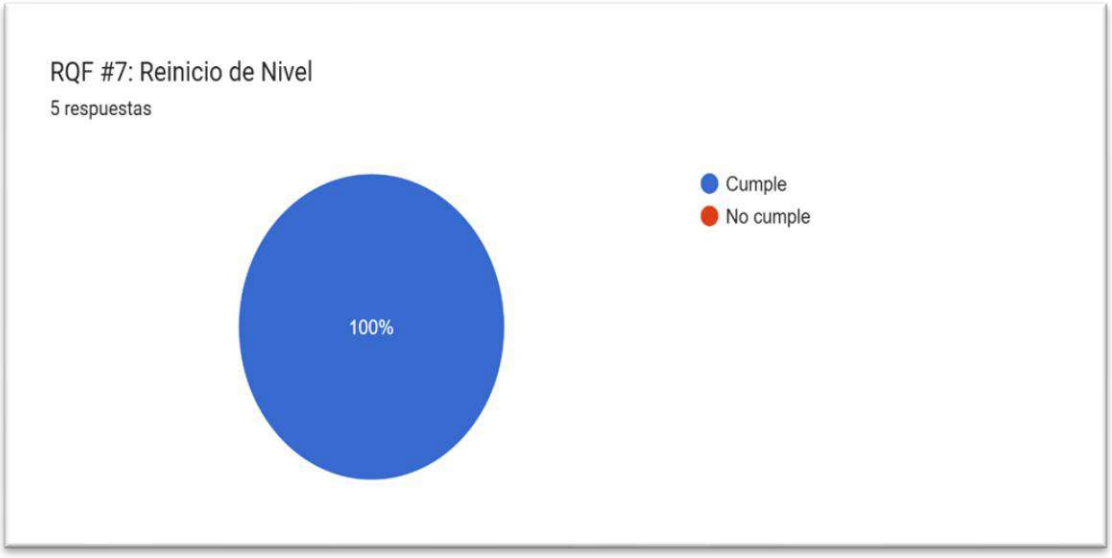
Diagrama de torta del RQF 6 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 30

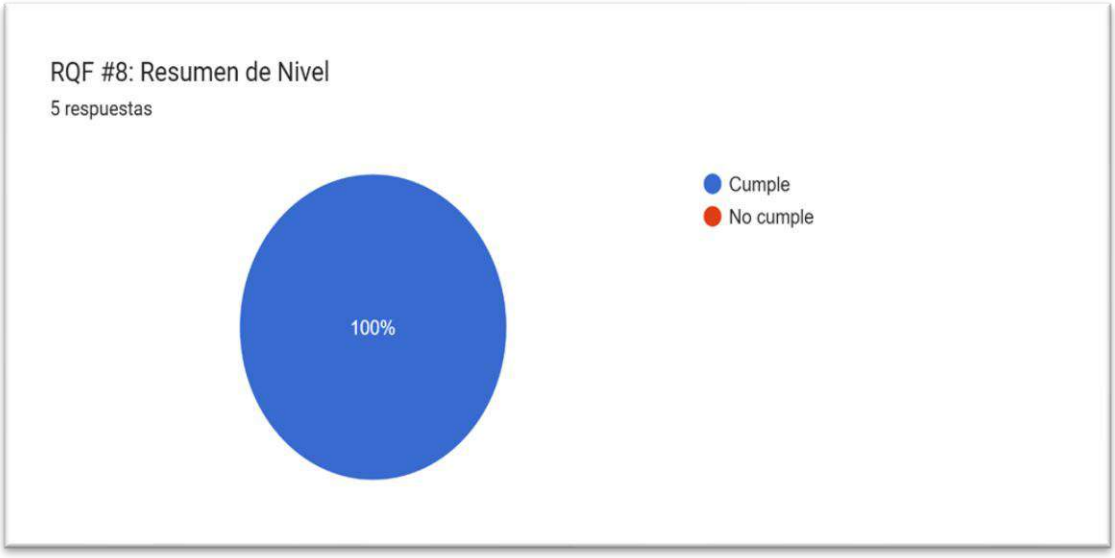
Diagrama de torta del RQF 7 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 31

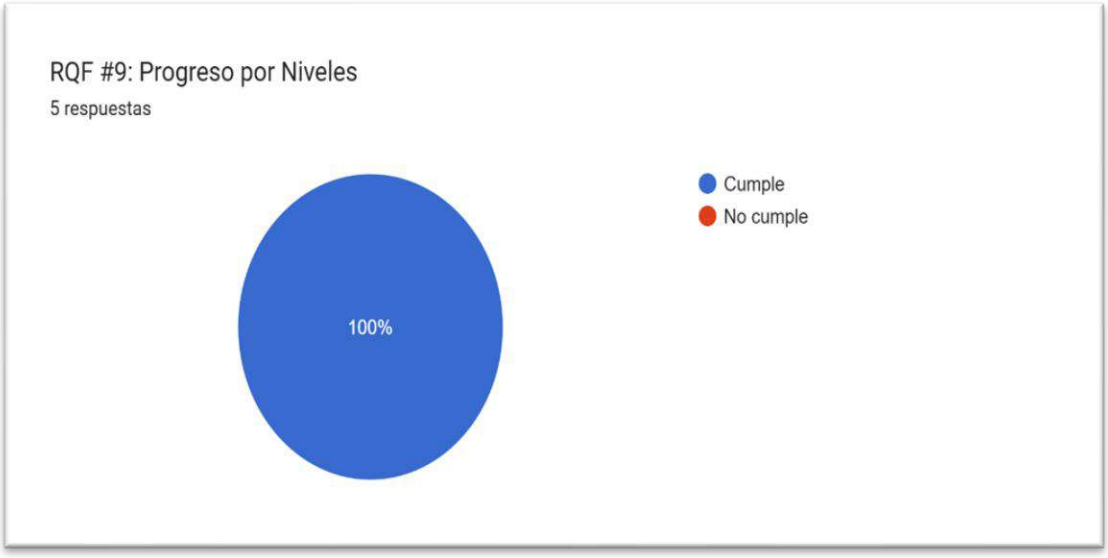
Diagrama de torta del RQF 8 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 32

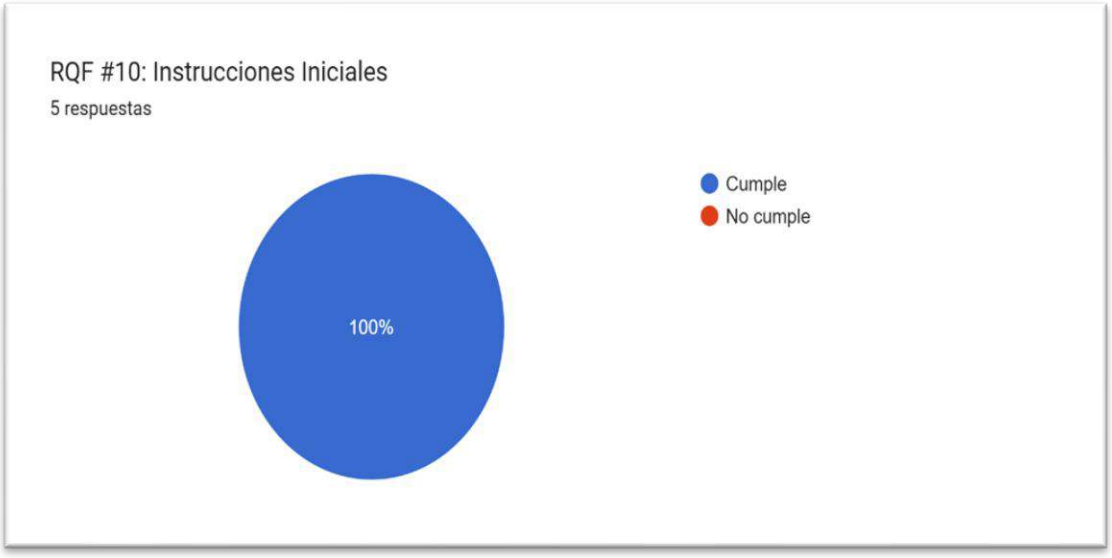
Diagrama de torta del RQF 9 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 33

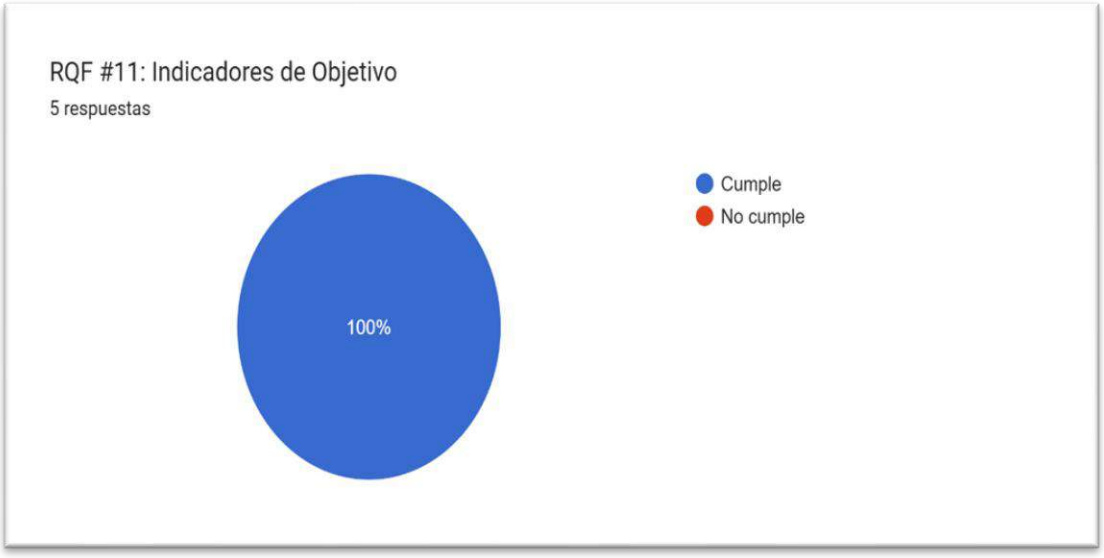
Diagrama de torta del RQF 10 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 34

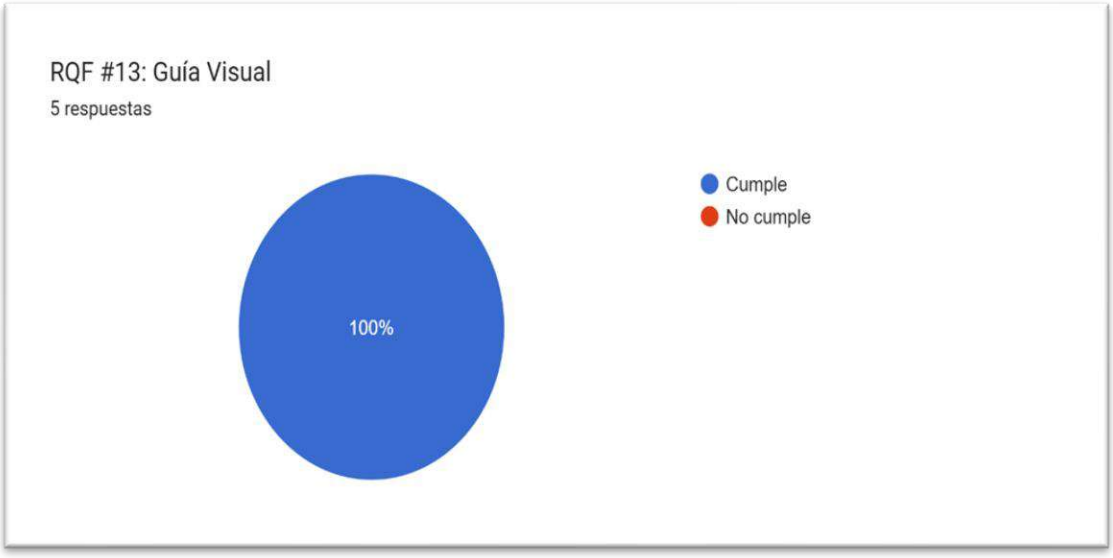
Diagrama de torta del RQF 11 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 35

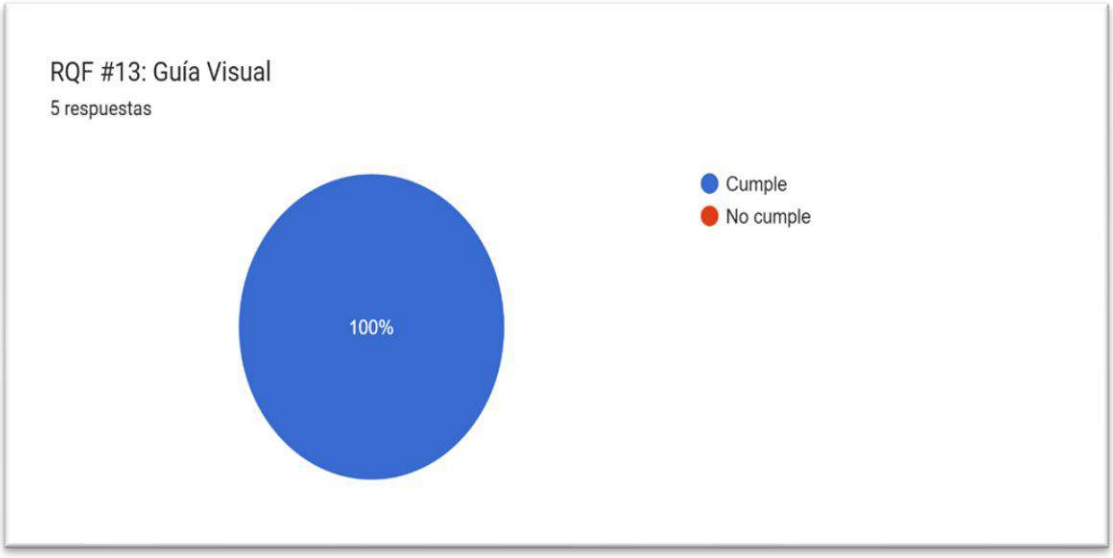
Diagrama de torta del RQF 12 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 36

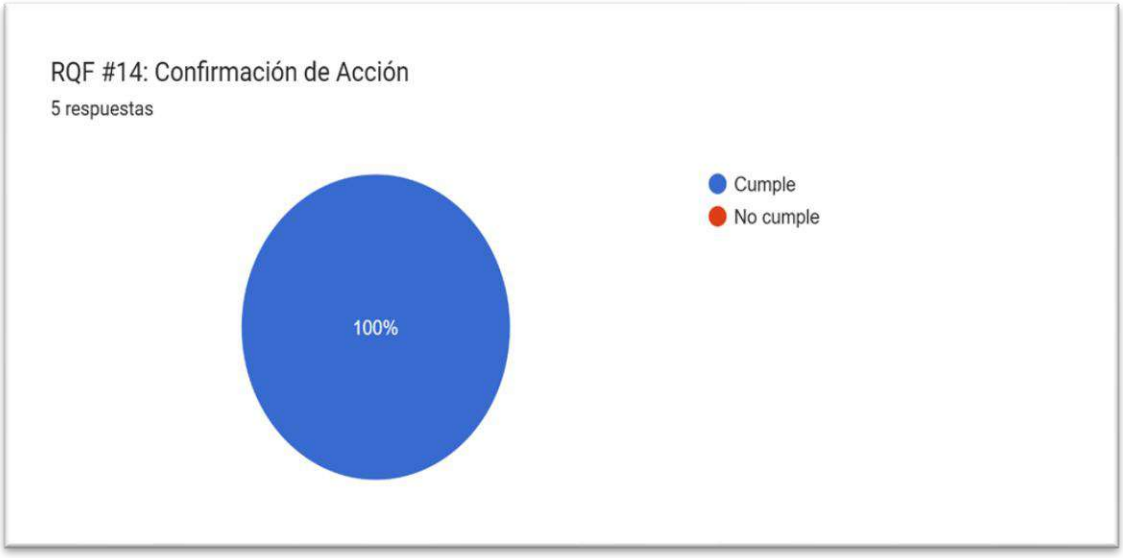
Diagrama de torta del RQF 13 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 37

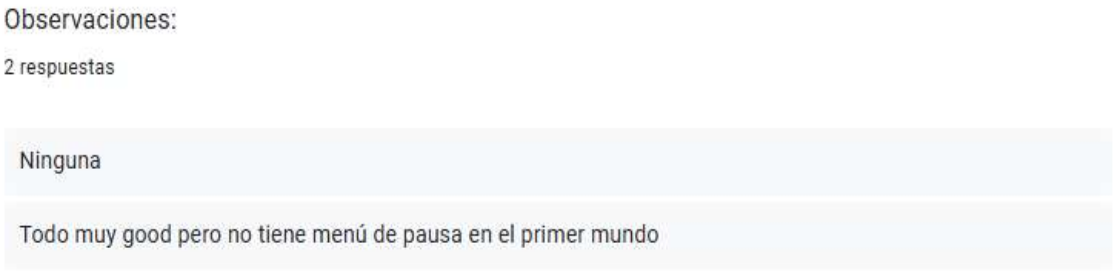
Diagrama de torta del RQF 14 de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 38

Observaciones de la validación de los Requisitos Funcionales



Nota: Elaboración propia (2025).

6.1.2 Validación de Requisitos No Funcionales (RQNF)

Atributos de Calidad. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de validación para los atributos de calidad definidos en el sistema, como se observa en la siguiente figura:

Figura 39

Diagrama de torta del RQNF 1(Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 40

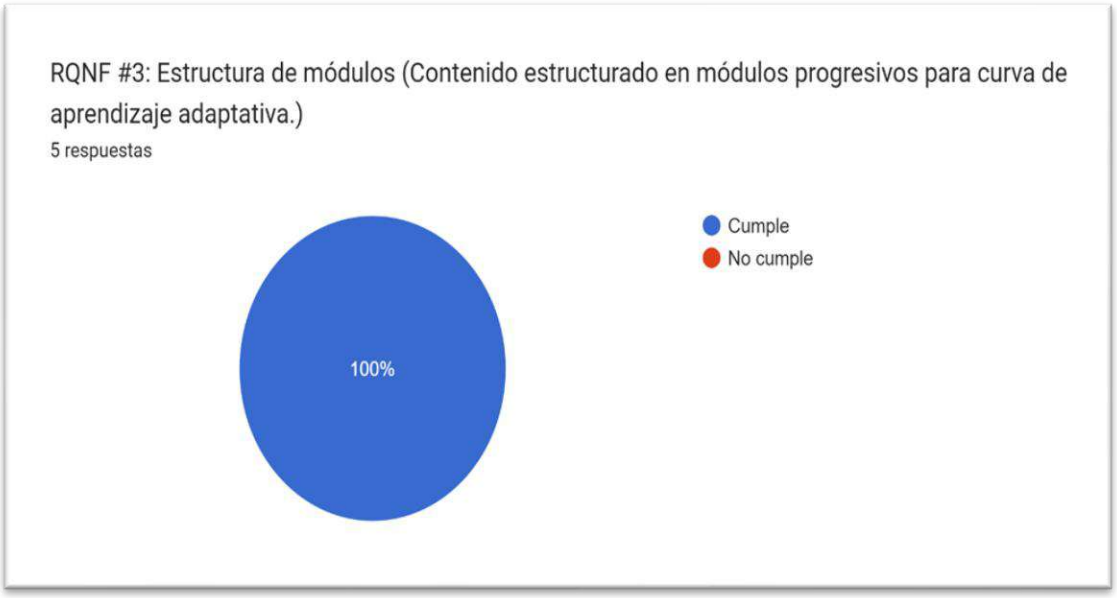
Diagrama de torta del RQNF 2 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 41

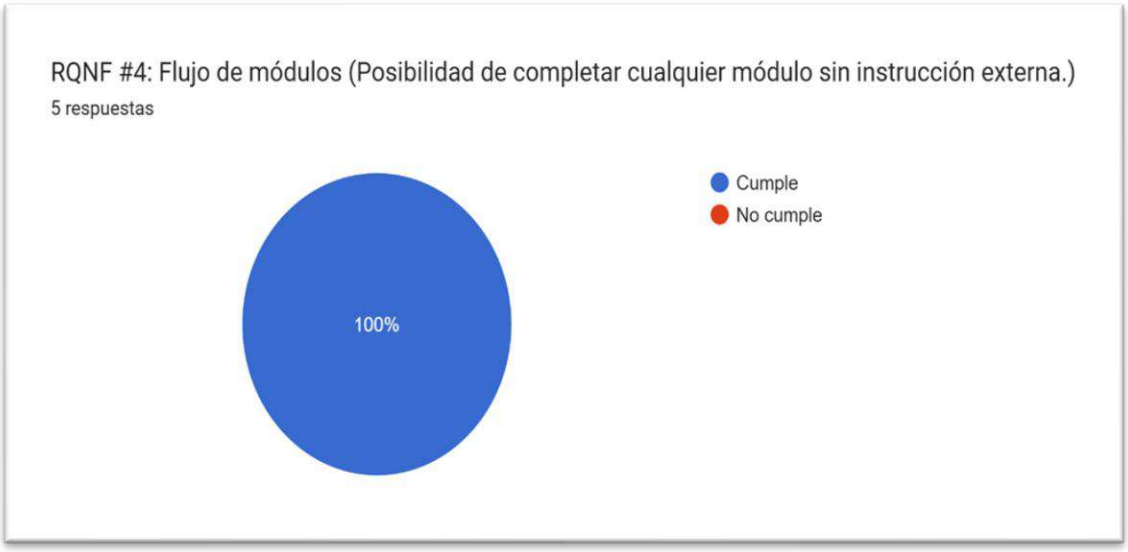
Diagrama de torta del RQNF 3(Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 42

Diagrama de torta del RQNF 4(Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 43

Diagrama de torta del RQNF 5 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 44

Diagrama de torta del RQNF 6 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 45

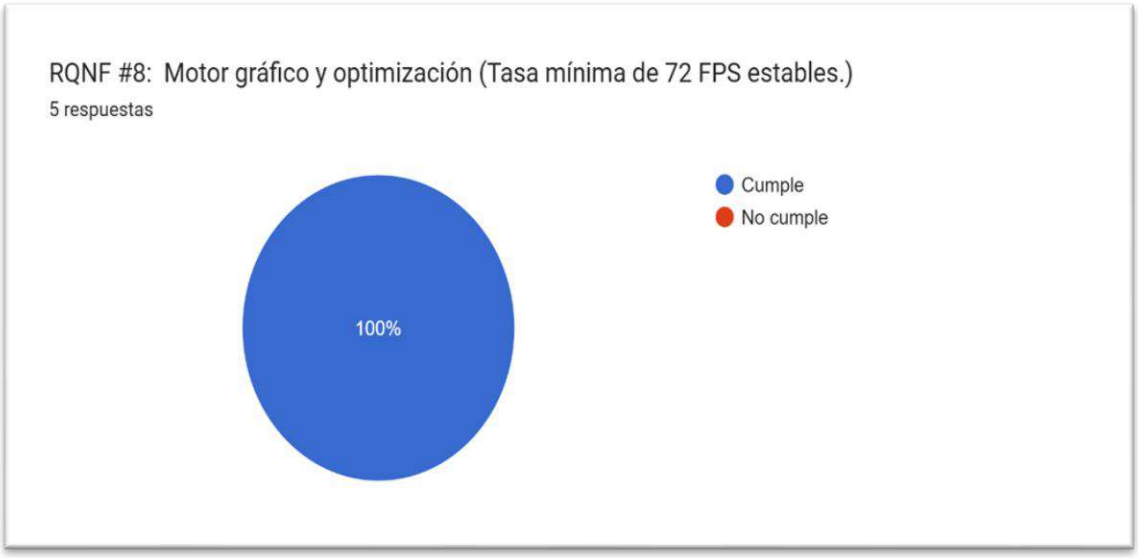
Diagrama de torta del RQNF 7 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 46

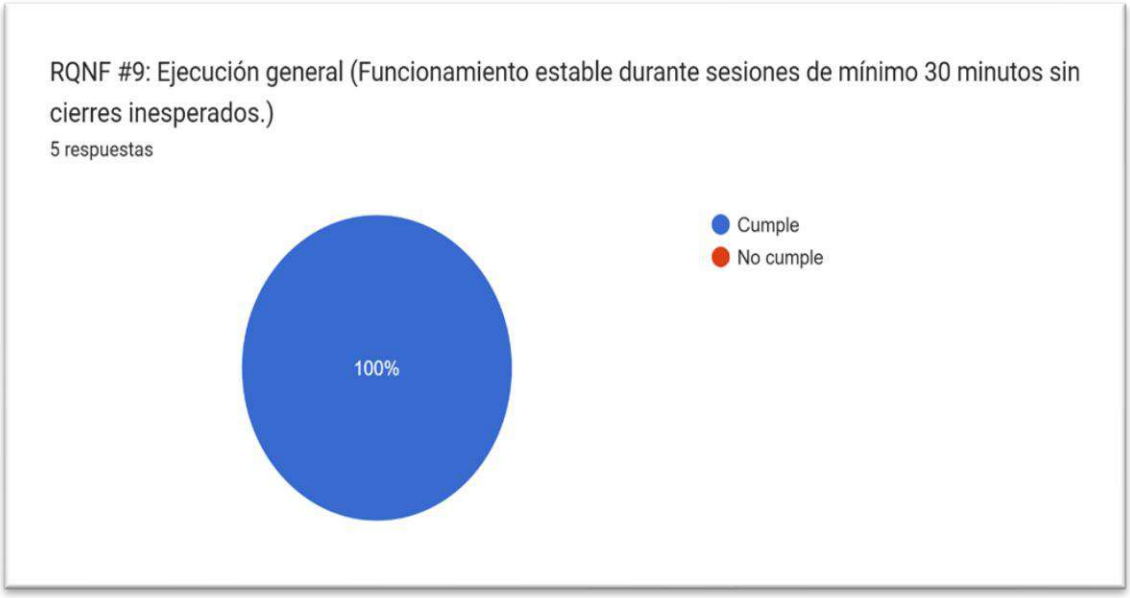
Diagrama de torta del RQNF 8 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 47

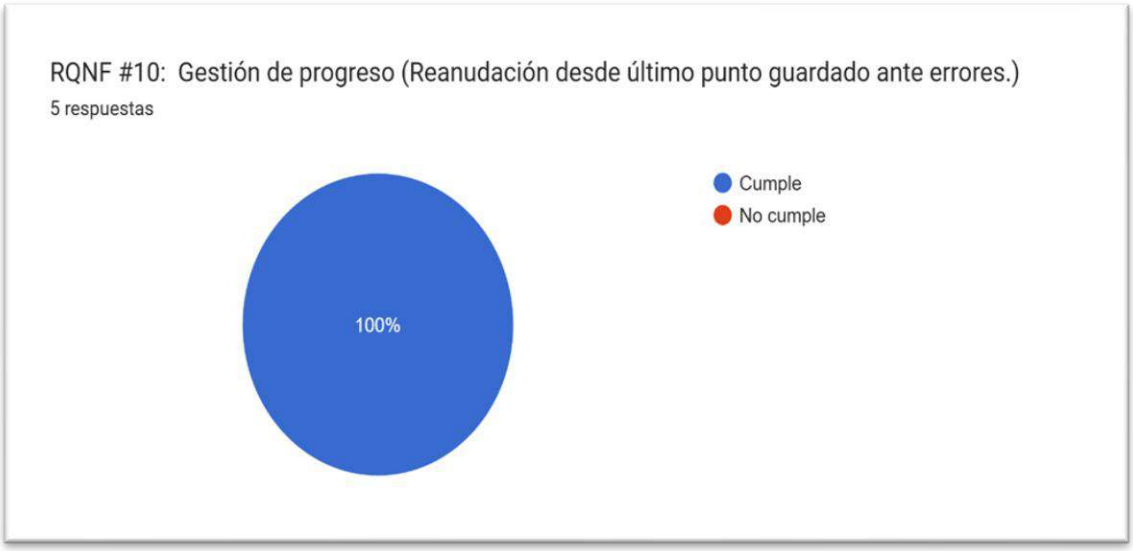
Diagrama de torta del RQNF 9 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 48

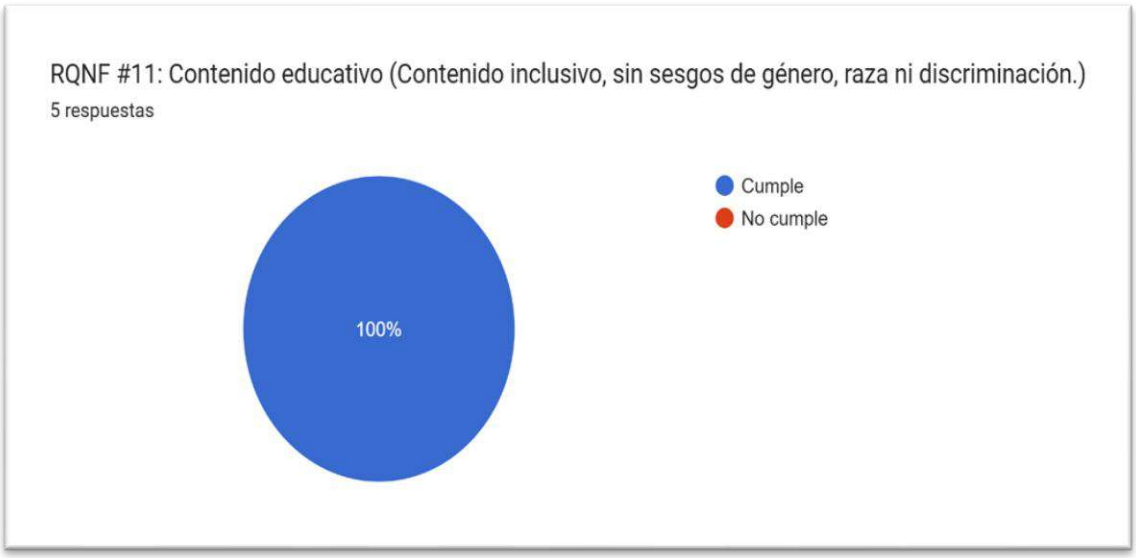
Diagrama de torta del RQNF 10 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 49

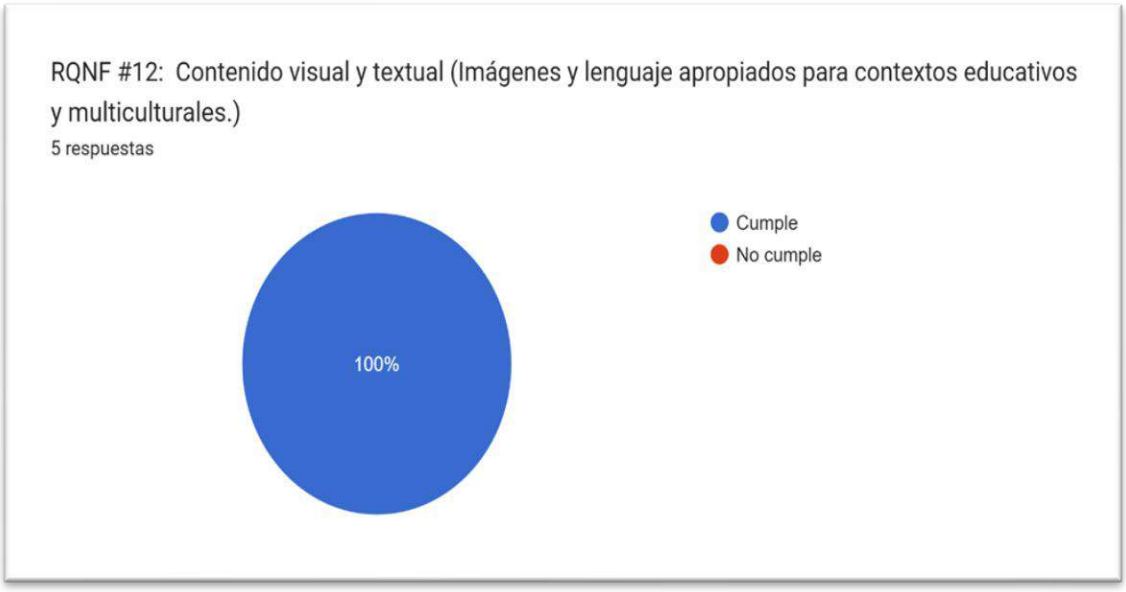
Diagrama de torta del RQNF 11 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 50

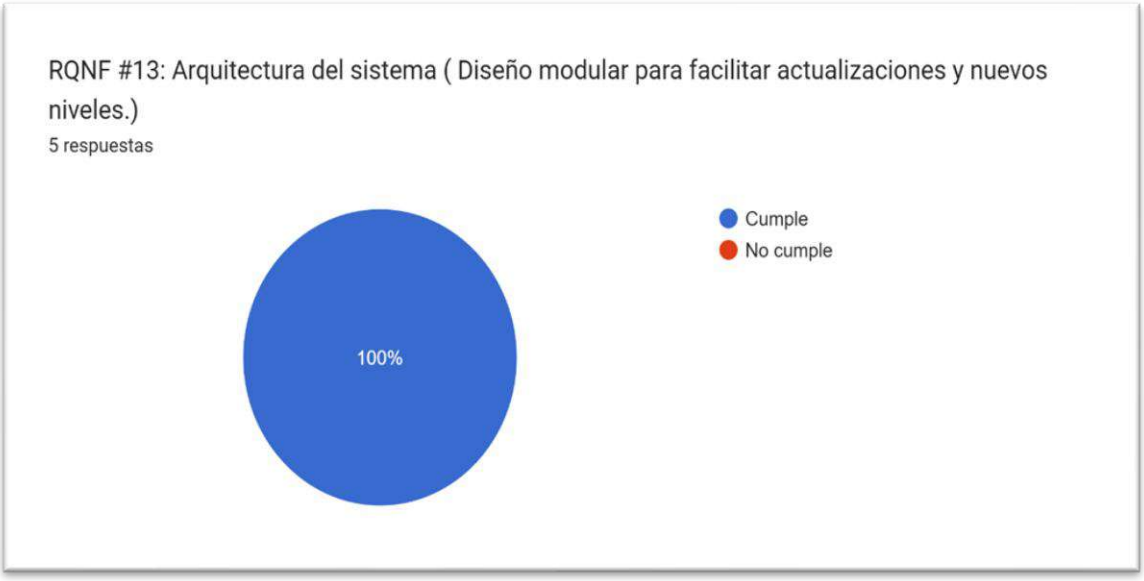
Diagrama de torta del RQNF 12 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 51

Diagrama de torta del RQNF 13 (Atributo) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 52

Diagrama de torta del RQNF 14 (Atributo) de Codey Plus

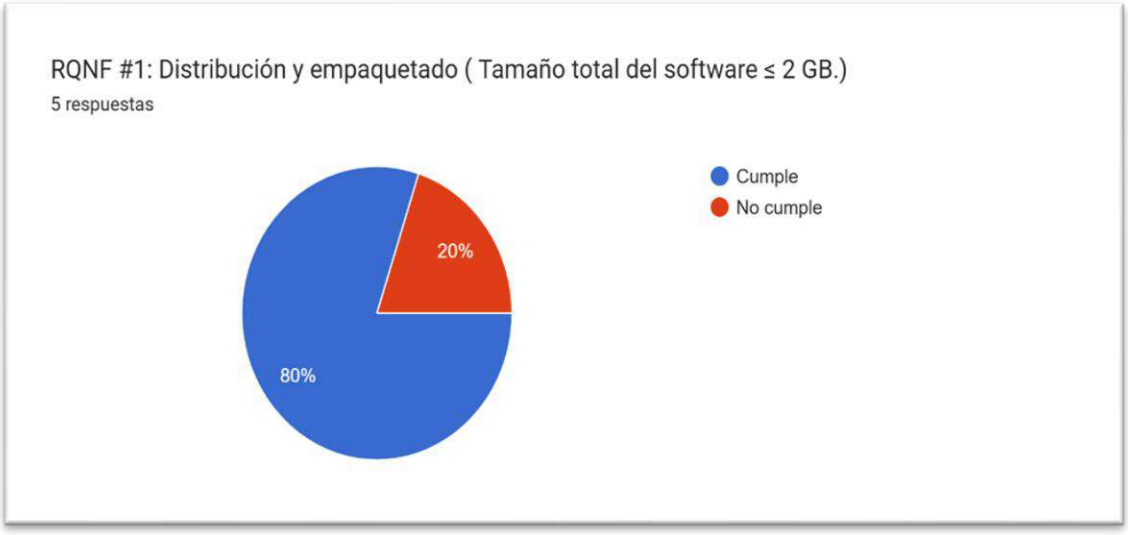


Nota: Elaboración propia (2025).

Restricciones. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de validación para las restricciones definidos en el sistema, como se observa en la siguiente figura:

Figura 53

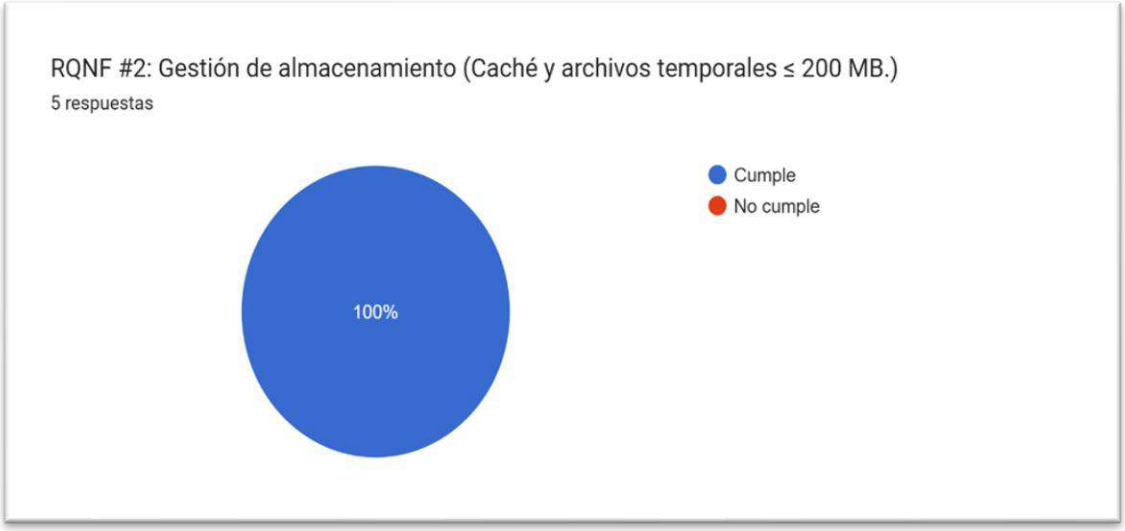
Diagrama de torta del RQNF 1 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 54

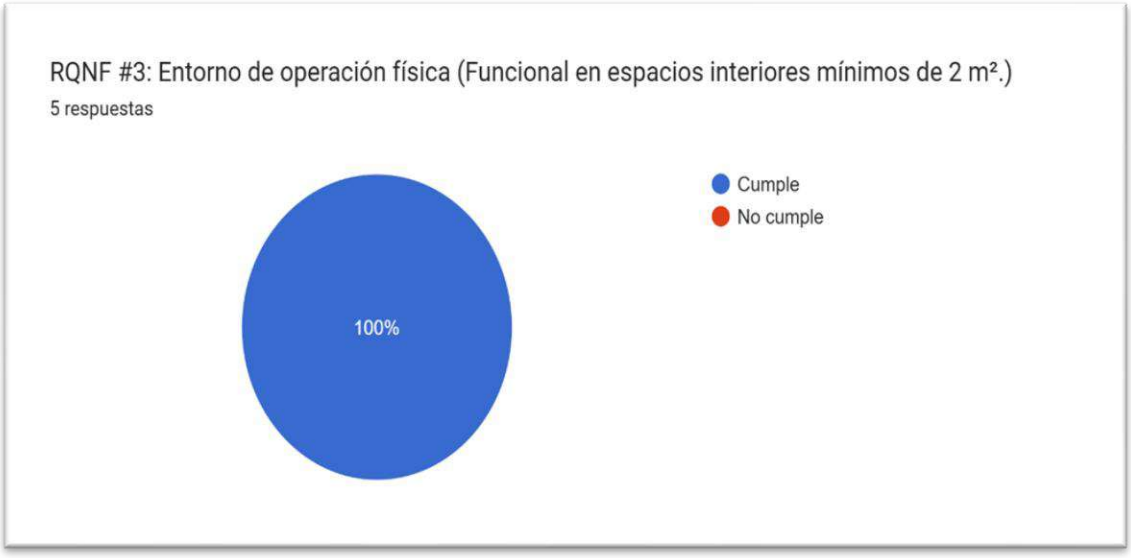
Diagrama de torta del RQNF 2 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 55

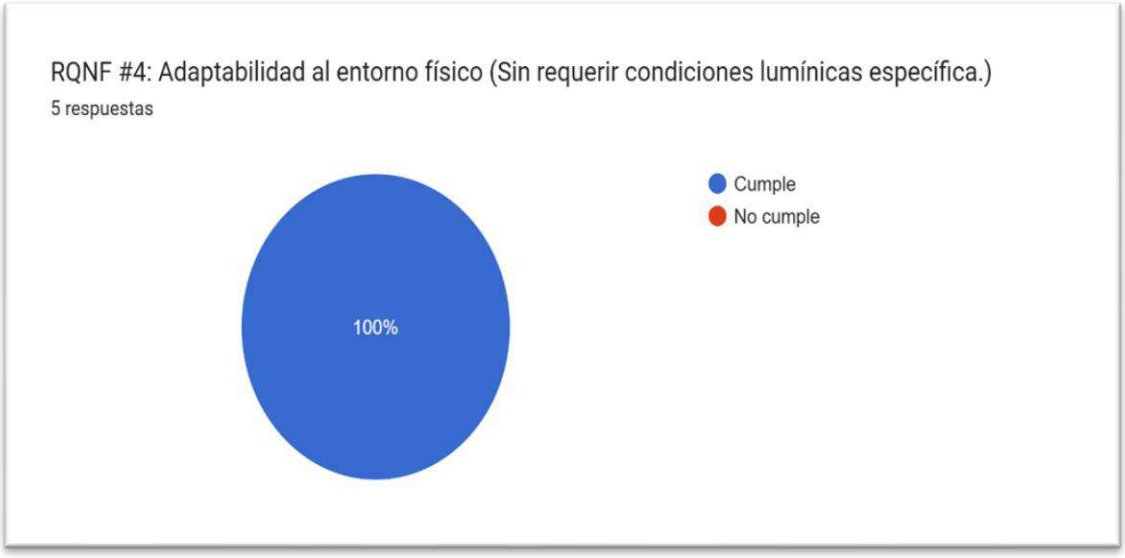
Diagrama de torta del RQNF 3 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 56

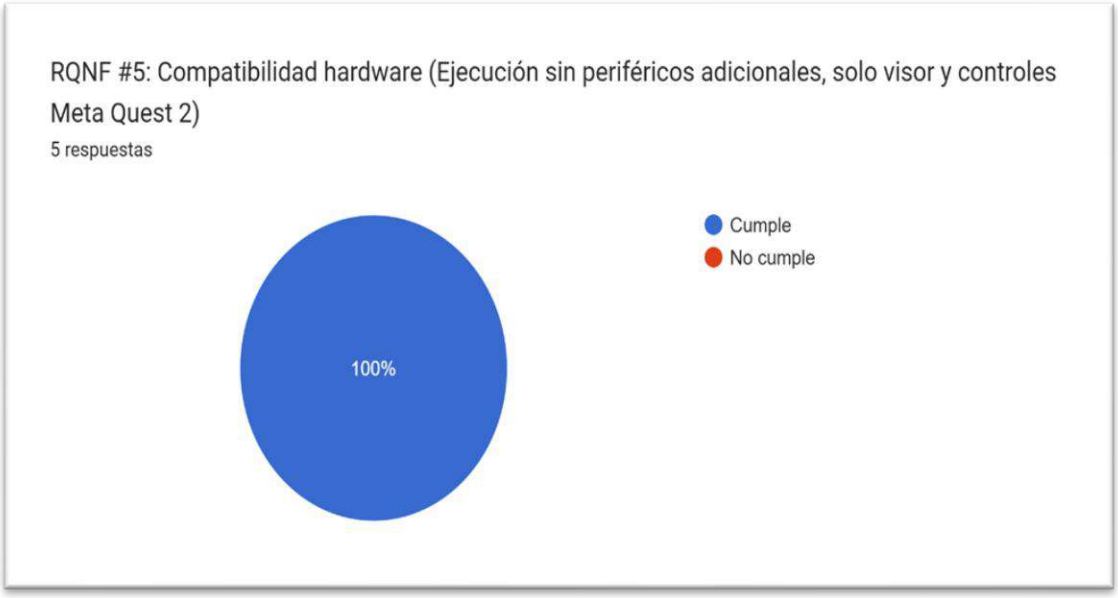
Diagrama de torta del RQNF 4 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 57

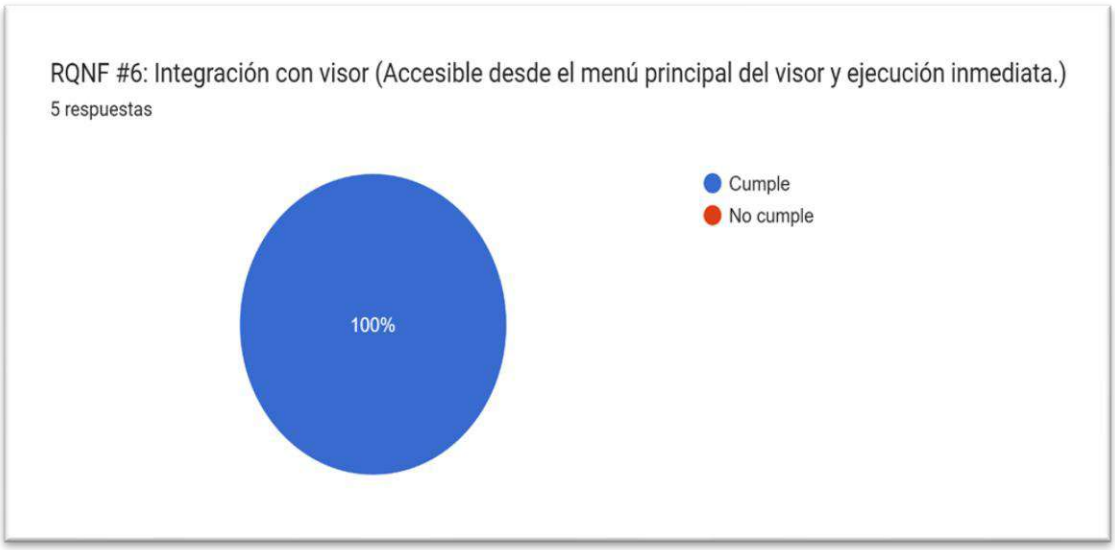
Diagrama de torta del RQNF 5 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 58

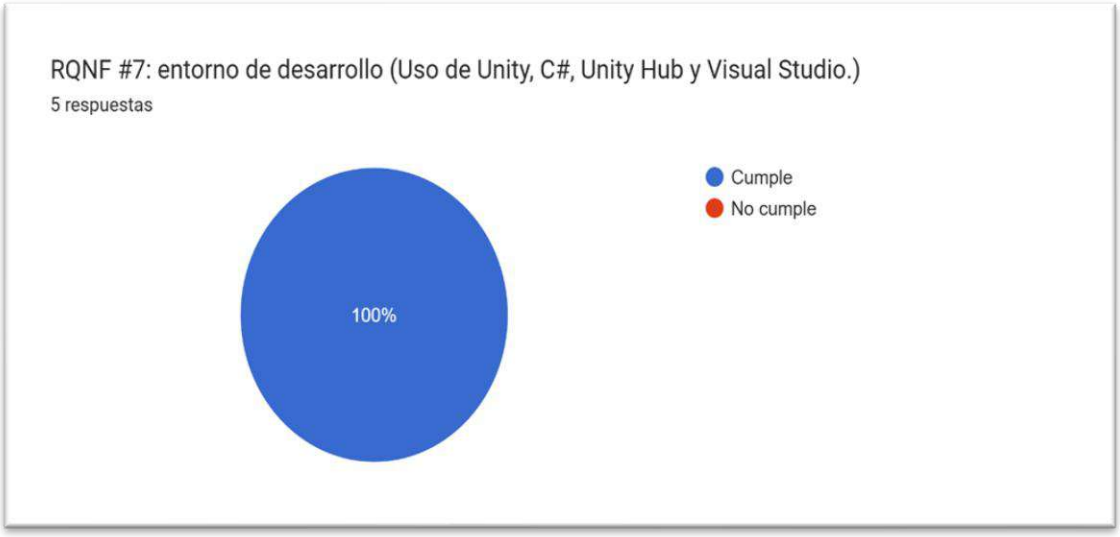
Diagrama de torta del RQNF 6 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 59

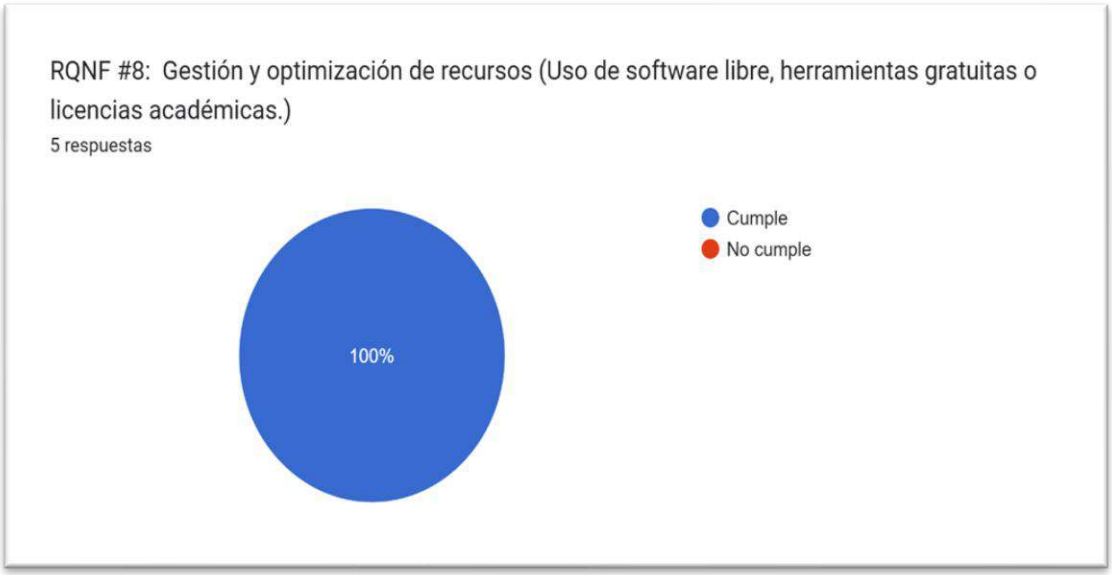
Diagrama de torta del RQNF 7 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 60

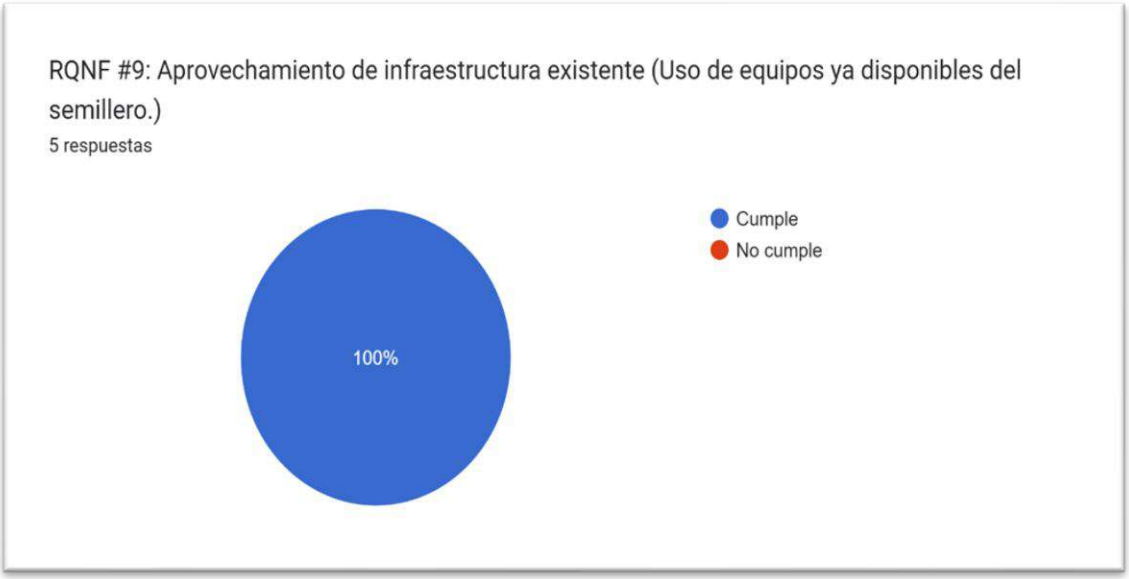
Diagrama de torta del RQNF 8 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 61

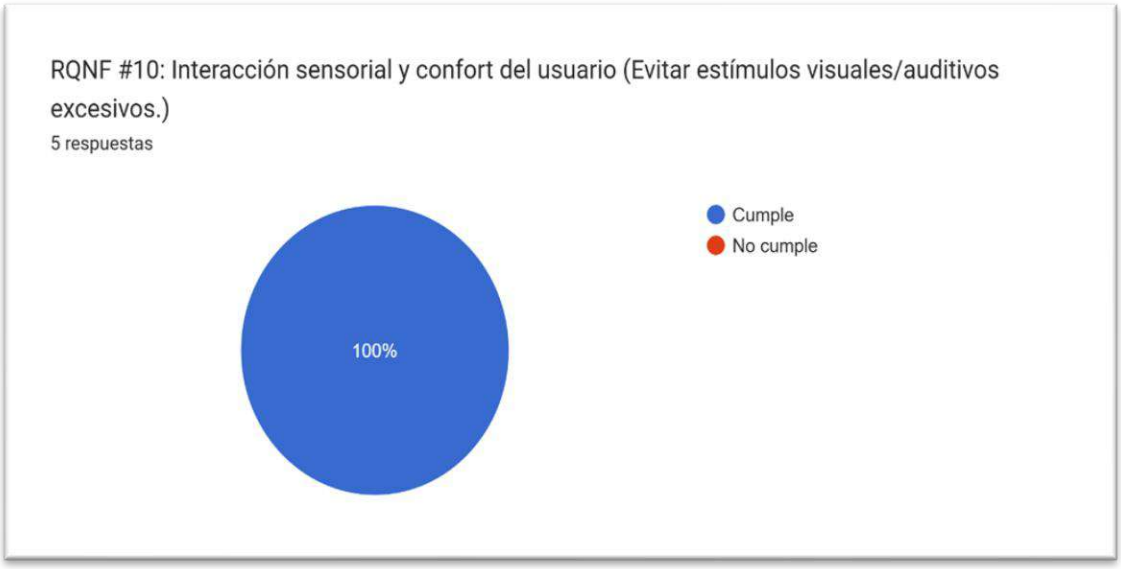
Diagrama de torta del RQNF 9 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 62

Diagrama de torta del RQNF 10 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 63

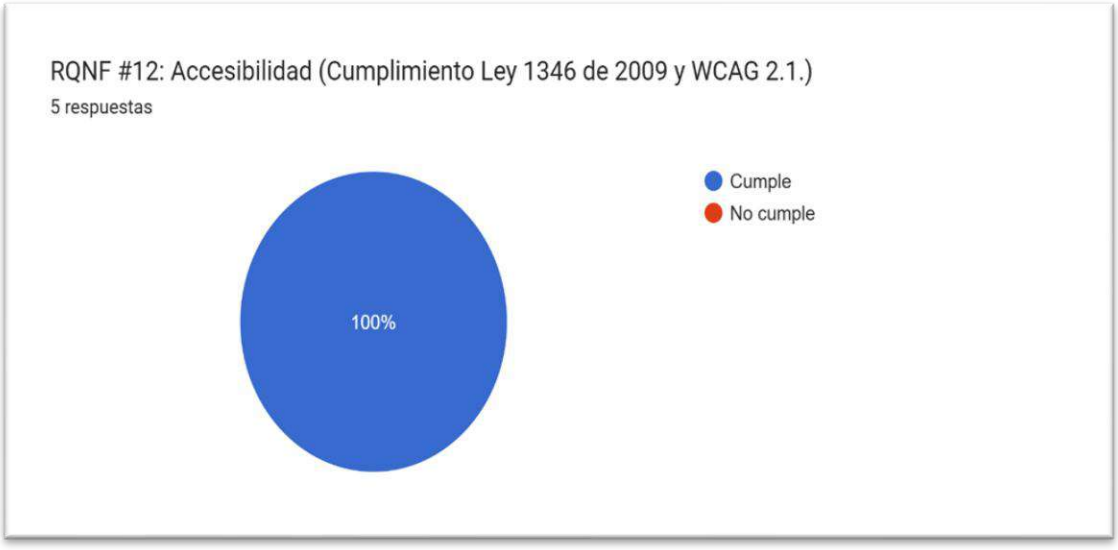
Diagrama de torta del RQNF 11 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 64

Diagrama de torta del RQNF 12 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 65

Diagrama de torta del RQNF 13 (Restricción) de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 66

Observaciones de los RQNF de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

6.1.3 Análisis

Al analizar las respuestas de los encuestados y revisando las observaciones, gracias al grafico de torta, podemos ver que la mayoría de tanto los Requisitos Funcionales como los No Funcionales de Codey Plus se cumplen satisfactoriamente.

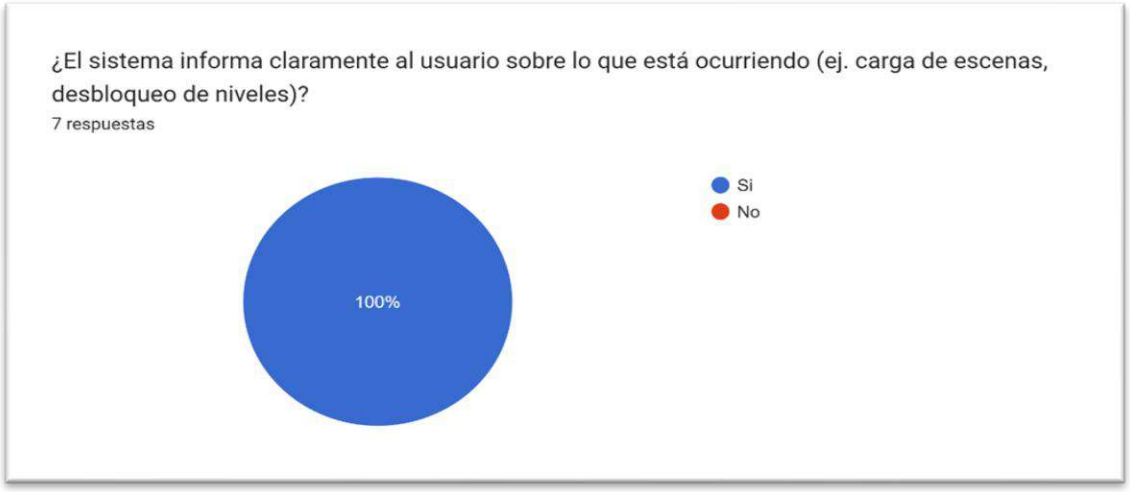
6.2 Evaluación Heurística

Se realizó una evaluación heurística de Codey Plus la cual busca inspeccionar el software de parte de expertos, revisando principalmente la interfaz de usuario y comparando este con un conjunto de principios de diseño. Para este fin, se encuesto a 7 personas del programa de Tecnología en desarrollo de Software de la facultad de Ingeniería, quienes probaron el software y revisaron si los principios se cumplen o no.

6.2.1 Visibilidad del estado del sistema

Figura 67

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

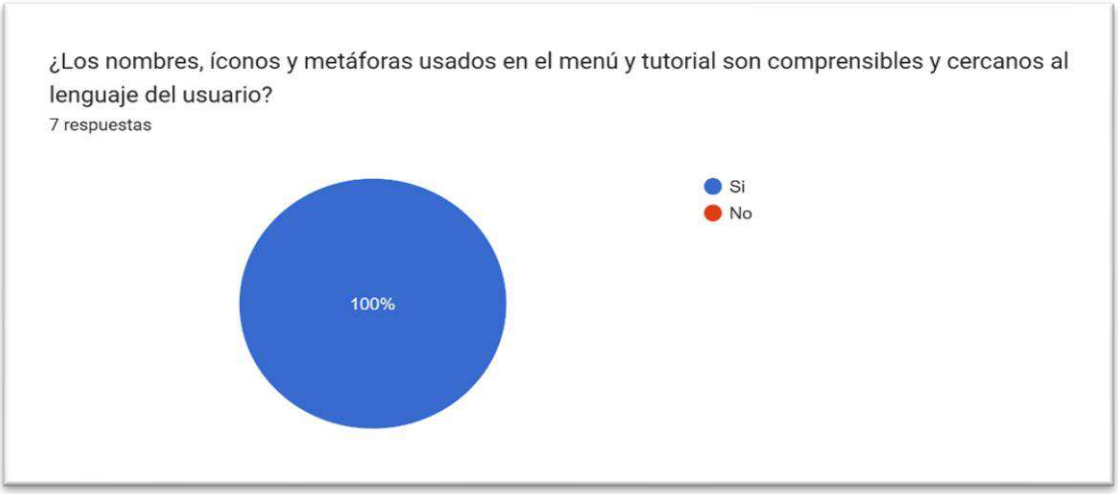


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.2 Correspondencia entre el sistema y el mundo real.

Figura 68

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

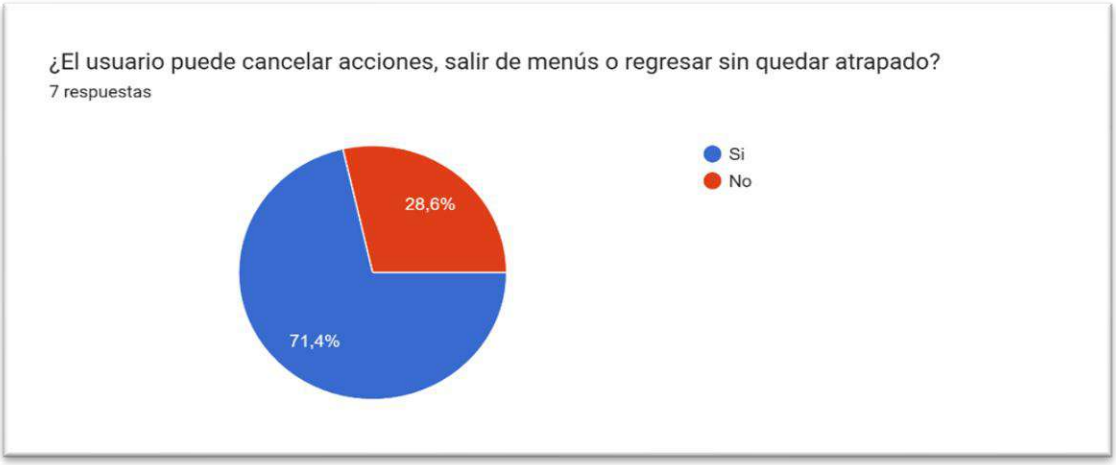


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.3 Control y libertad del usuario

Figura 69

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

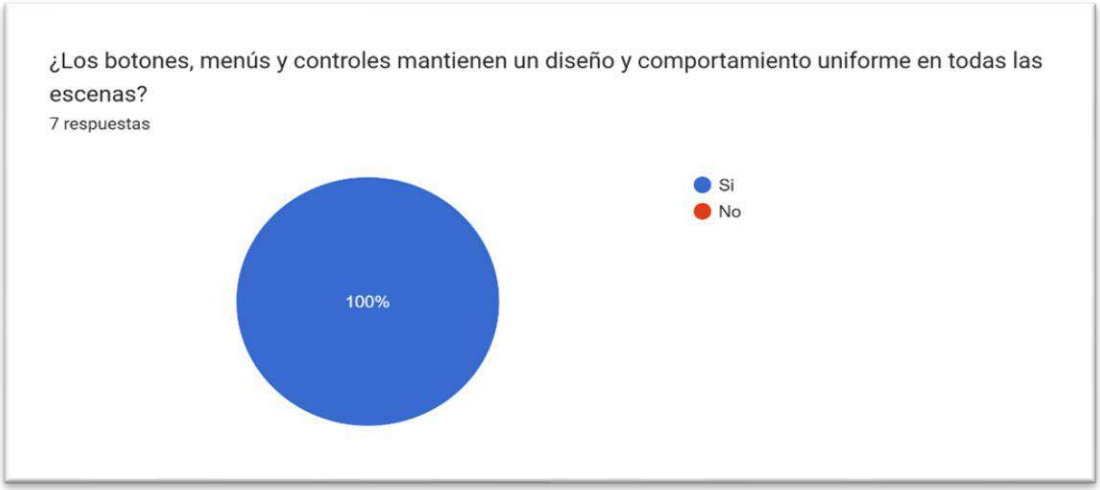


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.4 Consistencia y estándares

Figura 70

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.5 Prevención de errores

Figura 71

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.6 Reconocimiento antes que recuerdo

Figura 72

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

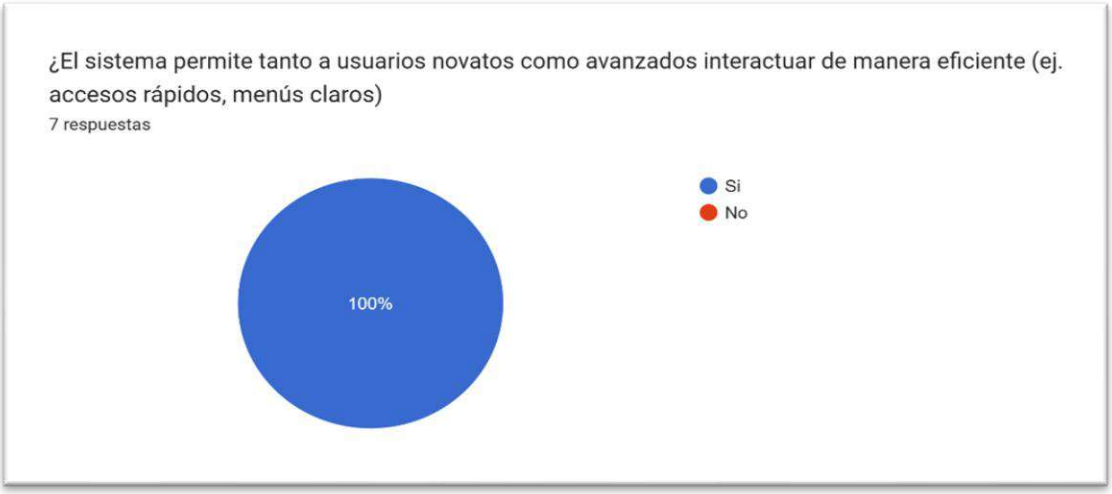


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.7 Flexibilidad y eficiencia de uso

Figura 73

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

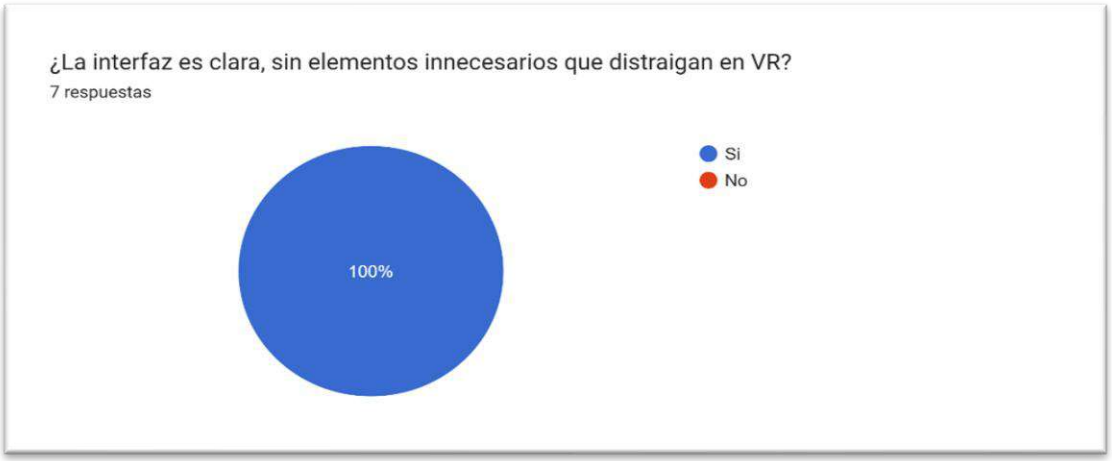


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.8 Estética y diseño minimalista

Figura 74

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

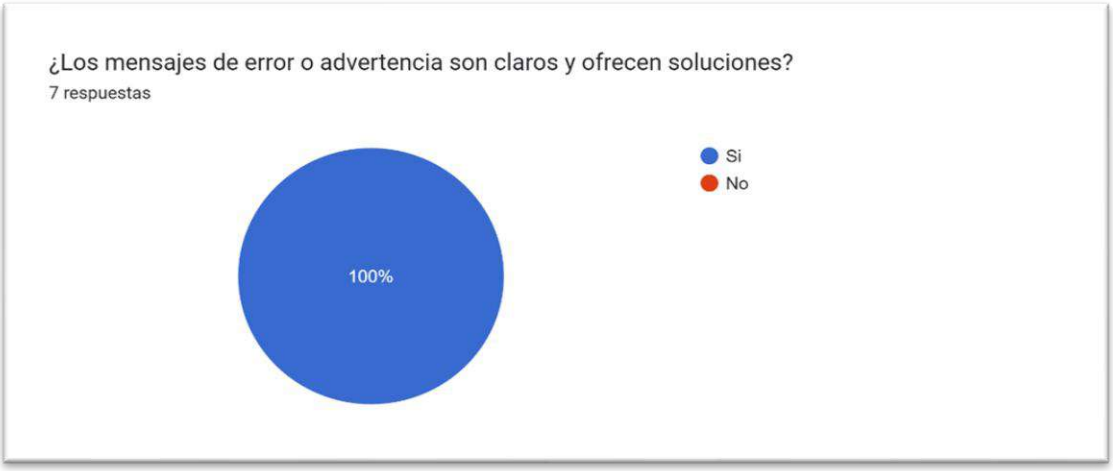


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.9 Ayuda al usuario a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores

Figura 75

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus

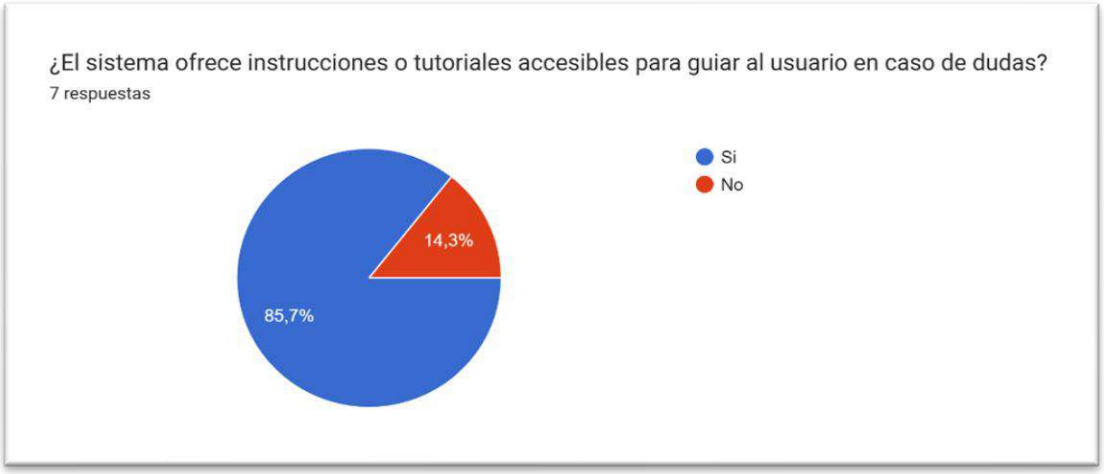


Nota: Elaboración propia (2025).

6.2.10 Ayuda y documentación

Figura 76

Diagrama de torta sobre la evaluación Heurística de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 77

Observaciones sobre la evaluación Heurística de Codey Plus



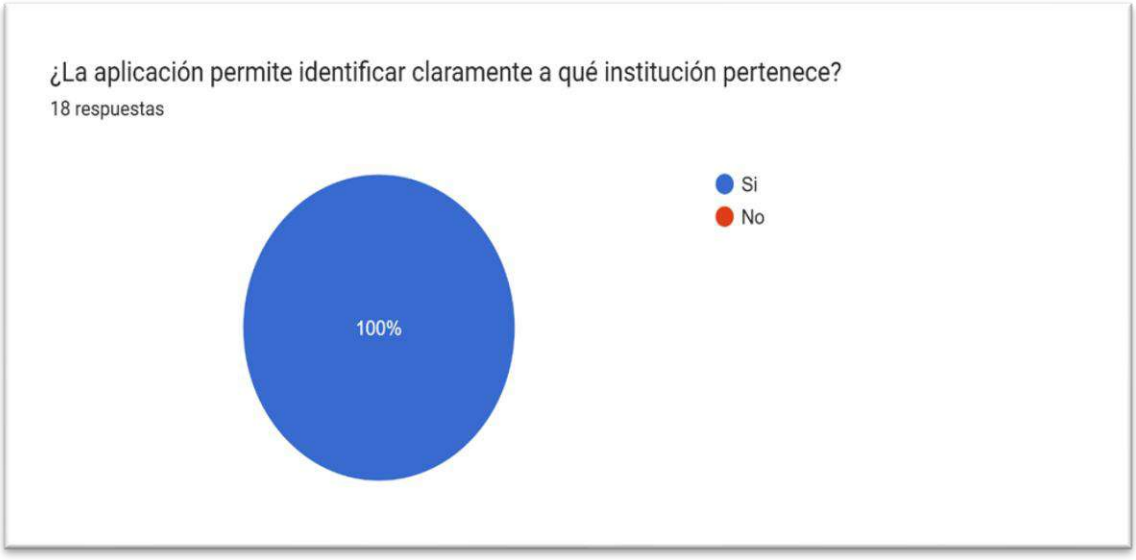
Nota: Elaboración propia (2025).

6.3 Test de Usuario

Se realizaron un test de usuario de Codey Plus, el cual busca inspeccionar el software de parte de los usuarios reales (aquellas van a utilizarlo. Para este fin, se encuesto a 18 personas del programa de Tecnología en desarrollo de Software de la facultad de Ingeniería, del primer semestre y del quinto, quienes probaron el software y revisaron si la usabilidad se cumple o no.

Figura 78

Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 79

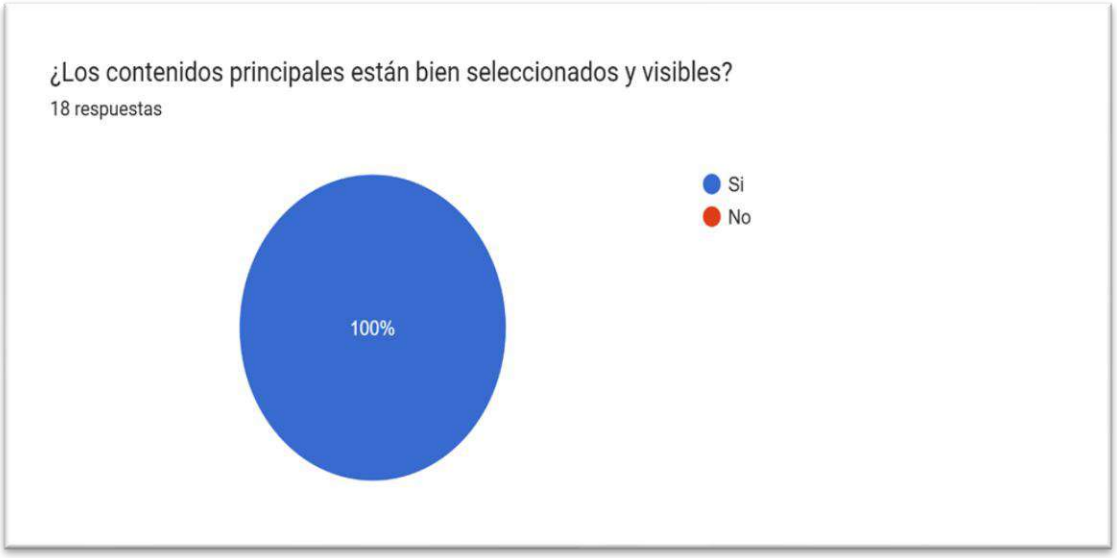
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 80

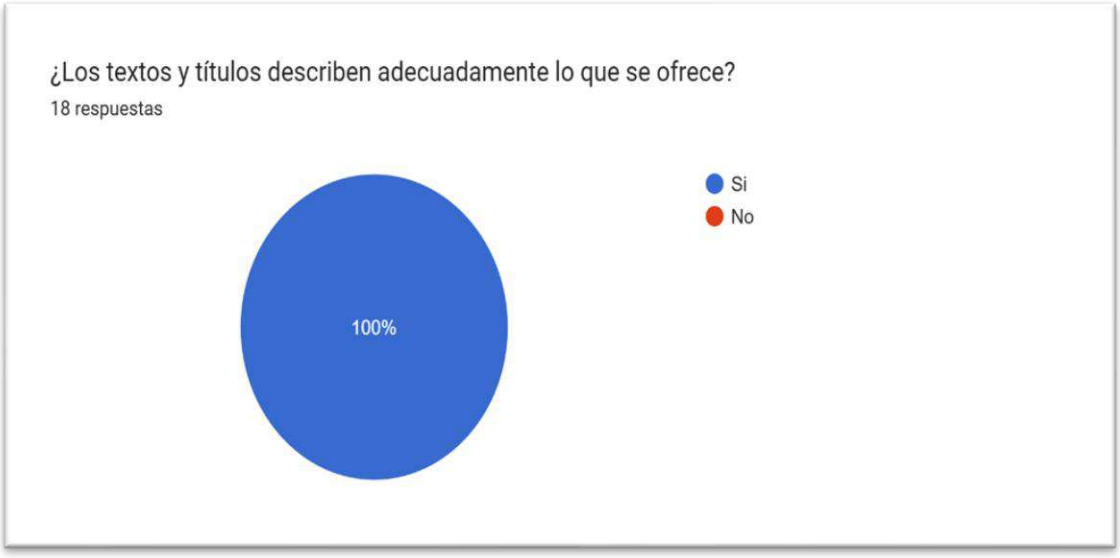
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 81

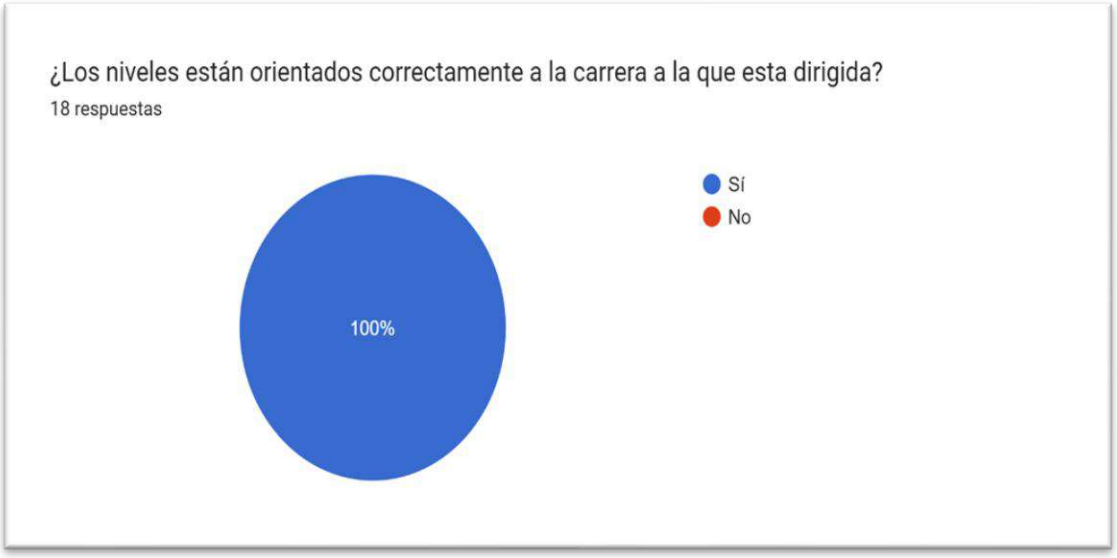
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 82

Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 83

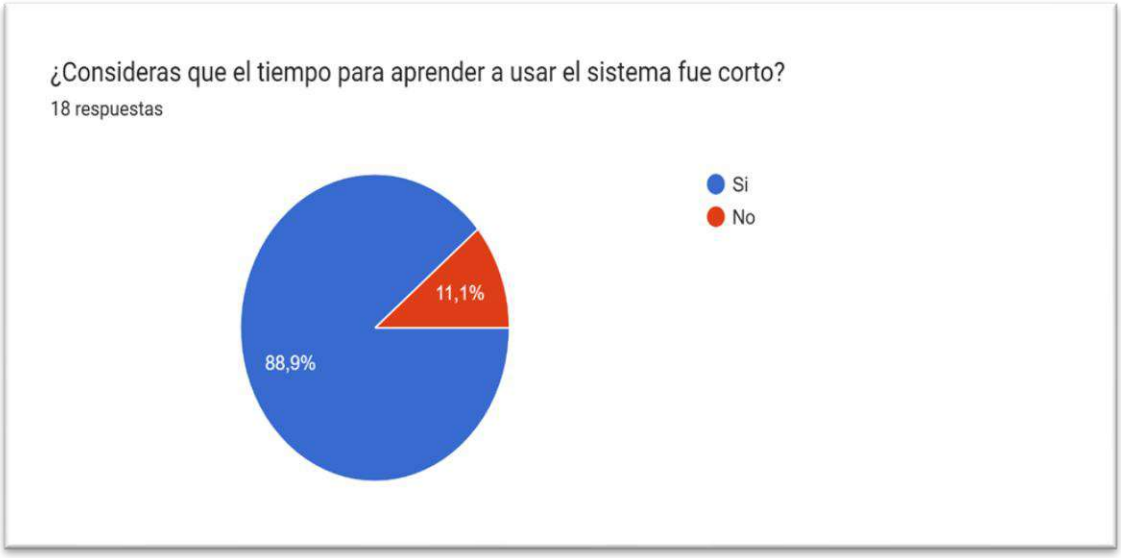
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 84

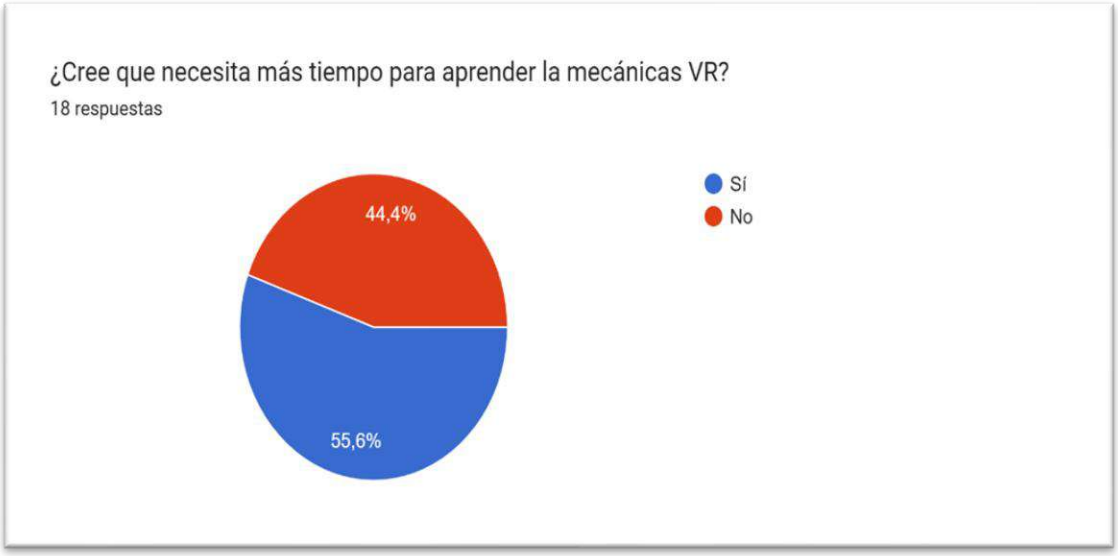
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 85

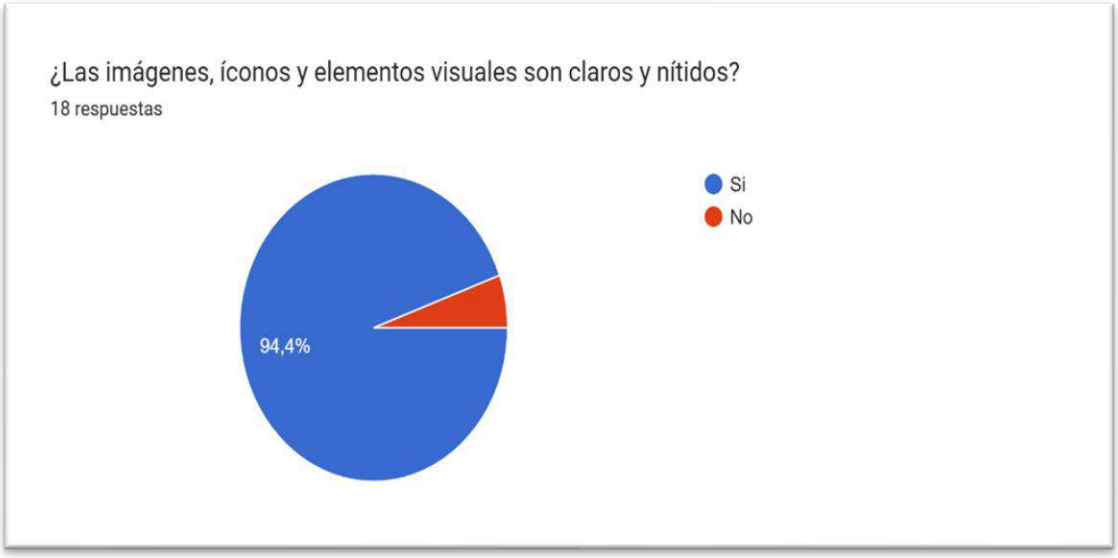
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 86

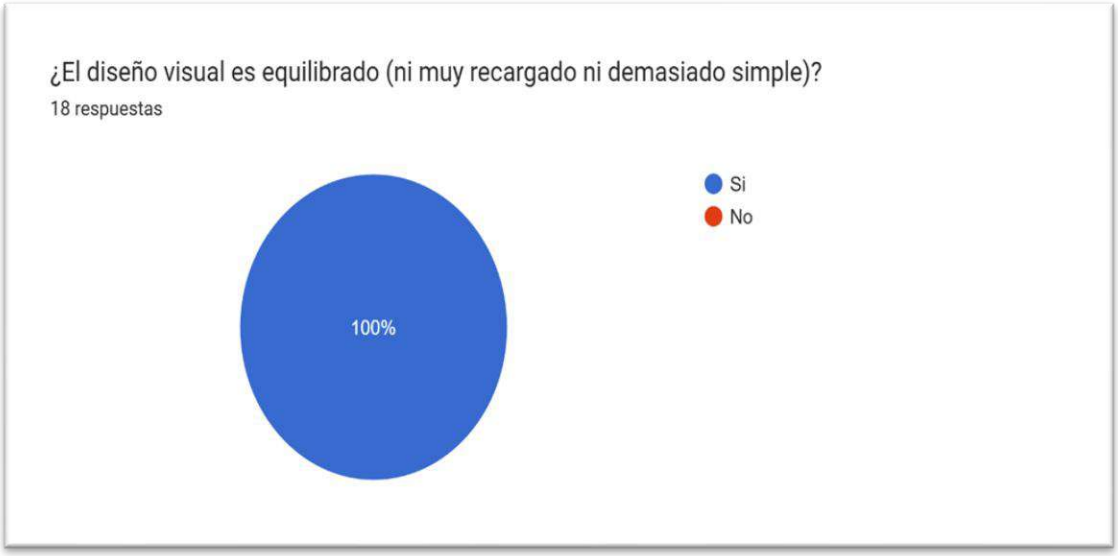
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 87

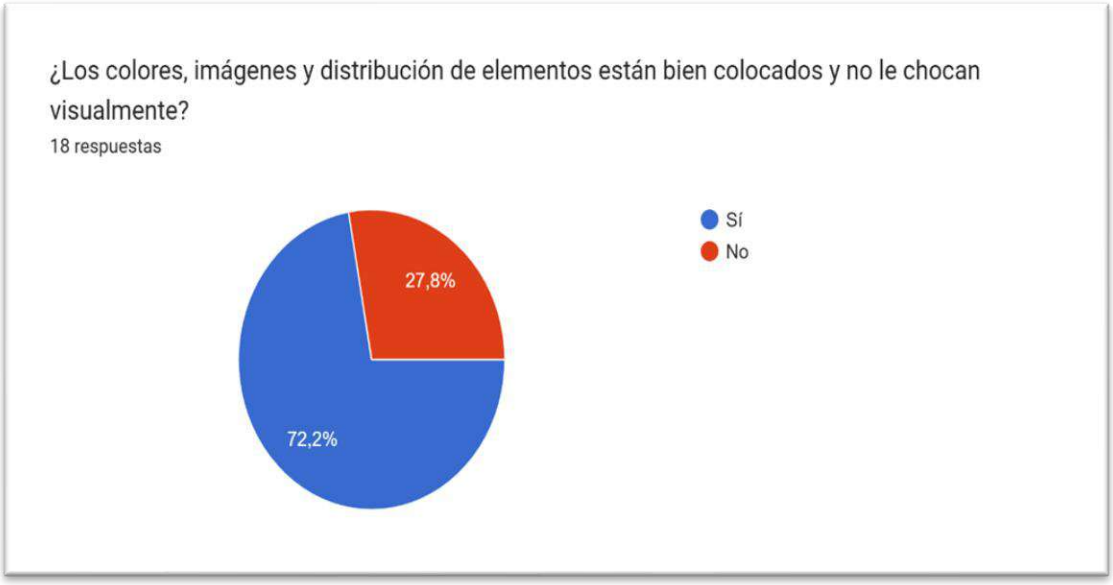
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 88

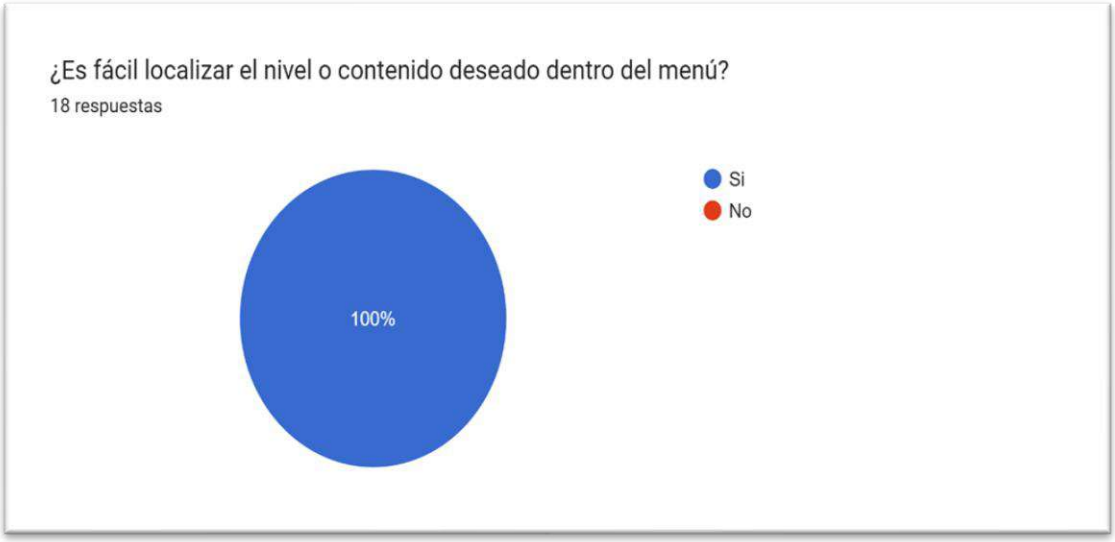
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 89

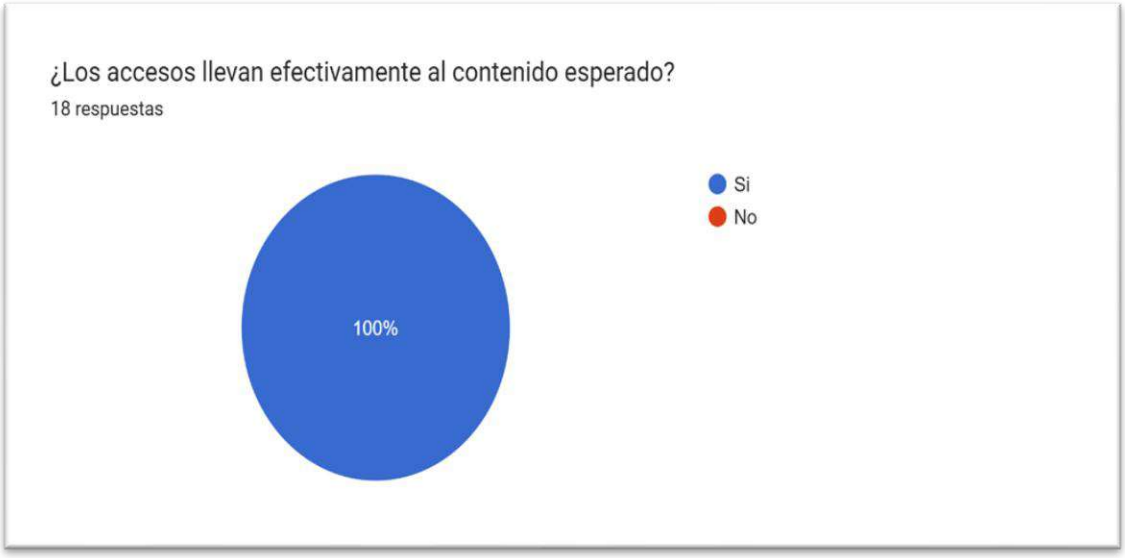
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 90

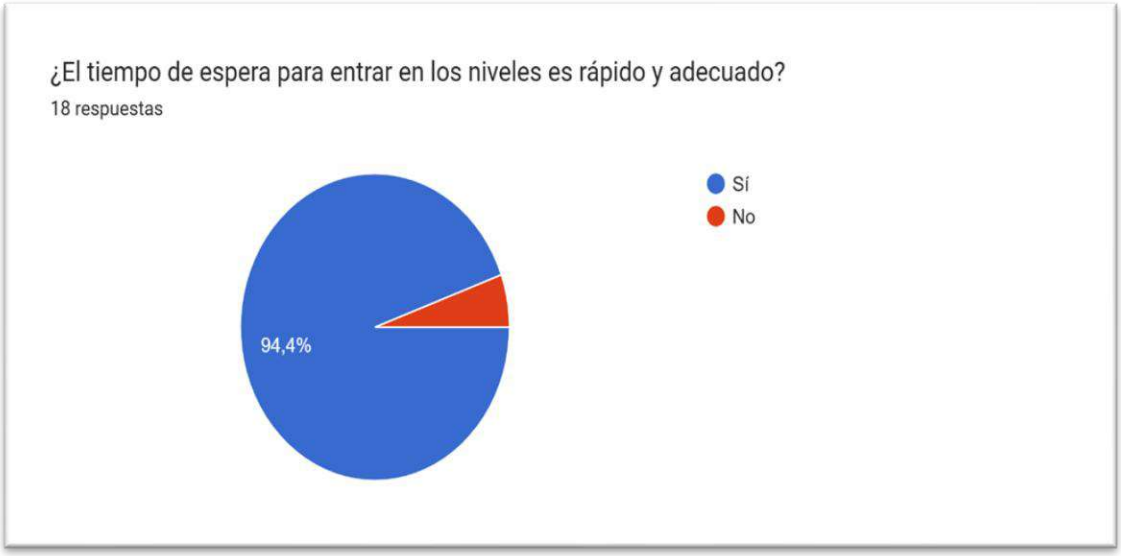
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 91

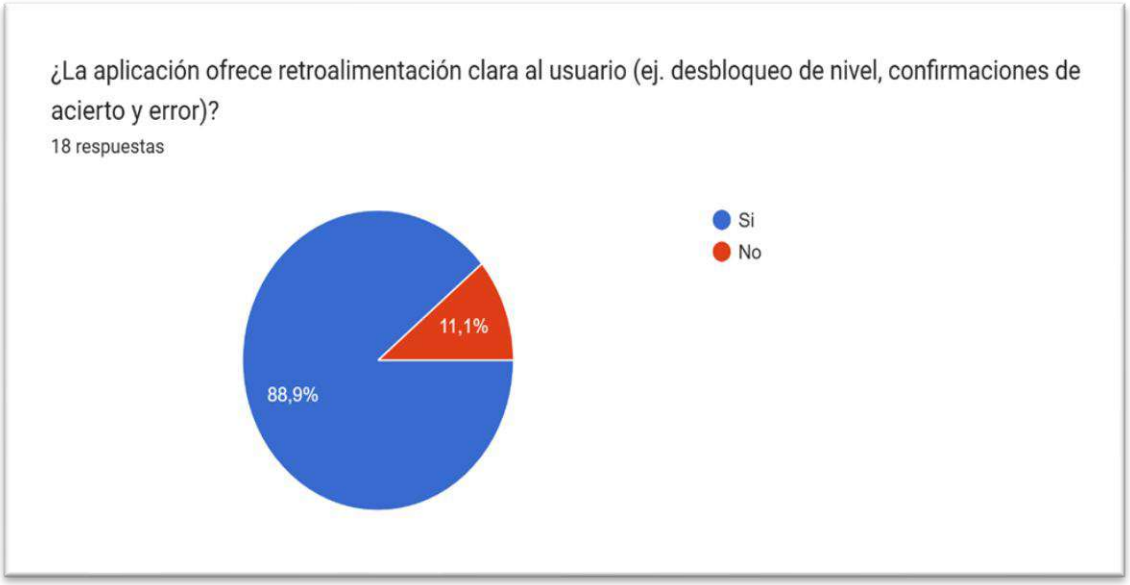
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 92

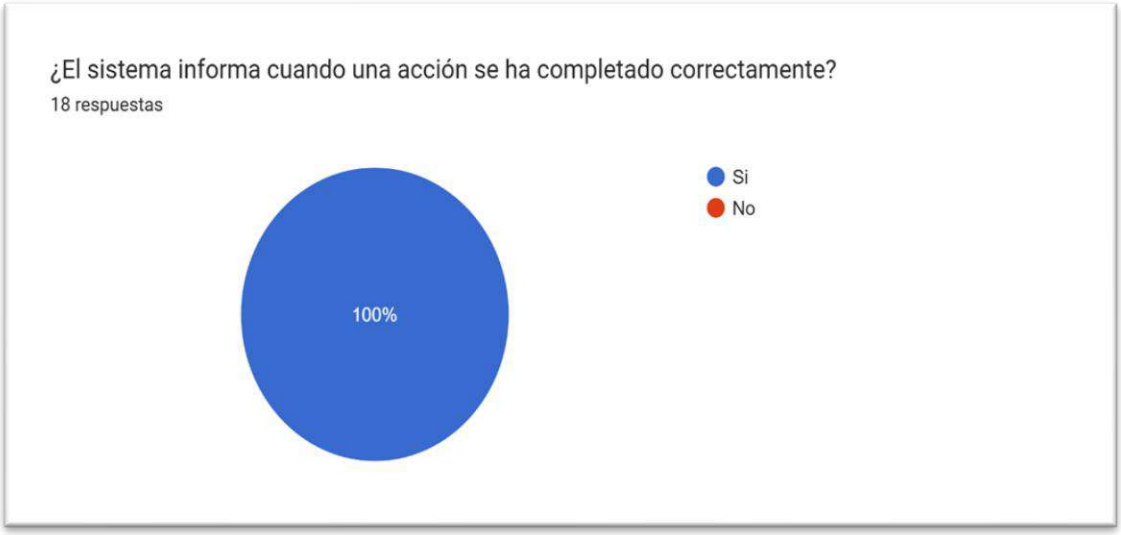
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 93

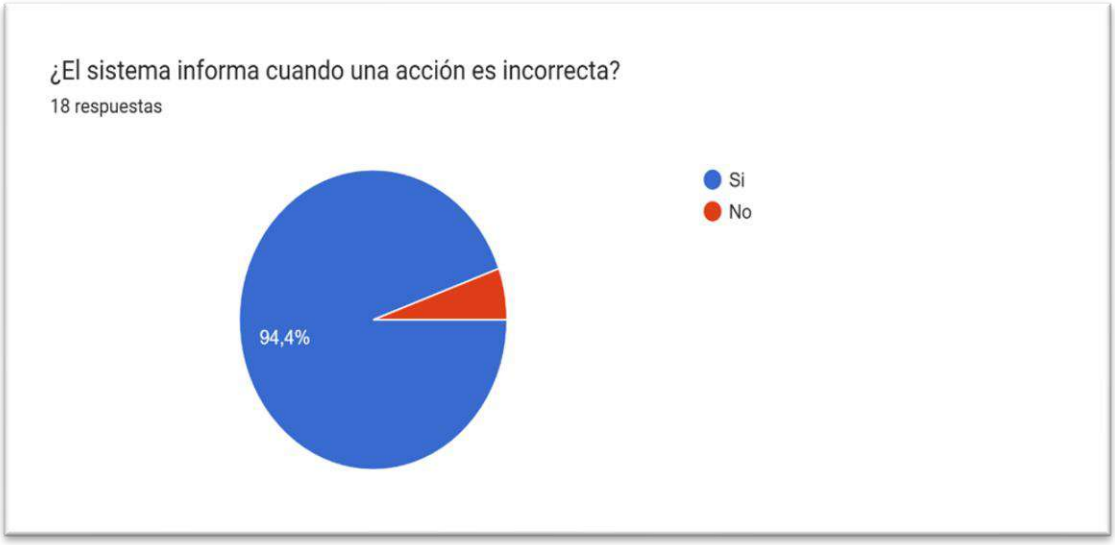
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 94

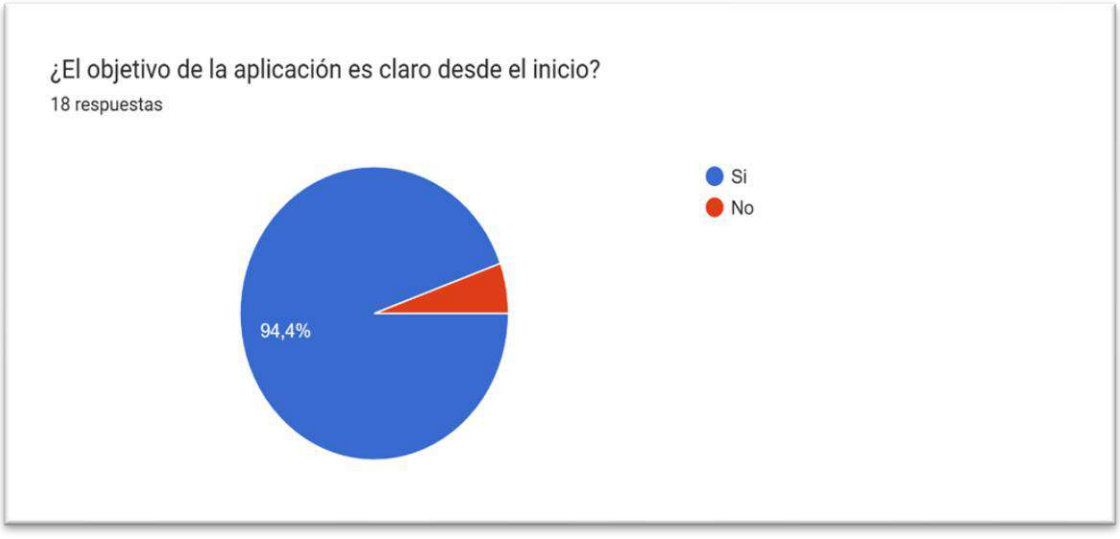
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 95

Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 96

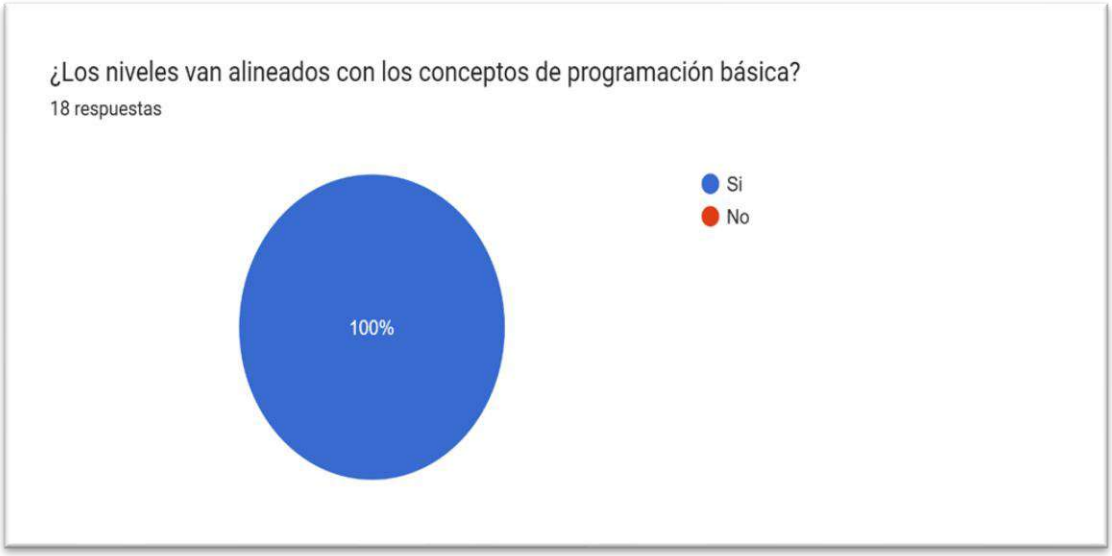
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 97

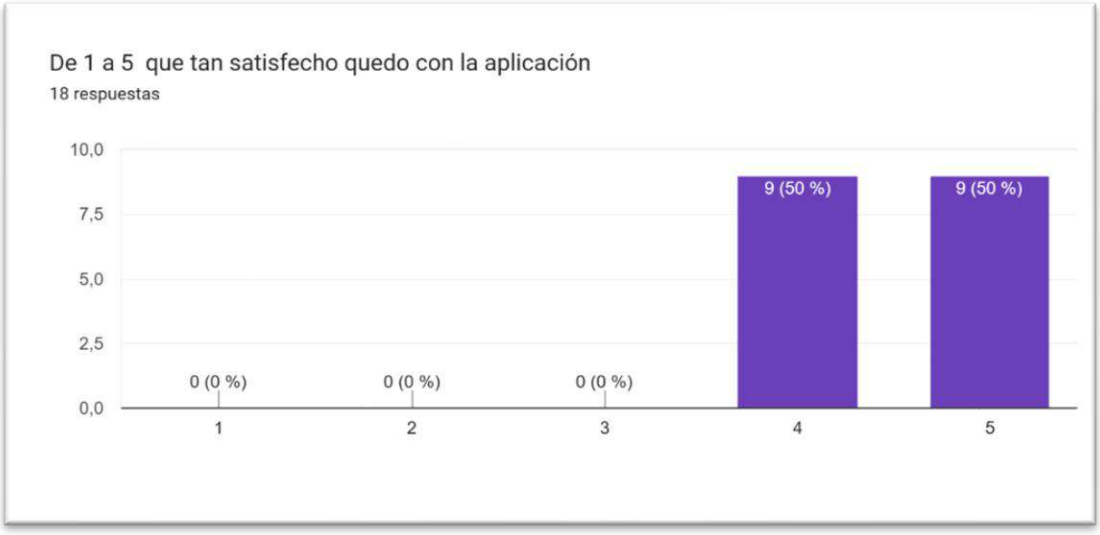
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 98

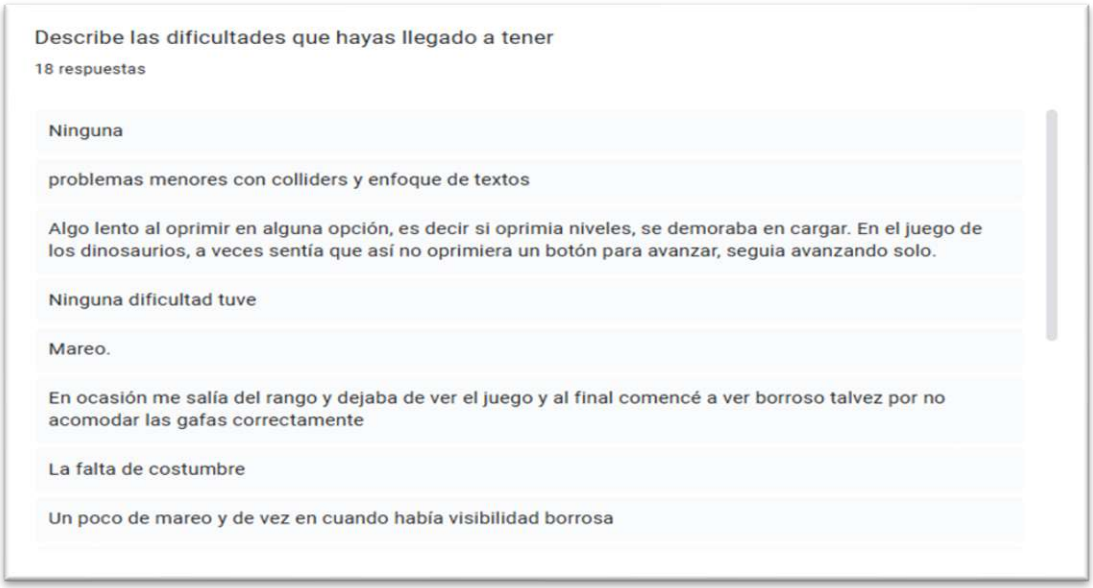
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 99

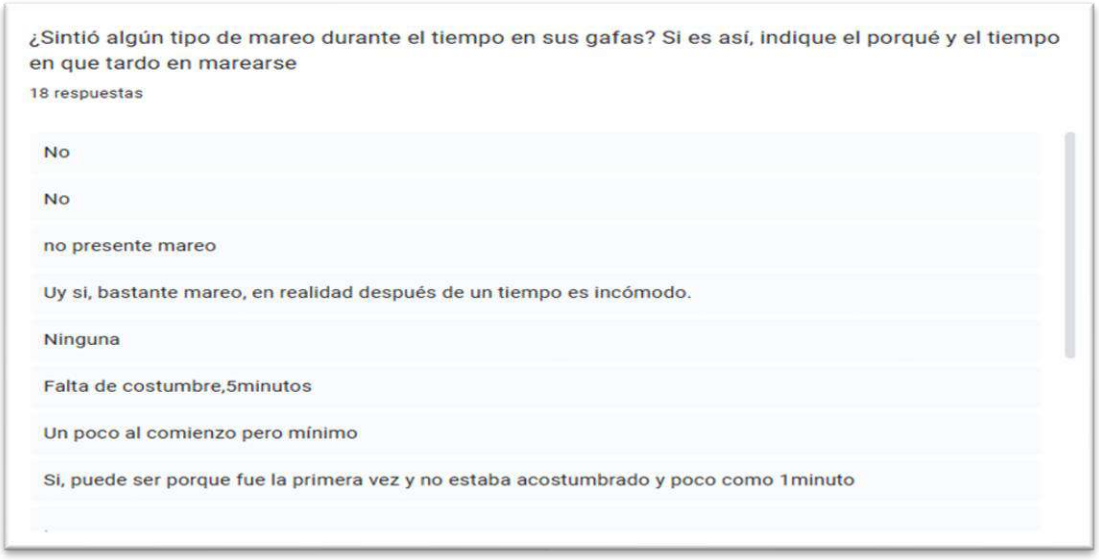
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 100

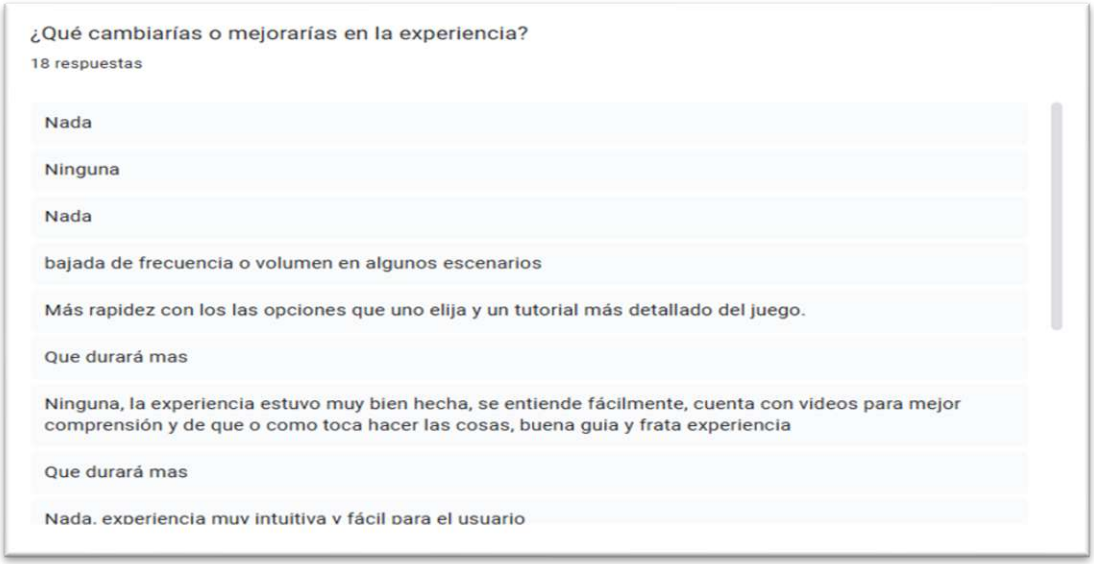
Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

Figura 101

Diagrama de torta del test de usuario de Codey Plus



Nota: Elaboración propia (2025).

6.3.1 Análisis

Analizando los resultados dados de los diagramas de torta y de las preguntas abiertas podemos observar como la mayoría de los usuarios reales concuerdan de que el sistema (teniendo en cuenta su propósito) cumple la mayoría de los aspectos a los que fue sometido. Cabe recalcar de que los usuarios también dejaron sus observaciones finales que son tenidas en cuenta para mejorar el sistema final de Codey Plus.

6.4 Modificaciones Realizadas

Teniendo en cuenta las opiniones y observaciones de los usuarios reales se realizaron las siguientes modificaciones:

1. Una mejoraría visual de los elementos en algunos de los niveles donde este chocaba y no permitía observar los UI de retroalimentación adecuadamente.
2. Un mayor tiempo y más explicado las funciones de los mandos y como estos interactúan en el entorno VR.
3. Ajustar los interfaces flotantes para que la retroalimentación se perciba de mejor manera por parte de los usuarios y sepan si lo que están haciendo es correcto o incorrecto.

Conclusiones y Recomendaciones

El desarrollo de *Codey Plus 3.0* permitió validar que la realidad virtual es una herramienta eficaz para reforzar conceptos de programación básica gracias a su carácter inmersivo e interactivo. Las mejoras implementadas en estabilidad, tiempos de carga y diseño modular fortalecieron notablemente la experiencia de uso frente a versiones anteriores, demostrando que la VR facilita la comprensión de elementos abstractos como variables, ciclos y condicionales.

Si bien se avanzó en la integración de opciones de accesibilidad —subtítulos, alto contraste y elementos visuales—, persisten oportunidades de mejora en la incorporación de lengua de señas, la claridad de ciertos elementos de la interfaz y la consistencia del menú de accesibilidad. Por ello, se recomienda continuar afinando los recursos visuales, optimizar el uso de activos multimedia, implementar el hand tracking y ampliar las pruebas con estudiantes sordos para garantizar una experiencia equitativa.

Finalmente, se sugiere complementar el software con guías para docentes que faciliten su integración en el aula, incorporar evaluaciones más robustas para medir el impacto en el aprendizaje y considerar la ampliación futura de los módulos educativos. Estas acciones permitirán consolidar *Codey Plus 3.0* como una herramienta estable, inclusiva y pedagógicamente efectiva para la enseñanza de la programación.

Referencias

Burgstahler, S. (2015). Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice [Diseño universal en la educación superior: de los principios a la práctica]. Harvard Education Press. https://www.researchgate.net/publication/344842808_Universal_Design_in_Higher_Education_From_Principles_to_Practice

Comprarmag. (s.f). *Meta Quest 2* [Imagen]. https://comprarmag.com/meta-oculus-quest-2-advanced-all-in-one-virtual-reality-headset-128gb4/

Cortés C., A., & Rodríguez Rincón, L. (2023). *Desarrollo de la versión candidata en realidad virtual para la accesibilidad en el aprendizaje de estudiantes sordos y oyentes (Caso Lógica de Programación)* [Trabajo de grado. Universitaria Agustiniana]. https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/items/29c63b13-01f4-4e90-a533-fab7b00d5611

Freina, L., & Ott, M. (2015*). A literature review on immersive virtual reality in education* [Una revisión de la literatura sobre la realidad virtual en la educación] eLearning & Software for Education. https://www.researchgate.net/publication/280566372_A_Literature_Review_on_Immersive_Virtual_Reality_in_Education_State_Of_The_Art_and_Perspectives

Jain, D., Machanavajhala, S., & Morris, M. R. (2021). *Towards Sound Accessibility in Virtual Reality* [Hacia la accesibilidad sonora en la realidad virtual]. Microsoft. https://www.microsoft.com/enus/research/wpcontent/uploads/2021/08/towards_sound_accessibility_in_virtual_reality_icmi_2021.pdf

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). *A review of HMD-based VR in education* [Una revisión de la realidad virtual basada en HMD en la educación]. Education and Information Technologies, 23(4), 1515–1529. https://scispace.com/pdf/a-review-of-the-use-of-virtual-reality-head-mounted-displays-4shaasexqr.pdf

Leal González, J. P., Castillo Hernández, J., & Neuta Chiguasuque, S. S. (2024). *Desarrollo y actualización del software en realidad virtual para una experiencia inmersiva mejorada en lógica de programación enfocada en la comunidad sorda* [Trabajo de grado no publicado. Universitaria Agustiniana].

Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). *Virtual Reality – History, applications, technology and future* [Realidad virtual – Historia, aplicaciones, tecnología y futuro]. Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology. https://www.researchgate.net/publication/2617390_Virtual_Reality__History_Applications_Technology_and_Future

Microsoft. (2023). *C# documentation* [Documentación de C#]. Microsoft Learn. https://learn.microsoft.com/dotnet/csharp/

Microsoft. (s.f). *C# icon* [Imagen]. https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/

Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). *VR in higher education* [Realidad virtual en la educación superior]. Computers & Education, 147. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303276

Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing lives with VR [Mejorando vidas con la realidad virtual]. Frontiers in Robotics and AI, 3, 74.

https://www.researchgate.net/publication/311778884_Enhancing_Our_Lives_with_Immersive_Virtual_Reality

Unity Asset Store. (2022). *Asset Store documentation* [Documentación de la tienda de activos]. Unity Docs. https://docs.unity3d.com/Manual/AssetStore.html

Unity Technologies. (2022). *Unity manual & documentation* [Manual y documentación de Unity]. Unity Docs. https://docs.unity3d.com

Unity Technologies. (s.f). *Logo de Unity* [Imagen]. https://unity.com/es/legal/trademarks

Anexos

Anexo A - Manual de Instalación

Manual de Instalación

Codey Plus

Santiago Chingaté Blanco, María Fernanda Gómez Guzmán

Juan Esteban Garzon Yanquen

Tabla de contenido

Introducción 112

Objetivo de este Manual 112

Requerimientos Mínimos del Sistema 112

Requerimientos Mínimos del Sistema (PC) 113

Compatibilidad 113

Preparación del entorno de trabajo (PC) 113

Conexión del visor Meta Quest 2 al PC 114

Construcción y ejecución del proyecto (Build & Run) 114

Ubicación y ejecución manual dentro del visor 117

Desinstalación de Codey Plus 3.0 117

Problemas comunes y soluciones 118

Inicio rápido después de instalación 118

Soporte y mantenimiento 119

Manual de Instalación

Introducción

Objetivo de este Manual

Este documento explica, de forma ordenada, cómo preparar un entorno y **i**nstalar Codey Plus 3.0 (APK) en Meta Quest 2. Está pensado para docentes, testers y personal técnico que necesite desplegar la aplicación en visores del laboratorio o para pruebas de campo.

Nombre del software: Codey Plus

Versión: 3.0Beta

Fecha de publicación: No ha sido publicada

Autores o empresa desarrolladora: Santiago Chingaté, María Gómez, Juan Garzón

Requerimientos Mínimos del Sistema

Procesador de Sistema:	Qualcomm Snapdragon XR2
Memoria de Sistema:	6 GB de RAM
Espacio Libre en Disco:	*2 GB de almacenamiento*
Sistema Operativo:	*Android (VR)*
Tarjeta Gráfica:	Qualcomm Snapdragon XR2
Software Existente:	*N/A*
Acceso Red:	*Acceso a Internet*

Requerimientos Mínimos del Sistema (PC)

Procesador de Sistema:	Intel i5 de 9ª generación o equivalente AMD.
Memoria de Sistema:	RAM: 8 GB
Espacio Libre en Disco:	*20 GB de almacenamiento*
Sistema Operativo:	*Windows 10/11 (64 bits).*
Tarjeta Gráfica:	NVIDIA GTX 1060 / AMD RX 580 o superior
Software Existente:	*N/A*
Acceso Red:	*Acceso a Internet*

Compatibilidad

- El proyecto está configurado para Android (ARM64) con OpenXR.
- Compatibilidad probada en Meta Quest 2.
- También puede ejecutarse en PCVR mediante Oculus Link para depuración.

Preparación del entorno de trabajo (PC)

- Instalar Unity Hub.
- Instalar Unity 2022.3 LTS con módulos:
- Android Build Support
- OpenJDK
- Android SDK & NDK
- Instalar Visual Studio 2022.
- Abrir el proyecto “Codey Plus 3.0”.

El proyecto ya incluye todas las dependencias XR necesarias (OpenXR, XR Interaction Toolkit y Meta XR Plugins).

Conexión del visor Meta Quest 2 al PC

- Encender el visor.
- Conectarlo al PC mediante cable USB.
- Cuando aparezca en el visor la ventana "¿Permitir acceso al dispositivo?", seleccionar Permitir.
- Revisar que Unity lo detecte:
- Ir a File → Build Settings → Android.
- En la sección de dispositivos disponibles debe aparecer Quest 2 (USB).

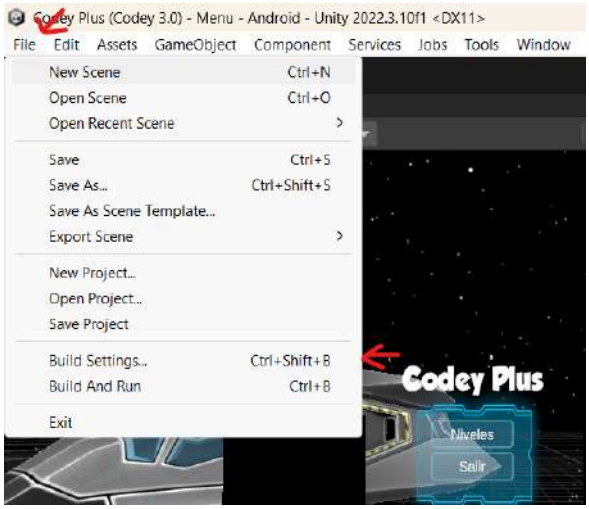
Si no aparece, desconectar y volver a conectar el visor.

Construcción y ejecución del proyecto (Build & Run)

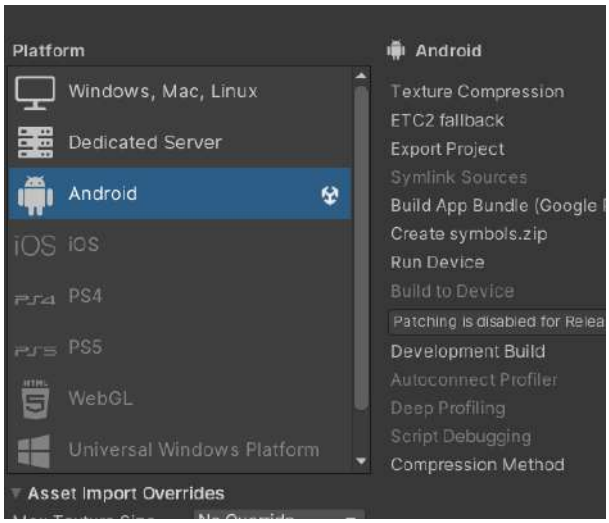
Este es el método oficial de Codey

1. En Unity, abrir:

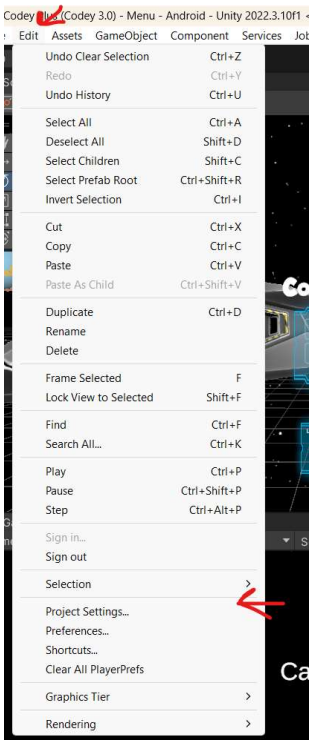
   File → Build Settings



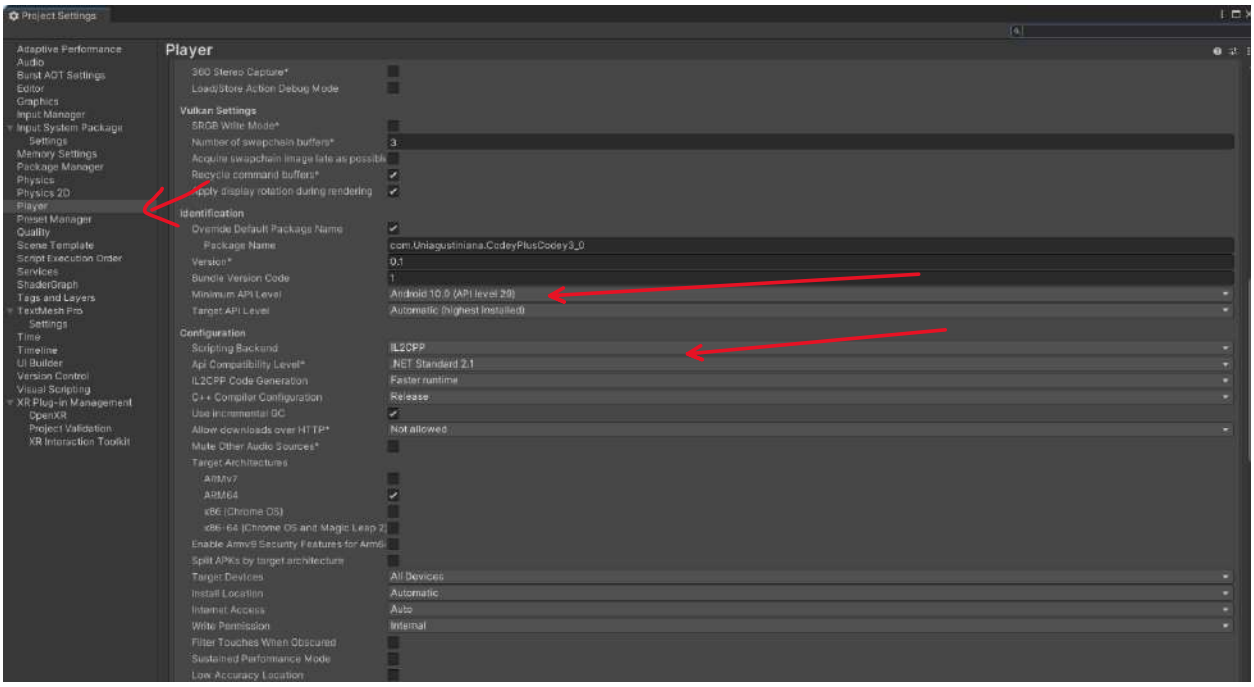
2. Seleccionar Android → clic en Switch Platform si no está seleccionado.



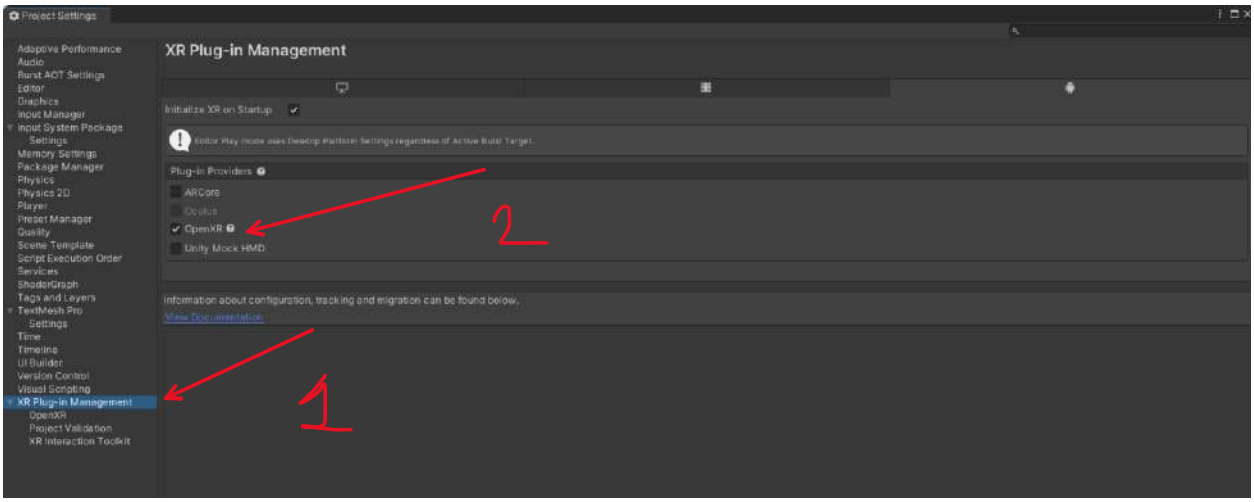
3. Revisar estos parámetros Project Settings:



- Architecture: ARM64
- Scripting Backend: IL2CPP
- Minimum API Level: Android 11 o superior



- XR Plugin: OpenXR habilitado



4. Con el visor conectado y detectado…

   -Hacer clic en Build & Run.

5. Unity compila el proyecto, genera el APK temporal y lo instala automáticamente en el visor.

6. La aplicación inicia de forma automática en Meta Quest 2.

No es necesario guardar el APK ni usar ninguna herramienta externa; Unity se encarga del despliegue.

Ubicación y ejecución manual dentro del visor

Si se reinicia el visor y se desea abrir la app:

1. Ingresar a Apps
2. Seleccionar Installations o Unknown Sources → *Codey Plus 3.0*

(Dependiendo de la versión del sistema, puede aparecer en “Orígenes desconocidos” o directamente en la biblioteca).

Desinstalación de Codey Plus 3.0

En el visor:

1. Ir a Apps.
2. Ubicar Codey Plus 3.0.
3. Pulsar los tres puntos.
4. Seleccionar Desinstalar.

Problemas comunes y soluciones

- Unity no muestra el visor en Build Settings

Revisar cable USB (debe permitir transferencia de datos).

Aceptar el mensaje “Permitir acceso a datos” en el visor.

Cambiar de puerto USB.

Reiniciar Unity.

-La app compila pero no inicia en el visor

Verificar que la escena principal esté agregada en Build Settings → Scenes in Build.

Revisar si hay errores en consola de Unity antes de compilar.

Confirmar que OpenXR esté activo en XR Plugin Management.

-La aplicación aparece con pantalla negra

Revisar configuraciones del XR Rig en la escena.

Confirmar que el tracking está en modo Floor para Quest 2.

Inicio rápido después de instalación

Una vez iniciada la aplicación:

- Seguir el tutorial introductorio (Nivel 0).
- Configurar accesibilidad si es necesario (subtítulos, LSC).
- Seleccionar nivel desde el menú principal.

Soporte y mantenimiento

Para problemas técnicos del laboratorio o del visor:

santiago.chingateb@uniagustiniana.edu.co, mariaf.gomezg@uniagustiniana.edu.co, juan.garzony@uniagustiniana.edu.co

Anexo B - Manual del Usuario

Codey Plus

Manual de Usuario

Versión: 3.0Beta

Fecha: No ha sido lanzado

3.0Beta

Queda prohibido cualquier tipo de explotación y, en particular, la reproducción, distribución, comunicación pública y/o transformación, total o parcial, por cualquier medio, de este documento sin el previo consentimiento expreso y por escrito de la Junta de Andalucía.

HOJA DE CONTROL

Organismo	Uniagustiniana		
Proyecto	Codey Plus		
Entregable	Manual de Usuario		
Autor	Santiago Chingaté, María Fernanda Gómez, Juan Esteban Garzon		
Versión/Edición	3.0Beta	**Fecha Versión**	17/11/2025
Aprobado por		**Fecha Aprobación**	
		Nº Total de Páginas	151

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
3.0Beta	Versión inicial	Santiago Chingaté	17/11/25

CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos

Tabla de contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 123

1.1 Objetivo 123

1.2 Alcance 123

2. FUNCIONALIDAD 123

2.1 Capacidades principales del sistema 124

2.2 Experiencia de aprendizaje 124

3. MAPA DEL SISTEMA 125

A. Menú Principal (pantalla de entrada) 125

B. Menú de Pausa (disponible en cada nivel) 125

C. Módulo de Entrenamiento (Tutorial VR) 126

D. Módulos Temáticos (Niveles formativos) 126

E. Servicios de apoyo dentro de la app 127

4. GUÍA RÁPIDA DE USO 127

5. OPCIONES DE ACCESIBILIDAD (explicación de cada función) 149

6. PREGUNTAS Y RESPUESTAS 149

7. GLOSARIO 150

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

1.1 Objetivo

Este manual tiene como propósito proporcionar una guía práctica y accesible para los usuarios de *Codey Plus 3.0*, una herramienta educativa en realidad virtual diseñada para reforzar los fundamentos de la algoritmia y la programación básica a través de experiencias inmersivas e interactivas. El documento explica cómo navegar la aplicación, utilizar sus funciones principales, activar las opciones de accesibilidad y completar los niveles formativos.

1.2 Alcance

El manual cubre todo lo necesario para que un usuario (estudiante) se desenvuelva dentro de la aplicación: acceso al menú principal, uso del tutorial introductorio, navegación y ejecución de todos los módulos y niveles disponibles, gestión del progreso y uso de las opciones de accesibilidad. No incluye instrucciones de instalación o configuración del dispositivo (ver Anexo: Manual de Instalación).

2. FUNCIONALIDAD

Codey Plus 3.0 está concebido como una experiencia VR que ofrece actividades prácticas, retroalimentación inmediata y herramientas de accesibilidad para facilitar el aprendizaje de algoritmia y programación básica. La experiencia es progresiva y permite repetir módulos según el ritmo del estudiante.

2.1 Capacidades principales del sistema

- Navegación y locomoción: teleportación y rotación fluida para moverse por los escenarios.
- Interacción física: manipulación de objetos, activación de botones y uso de interfaces VR (UI en el mundo).
- Tutorial introductorio: nivel inicial para aprender controles y mecánicas (movimiento, agarre, menús).
- Niveles didácticos progresivos: cinco temas temáticos con dos niveles cada uno, diseñados para reforzar conceptos concretos.
- Retroalimentación inmediata: indicadores visuales/textuales que señalan aciertos o errores y ofrecen pistas.
- Gestión de progreso: desbloqueo secuencial de niveles y pantalla resumen con puntaje/porcentaje de aciertos.
- Opciones de accesibilidad: subtitulado avanzado, conmutador de lengua de señas digital (LSC), modo de alto contraste y hand tracking (seguimiento de manos).
- Configuraciones en sesión: menú de pausa con opciones para reiniciar nivel, ajustar accesibilidad y salir al menú principal.

2.2 Experiencia de aprendizaje

Las actividades combinan elementos interactivos, micro-ejercicios y mini-retos que ponen en práctica los conceptos vistos. El sistema integra refuerzos positivos, pistas progresivas y un proyecto integrador final que consolida las habilidades trabajadas en los módulos previos.

3. MAPA DEL SISTEMA

A continuación, se describe la estructura lógica de la aplicación y las principales secciones que encontrará el usuario.

A. Menú Principal (pantalla de entrada)

Ofrece acceso directo a las secciones esenciales de la aplicación:

- Iniciar experiencia / Seleccionar módulo: despliega la lista de módulos y niveles.
    - Tutorial (nivel 0).
    - Módulo 1 — Variables y Tipos de Datos (niveles 1.1 y 1.2).
    - Módulo 2 — Estructuras Condicionales (niveles 2.1 y 2.2).
    - Módulo 3 — Ciclos (niveles 3.1 y 3.2).
    - Módulo 4 — Funciones (niveles 4.1).
    - Módulo 5 — Nivel Final (aplicación práctica de los conceptos).
- Opciones / Accesibilidad: subtítulos, LSC, alto contraste.
- Progreso: vista rápida del avance del usuario.

B. Menú de Pausa (disponible en cada nivel)

Permite al usuario:

- Pausar la experiencia.
- Reiniciar el nivel (restaurar estado inicial).
- Salir al menú principal.

C. Módulo de Entrenamiento (Tutorial VR)

El tutorial guía al usuario en:

- Movilidad (teleportación y giro).
- Uso de controles.
- Agarre y manipulación de objetos.
- Interacción con interfaces VR (botones, menús, paneles).
- Reproducción de video educativo y uso de subtítulos/LSC.

D. Módulos Temáticos (Niveles formativos)

Cada módulo contiene dos niveles con objetivos específicos y actividades prácticas:

Módulo 1 — Variables y Tipos de Datos (1.1, 1.2)

- Nivel 1.1: Introducción a variables y tipos (identificar y asignar).
- Nivel 1.2: Operadores matemático y lógicos
- Módulo 2 — Estructuras Condicionales (2.1, 2.2)
- Nivel 2.1: Condiciones para abrir ciertas puertas
- Nivel 2.2: Laberinto de llaves con condiciones if para abrir
- Módulo 3 — Ciclos (3.1, 3.2)
- Nivel 3.1: Bucles y recorridos básicos con unos engranajes (for, while).
- Nivel 3.2: Aplicaciones de bucles en un tren
- Módulo 4 — Funciones (4.1, 4.2)
- Nivel 4.1: Definición y llamado de funciones.
- Módulo 5 — Nivel Final: Actividad que integra variables, condicionales, ciclos y funciones en un reto final evaluable.

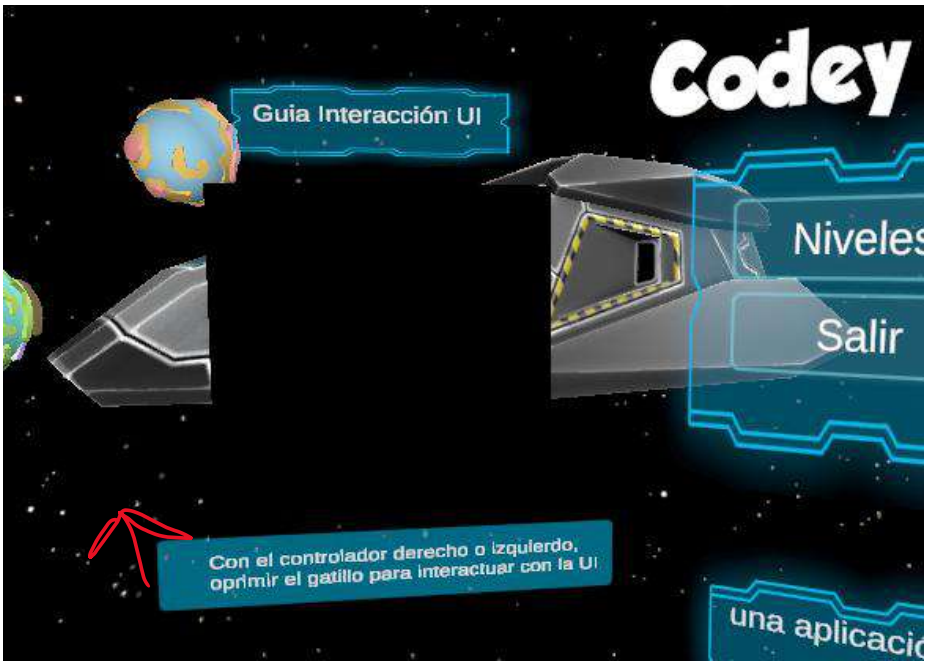
Cada nivel incorpora: objetivos iniciales, instrucciones claras, indicadores visuales (guía), ejercicios interactivos, retroalimentación inmediata y pantalla final con resumen de desempeño.

E. Servicios de apoyo dentro de la app

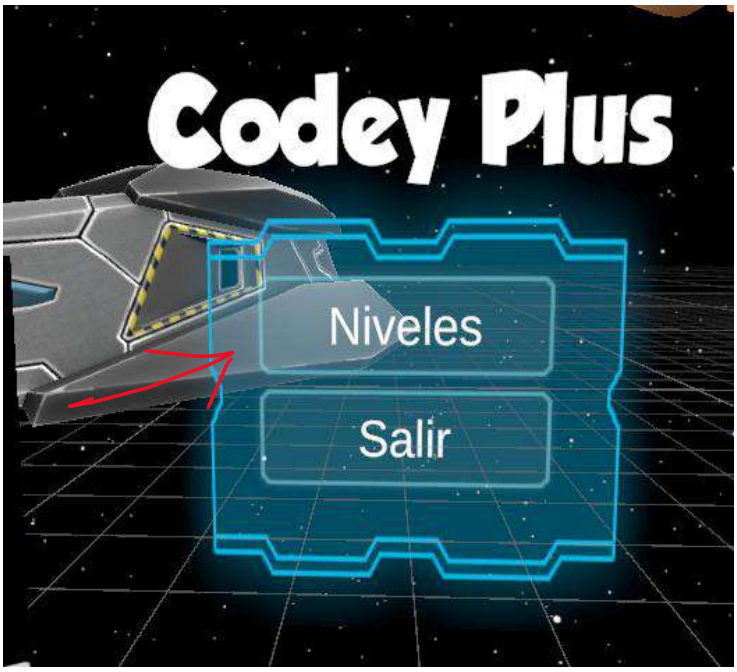
- Videotutoriales y recursos LSC: vídeos explicativos y videos con intérprete en LSC.
- Sistema de pistas: ayuda contextual si el usuario se atasca.
- Registro de progreso: almacenamiento local de avances.

4. GUÍA RÁPIDA DE USO

1. Encender visor y colocarse el dispositivo.
2. Abrir *Codey Plus 3.0* desde el menú de aplicaciones.
3. En el menú principal, ver el video para conocer como usar el gatillo



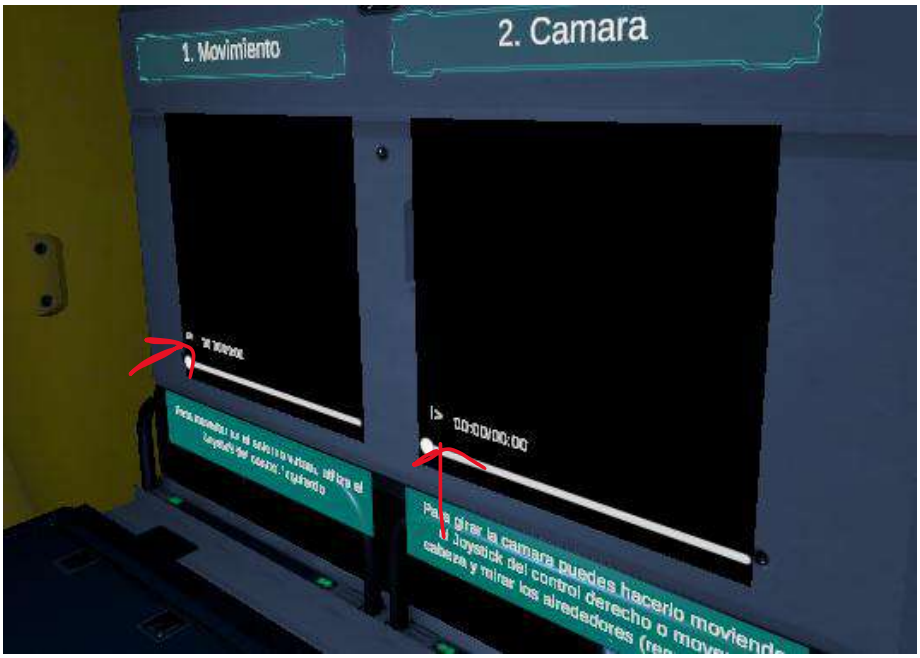
4. En el menú principal, seleccionar el botón de Niveles



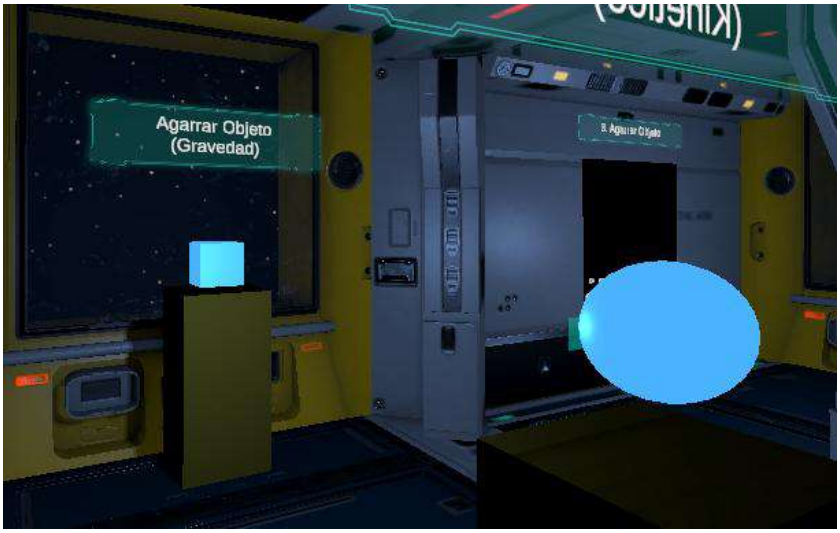
5. En el menú progreso, revisar los niveles y ingresar al Tutorial



6. Dentro del Tutorial, revisar los videos explicativos



- Interactuar con los objetos para saber como agarrarlos



- Aprender cómo usar la teletransportación y pasar al otro lado



- Oprimir el botón finalizar con el gatillo



7. Luego de terminar el Tutorial seleccionar el siguiente nivel en el Menú Progreso que sería Variables 1, ver los videos Tutorial

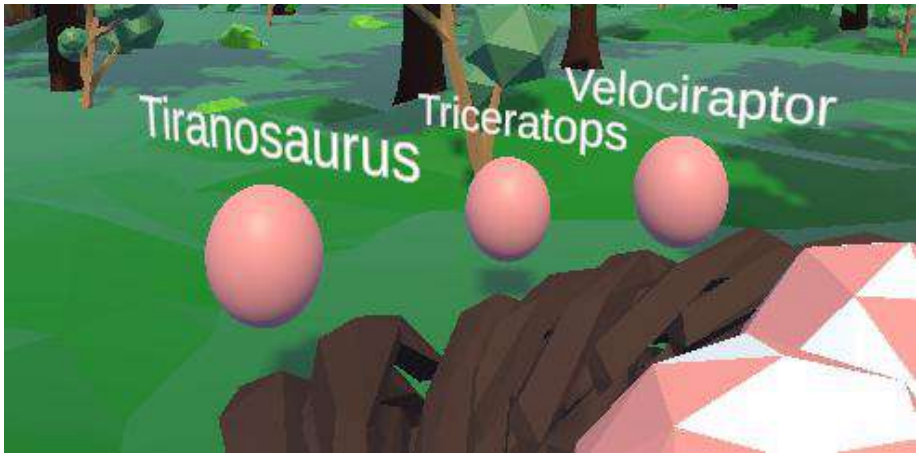


- Analizar el video explicativo y observar a los alrededores del nivel para completarlo



- Buscar los huevos que representan los diferentes tipos de datos que pueden tener las variables y colocarlos en sus respectivas cajas





- Al terminar cada nivel, revisar la pantalla de retroalimentación.

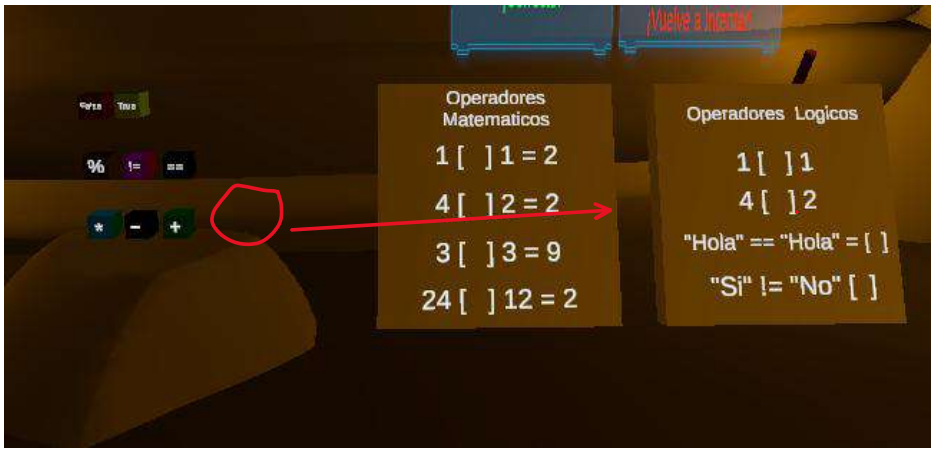


8. En el menú progreso continuar al nivel 1.2

    - Dentro, explorar la cueva y ver los videos, el explicativo y el tutorial



    - Teniendo en cuenta los videos, relacionar los cubos con su función colocándolo en los espacios entre los numeros



- Al terminar cada nivel, revisar la pantalla de retroalimentación.



9. En el menú progreso continuar al nivel 2.1

    - Dirigirse a la entrada de la pirámide.



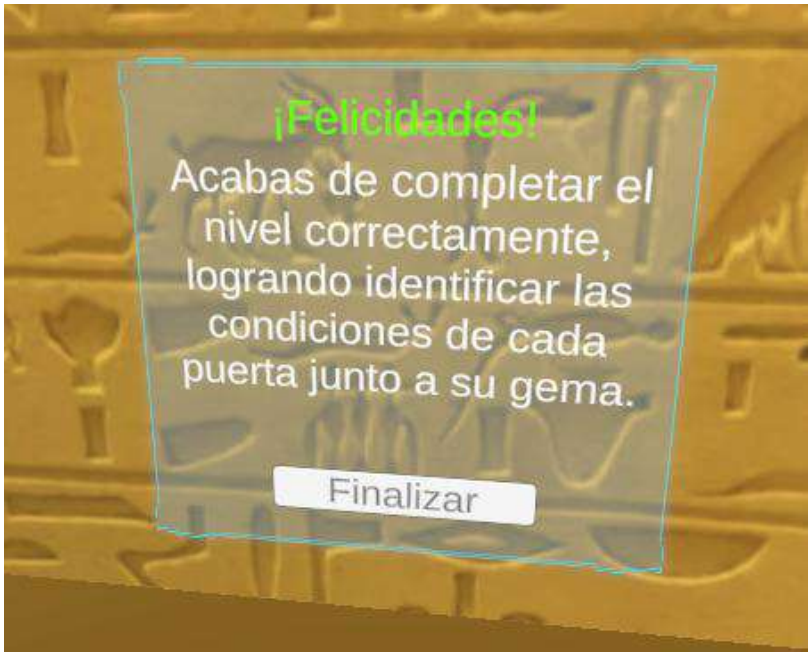
- Visualizar el video guía y el video tutorial del nivel



- Observar las puertas y las gemas y arrastrar la gema a la puerta correcta para abrirlas, cuando las tres estén abiertas aparece el menú de retroalimentación







10. En el menú progreso continuar al nivel 2.2

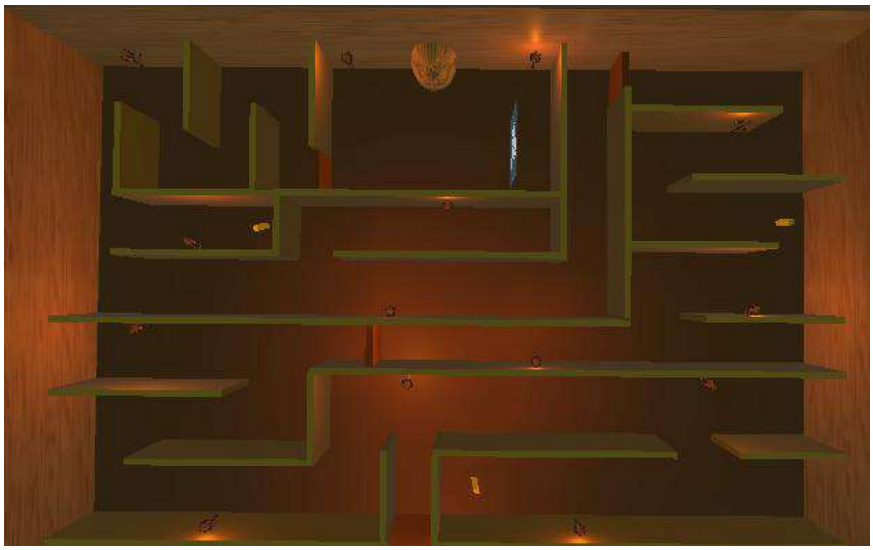
- Visualizar el video tutorial del nivel

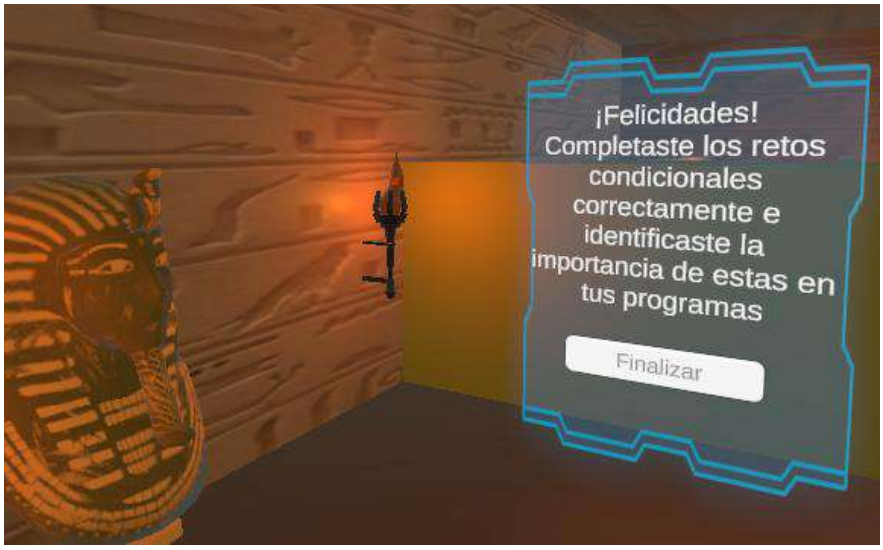


- Para entrar en el laberinto, el estudiante debe agarrar la llave la cual quedara guardada en el inventario y con esa llave abrir la primera puerta



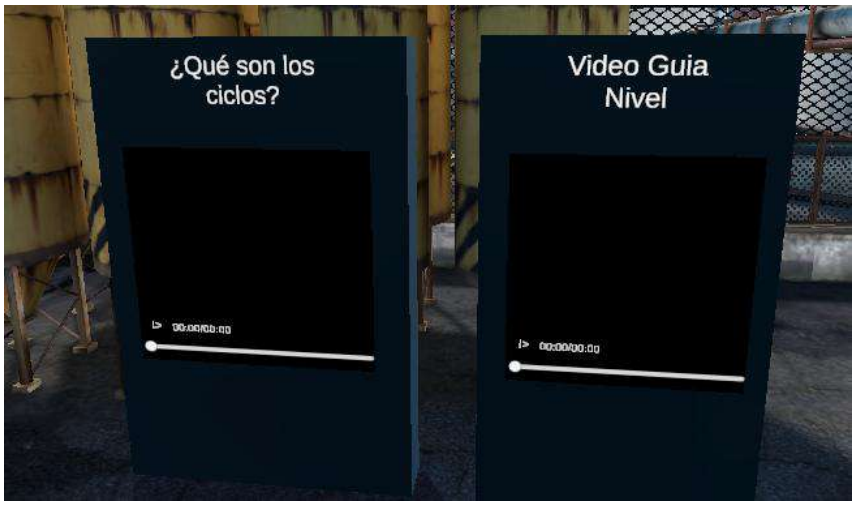
- A travesar el laberinto buscando las llaves correspondientes a cada puerta dentro de este para llegar al final con el UI de retroalimentación





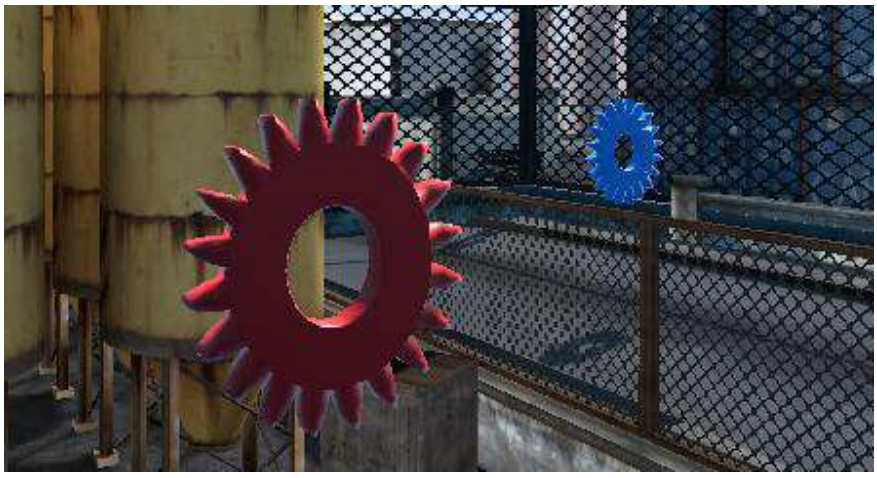
11. En el menú progreso continuar al nivel 3.1

- Visualizar el video explicativo y el tutorial del nivel

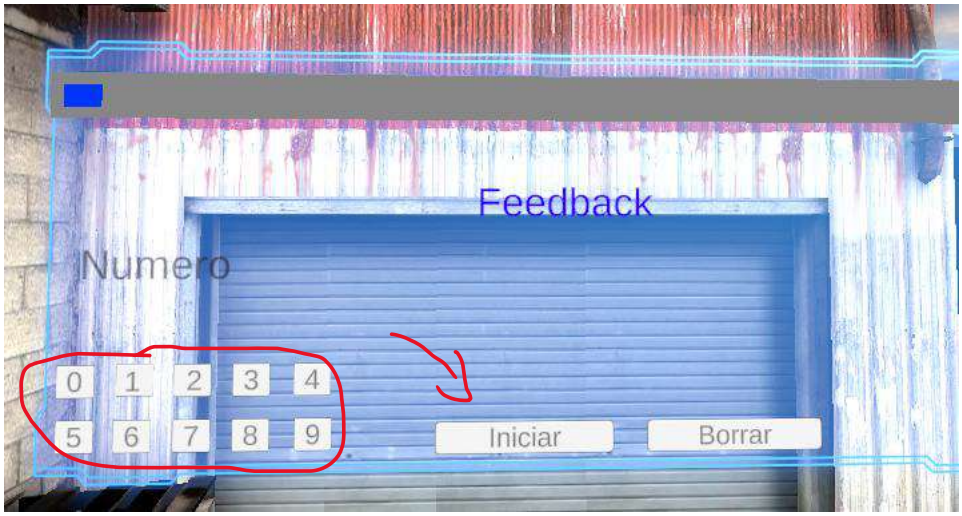


- En el tablero de observas tres ranuras donde deben colocarse tres engranajes, buscarlos en la sección del nivel y colocarlos





- Finalmente, poner un numero de vueltas para descubrir el numero exacto de vueltas que debe dar. Cuando finaliza el ciclo, aparece la UI de retroalimentación.





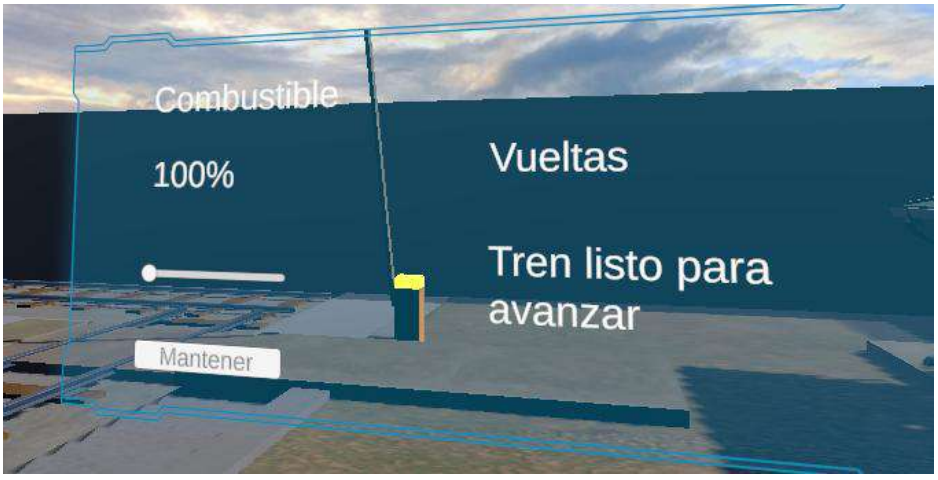
12. En el menú progreso continuar al nivel 3.2

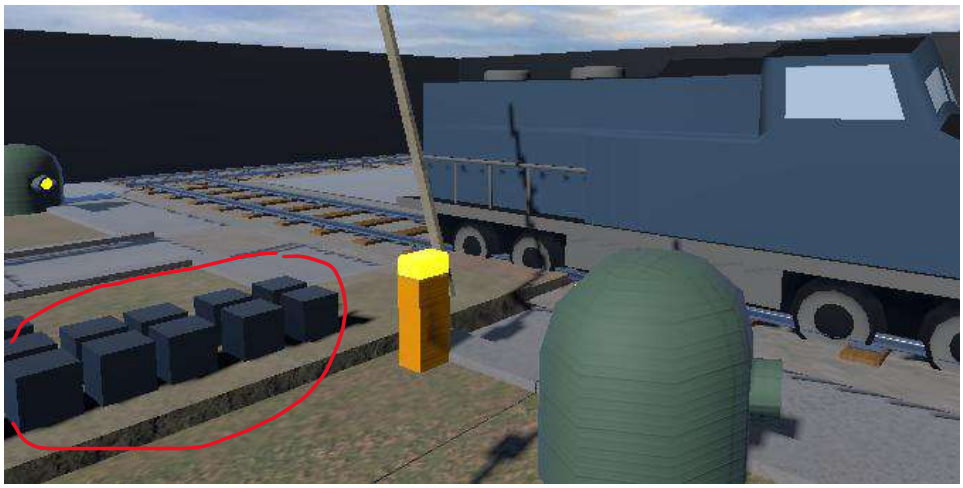
- Visualizar el video tutorial del nivel

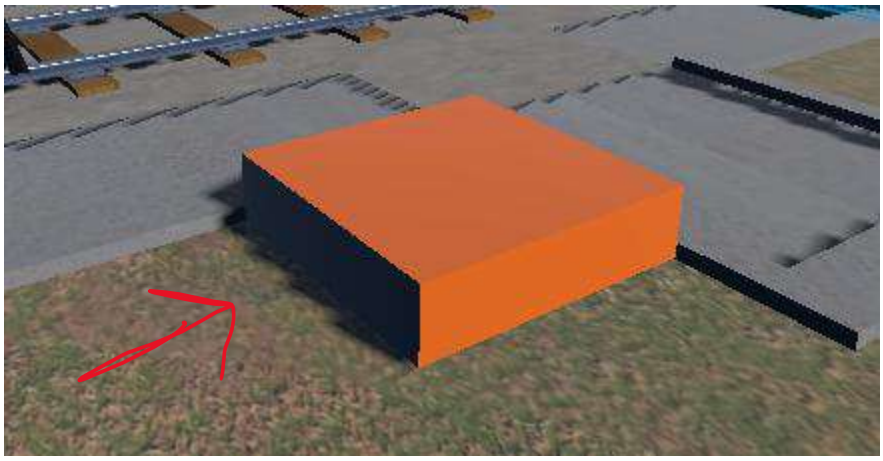


}

- Observar el tablero de manejo del tren, como el combustible al iniciar el nivel va a estar en 0, el estudiante debe ir echando carbón al espacio naranja para cargar el tren y darle al botón de mantener para que el tren se mueva. Cada vez que se acabe el combustible del tren, rellenarlo. Cuando el tren haya dado tres vueltas, aparecerá el UI retroalimentación.









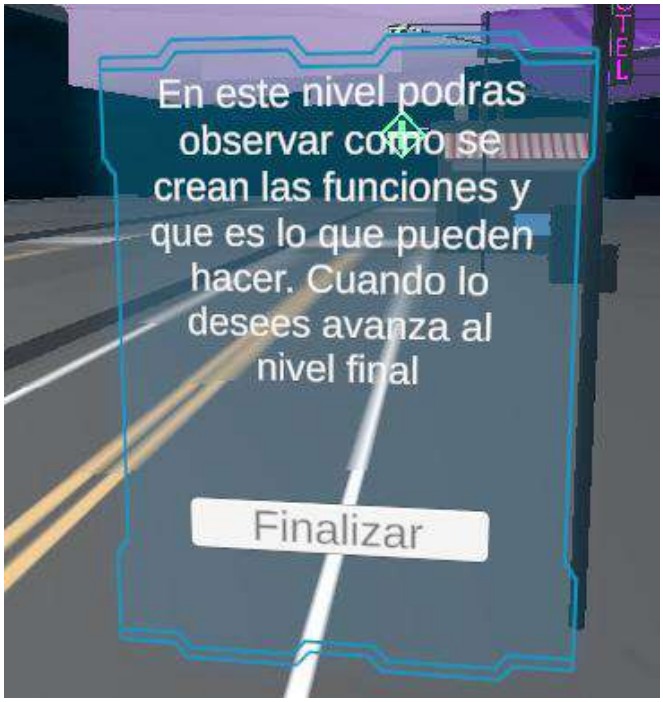
13. En el menú progreso continuar al nivel 4.1

- Visualizar el video explicativo del nivel



- Luego de ver que son las funciones, utilizar el tablero para visualizar una función que se aplica en las esferas. Cuando el estudiante lo desee, puede darle al botón del UI y avanzar al último nivel.





14. En el menú progreso continuar al ultimo nivel en donde se verán todos los conceptos vistos en los anteriores retos.

- Avanzar al edificio de enfrente hasta visualizar el video en donde se explica que deberá hacer en la actividad





- La actividad dependerá de seleccionar correctamente el tipo de dato que la función necesita, el tipo de ciclo mas adecuado y la condición correcta.



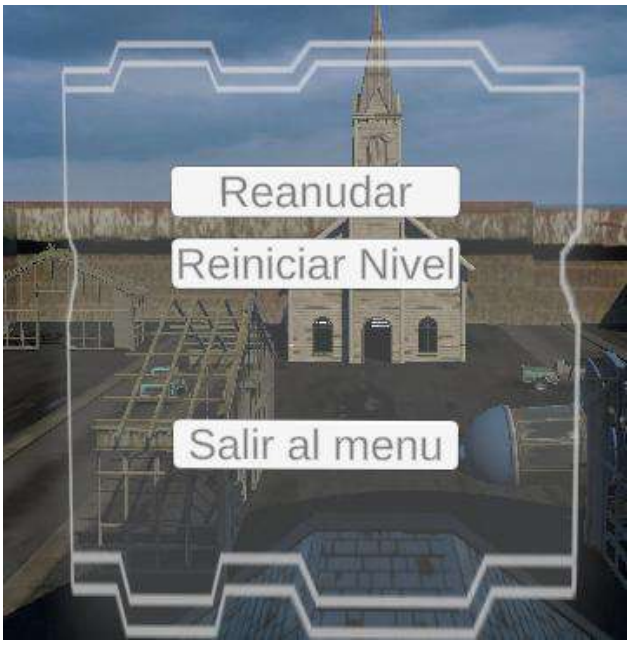
- Cuando la función este correcta, aparecerá el menú en donde el estudiante deberá encontrar el numero aleatorio correcto, cuando lo encuentre, aparecerá el UI de estadísticas y que tal lo hizo, si falla puede volver a intentarlo. Finalmente aparecerá el ultimo UI en donde el estudiante volverá al menú progreso con todos los niveles desbloqueados.


¡Prueba tu función!
Intentos restantes
Texto Feedback
Lista de Intentos
Probar
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Limpiar
Backspace
Aceptar


Resultado
Estadisticas
Reiniciar



15. Para repetir un nivel, usar la opción “Reiniciar” en el menú de pausa que estará disponible en todos los niveles. Para reanudar el menú oprimir el botón “Reanudar” y para salir, oprimir el botón “Salir al menú” respectivamente



5. OPCIONES DE ACCESIBILIDAD (explicación de cada función)

- Subtítulos avanzados: muestran transcripción sincronizada del audio del nivel y de los videotutoriales; se pueden ajustar tamaño y velocidad.
- Lengua de Señas Colombiana (LSC): reproducción de videos con intérprete o la aparición de un avatar/recurso visual que representa la LSC cuando esté disponible.

6. PREGUNTAS Y RESPUESTAS

1. **¿Necesito experiencia previa en realidad virtual para usar Codey Plus 3?**

No. El sistema incluye un Tutorial VR donde se enseñan los movimientos básicos: teleportación, giro, agarre de objetos, interacción con botones y uso del menú. Este nivel está diseñado para usuarios principiantes.

2. **¿Qué hago si me siento desorientado o mareado dentro del visor?**

Se recomienda pausar la experiencia utilizando el menú de pausa, descansar por unos minutos.

3. ¿Puedo repetir un nivel si no entiendo un concepto?

Sí. Desde el menú de pausa puedes seleccionar Reiniciar nivel. Todos los niveles pueden repetirse cuantas veces sea necesario para reforzar los conceptos.

4. ¿El sistema guarda mi progreso?

Sí. El avance se almacena localmente en el visor, permitiendo continuar desde el último nivel desbloqueado.

5. ¿Qué hago si un objeto no responde cuando intento interactuar?

Asegúrate de que el objeto esté resaltado o usa el menú de pausa y selecciona Reiniciar nivel.

6. ¿Qué pasa si salgo accidentalmente al menú principal?

El sistema conserva el nivel que tenías desbloqueado, por lo que puedes volver a ingresar al módulo y retomar sin perder progreso.

7. ¿Puedo avanzar de módulo sin completar los anteriores?

No. *Codey Plus 3.0* maneja un sistema de desbloqueo progresivo para garantizar que el estudiante comprenda primero los conceptos básicos antes de abordar niveles más complejos.

7. GLOSARIO

APK (Android Package Kit)

Archivo ejecutable utilizado para instalar aplicaciones en dispositivos con sistema operativo Android, incluyendo visores Meta Quest.

Controladores VR

Mandos físicos utilizados para interactuar en realidad virtual, permitiendo agarre, selección, apuntado y movimiento.

Feedback háptico

Retroalimentación en forma de vibración o pulsos táctiles generados por los controladores.

Interfaz VR (UI World Space)

Elementos visuales (botones, paneles, menús) ubicados dentro del mundo virtual.

LSC (Lengua de Señas Colombiana)

Lengua visual utilizada por la comunidad sorda en Colombia, integrada al sistema como apoyo inclusivo.

Meta Quest 2 / 3

Visores de realidad virtual autónomos utilizados para ejecutar *Codey Plus 3.0*.

UI (User Interface)

Conjunto de elementos que permiten al usuario dar comandos al sistema, como botones, paneles y menús.