

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE SOFTWARE

Tema:

PLATAFORMA EDUCATIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL A1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software

ÁREA: Desarrollo de Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Software, Tecnologías de la Información y Ciencia de Datos

AUTOR: Edder Daniel Naranjo Córdova

TUTOR: Ing. Carlos Israel Nuñez Miranda Mg.

Ambato - Ecuador

julio – 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PLATAFORMA EDUCATIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL A1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Edder Daniel Naranjo Córdova, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2026.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
CARLOS ISRAEL NUNEZ MIRANDA

Ing. Carlos Israel Nuñez Miranda Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: PLATAFORMA EDUCATIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL A1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2026.



Edder Daniel Naranjo Córdova

C.C. 1805465489

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2026.



Edder Daniel Naranjo Córdova

C.C. 1805465489

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Edder Daniel Naranjo Córdova, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado PLATAFORMA EDUCATIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL A1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN OSWALDO MAYORGA MAYORGA

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Santiago David Jara Moya
Time Stamping Security Data

Ing. Santiago David Jara Moya Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
VICTOR FILIBERTO PEÑAFIEL GAIBOR

Dr. Victor Filiberto Peñafiel Gaibor PhD.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi madre, el pilar fundamental de mi vida, por ser el motor de cada uno de mis pasos y a quien le dedico este logro con todo mi amor y gratitud. A mi padre, por su apoyo constante, sus consejos y por ser un ejemplo de esfuerzo que me ha guiado a lo largo de este camino. A mi hermano menor, cuya presencia le da un sentido único a mis días y a quien espero dejar un reflejo de constancia. A Dios, por guiar mi camino, bendecirme a diario y darme las fuerzas para superar cada obstáculo en este trayecto. Y, de manera general, a toda mi familia y seres queridos que me rodean; su apoyo incondicional y su amor han sido la base que me ha permitido llegar hasta aquí. Este triunfo es de todos ustedes, las personas más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero extender mis más sinceros agradecimientos a todos aquellos que aportaron significativamente a este trayecto que culmino con gran orgullo y satisfacción.

Se expresan gratitud y agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato (UTA) por el apoyo institucional brindado para el desarrollo de este estudio. Se agradece especialmente a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) por su apoyo a través del proyecto de investigación «Entorno Virtual en el Aprendizaje del Idioma Inglés» (PFISEI38), aprobado mediante la Resolución UTA-CONIN-2025-0259-R., por ser parte del mismo.

A mis amigos, por ser parte de grandes momentos no solo dentro de un aula de clase, por brindarme su confianza y afecto; estoy totalmente agradecido. A mis compañeros, quienes siempre supieron brindarme apoyo y aportar en mi parte humana y profesional.

Y finalmente, a todos los docentes e ingenieros que con profesionalismo y bondad supieron enriquecer mi conocimiento. Siempre tendré presente las grandes palabras, consejos y clases que supieron dar con sabiduría para aportar a este gran logro en mi vida profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

AUTORÍA ..... **iii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **viii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xi**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiii**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xvii**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **xviii**

ABSTRACT ..... **xix**

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO **1**

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes investigativos 3

1.3 Fundamentación teórica 6

1.3.1 Fundamentos de la VR en Educación 7

1.3.2 Caracterización del Nivel A1 7

1.3.3 Motores de Desarrollo de Videojuegos (Game Engines) para VR 7

1.3.4 Herramientas de Modelado y Diseño de Entornos Tridimensionales 8

1.3.5 Sistemas de Gestión de Datos y Seguimiento del Progreso Académico 9

1.3.6 Arquitectura Modular del Entorno Inmersivo 10

1.3.7 Diseño Instruccional para Entornos VR Inmersivos 10

1.3.8 Validación de Efectividad Pedagógica 11

1.4 Objetivos 11

1.4.1 Objetivo general 11

1.4.2 Objetivos específicos 11

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 12

2.1 Materiales 12

2.2 Métodos 12

2.2.1 Modalidad de la investigación 13

2.2.2 Población y muestra 13

2.2.3 Recolección de información 14

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos 27

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30

3.1 Análisis y discusión de los resultados 30

3.1.1 Selección de herramientas tecnológicas 30

3.1.2 Motores de Desarrollo (Game Engines) 30

3.1.3 Sistemas de Gestión de Bases de Datos 31

3.1.4 Herramientas de Modelado 3D 32

3.1.5 Selección de Metodología de Desarrollo 32

3.1.6 Fase de planificación 33

3.1.7 Fase de Diseño 47

3.1.8 Iteración 1 56

3.1.9 Iteración 2 58

3.2 Fase de Codificación 62

3.2.1 Fase de Pruebas 79

3.2.2 Fase de Lanzamiento 82

3.2.3 Aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) 84

3.2.4 Resultados 93

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96

4.1 Conclusiones 96

4.2 Recomendaciones 97

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99

ANEXOS 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados obtenidos del Cuestionario 15

Tabla 2. Primera Entrevista a Docente Titular 22

Tabla 3. Segunda Entrevista a Docente Titular 23

Tabla 4. Tercera Entrevista a Docente Titular 24

Tabla 5. Matriz de Simon Motores de Desarrollo 30

Tabla 6. Matriz de Simon de Motores de Base de Datos 31

Tabla 7. Matriz de Simon Herramientas de Modelado 3D 32

Tabla 8. Matriz de Simón Selección de Metodología 33

Tabla 9. Análisis de Necesidades Académicas 35

Tabla 10. Análisis de Necesidades Tecnológicas 35

Tabla 11. Requisitos Funcionales 36

Tabla 12. Requisitos No Funcionales 36

Tabla 13. Roles del Proyecto 37

Tabla 14. Backlog del Producto 38

Tabla 15. Estimación de Tiempo de HU 38

Tabla 16. Historia de Usuario HU-E01 39

Tabla 17. Lista de tareas HU-E01 40

Tabla 18. Historia de Usuario HU-E02 40

Tabla 19. Lista de tareas HU-E02 41

Tabla 20. Historia de Usuario HU-E03 41

Tabla 21. Lista de tareas HU-E03 41

Tabla 22. Historia de Usuario HU-E04 42

Tabla 23. Lista de tareas HU-E04 42

Tabla 24. Historia de Usuario HU-D01 42

Tabla 25. Lista de tareas HU-D01 42

Tabla 26. Historia de Usuario HU-D02 43

Tabla 27. Lista de tareas HU-D02 43

Tabla 28. Historia de Usuario HU-D03 43

Tabla 29. Lista de tareas HU-D03 44

Tabla 30. Plan de entregas 44

Tabla 31. Modelo de una tarjeta CRC 47

Tabla 32. Tarjeta CRC Database 48

Tabla 33. Tarjeta CRC NPC Base 48

Tabla 34. Tarjeta CRC Auth Controller 48

Tabla 35. Tarjeta CRC Dialog Controller 48

Tabla 36. Tarjeta CRC Report Controller 49

Tabla 37. Resumen Necesidades Académicas y Tecnológicas 93

Tabla 38. Resumen de Implementación del sistema 94

Tabla 39. Resultados del Rendimiento en Pruebas de Campo 94

Tabla 40. Resumen de TAM 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tendencia de publicaciones sobre tecnologías inmersivas **[7] [8]**. 5

Figura 2. Distribución de estudios según la destreza lingüística mejorada **[9] [8]**. 5

Figura 3. Fluidez interactiva **[10]**..... 6

Figura 4. Gráfico Circular de la primera pregunta de la encuesta 16

Figura 5. Gráfico Circular de la segunda pregunta de la encuesta..... 16

Figura 6. Gráfico Circular de la tercera pregunta de la encuesta 17

Figura 7. Gráfico Circular de la cuarta pregunta de la encuesta 18

Figura 8. Gráfico Circular de la quinta pregunta de la encuesta..... 18

Figura 9. Gráfico Circular de la sexta pregunta de la encuesta..... 19

Figura 10. Gráfico Circular de la séptima pregunta de la encuesta 19

Figura 11. Gráfico Circular de la octava pregunta de la encuesta 20

Figura 12. Gráfico Circular de la novena pregunta de la encuesta 21

Figura 13. Listado de la décima pregunta de la encuesta..... 21

Figura 14. Gráfico de Arquitectura del Sistema..... 49

Figura 15. Esquema Entidad Relación de la Base de Datos 51

Figura 16. Diagrama de Flujo del Sistema..... 53

Figura 17. Wireframe de movilidad dentro del entorno VR. 56

Figura 18. Wireframe de Selección de opciones..... 56

Figura 19. Wireframe de Selección de opción correcta 57

Figura 20. Wireframe de Selección de opción incorrecta 57

Figura 21. Wireframe de Repetición de Audio 58

Figura 22. Wireframe de Tabla de Resultados 58

Figura 23. Wireframe Login 59

Figura 24. Wireframe de Listado de Estudiantes 59

Figura 25. Wireframe modal estudiante 60

Figura 26. Wireframe de Selección de Tipos de PDFs 60

Figura 27. Wireframe de Guardado de PDF generado 61

Figura 28. Wireframe de PDF individual 61

Figura 29. Wireframe de PDF General 62

Figura 30. Interacción Mundo VR 63

Figura 31. Elección de una respuesta correcta 64

Figura 32. Elección de una respuesta incorrecta 64

Figura 33. Inicialización del Sistema y Gestión de Intentos en Base de Datos 65

Figura 34. Optimización mediante Precarga Dinámica de Recursos (Caché de Audio) 66

Figura 35. Limpieza y Renderizado de Componentes de Interfaz Dinámica 67

Figura 36. Motor Lógico de Árbol de Diálogos y Guardado en Tiempo Real 68

Figura 37. Manejo Preventivo de Desconexiones y Cierre Súbito 69

Figura 38. Opciones para repetir los audios tanto en la pregunta como en las opciones de respuesta 70

Figura 39. Resultados al Finalizar el Escenario 71

Figura 40. Inyección Dinámica de Interfaces 2D en Entornos 3D 71

Figura 41. Navegación Físico-Espacial Mediante Colisiones en VR 72

Figura 42. Recuperación Asíncrona del Estado Global 73

Figura 43. Transiciones Seguras y Limpieza de Variables en Memoria..... 74

Figura 44. Inicio de Sesión..... 75

Figura 45. Panel de Administración..... 76

Figura 46. Pantalla para Guardar los Reportes..... 77

Figura 47. Reporte de Evaluación por intento 77

Figura 48. Gráfico de Resultados por Intento 78

Figura 49. Reporte General por Escenario..... 78

Figura 50. Gráficas y Resumen de Informe General por Escenario 79

Figura 51. Pruebas Unitarias..... 81

Figura 52. Pruebas de Integración..... 82

Figura 53. Lanzamiento del Sistema..... 84

Figura 54. Carreras de Estudiantes Encuestados..... 85

Figura 55. Gráfico del Análisis de Utilidad Percibida 86

Figura 56. Gráfico del Análisis de Facilidad de Uso Percibida 87

Figura 57. Gráfico de Aspectos Más Valorados 88

Figura 58. Gráfico de Oportunidades de Mejora 88

Figura 59. Gráfico de ATT e IU..... 89

Figura 60. Años de Experiencia de Expertos Encuestados..... 90

Figura 61. Gráfico del Análisis de Utilidad Percibida por Expertos..... 91

Figura 62. Gráfico del Análisis de Facilidad de Uso Percibida por Expertos..... 92

Figura 63. Gráfico de Actitud e Intención de Uso (Expertos) 93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de Validación de Necesidades: Aprendizaje de Inglés Nivel A1 mediante VR..... 102

Anexo 2. Entrevista de Validación de Necesidades: Aprendizaje de Inglés Nivel A1 mediante VR..... 103

Anexo 3. Cuestionario De Evaluación Del Sistema (Modelo TAM)..... 104

Anexo 4. Cuestionario De Evaluación Del Sistema Por Expertos (Modelo TAM). 108

Anexo 5. Manual De Usuario..... 112

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación aborda la deficiencia en el desarrollo de competencias de comprensión auditiva y la toma de decisiones lingüísticas contextuales en estudiantes de nivel A1 de inglés de la Universidad Técnica de Ambato (UTA). Esta problemática surge por la falta de exposición a escenarios reales y el alto nivel de ansiedad experimentado por los alumnos con las metodologías tradicionales. Para solucionarlo, se desarrolló una plataforma educativa inmersiva de Realidad Virtual (VR) diseñada para ofrecer un entorno seguro de práctica interactiva individual a través de árboles de diálogo.

El desarrollo se fundamentó en la metodología ágil XP, utilizando Godot Engine y el estándar OpenXR para la creación de los entornos tridimensionales. La arquitectura integra un sistema *backend* en Node.js y una base de datos en PostgreSQL para procesar la telemetría del estudiante en tiempo real. Esto permite a los docentes monitorear el progreso y generar reportes a través de un panel administrativo.

La validación del sistema se realizó mediante el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) con una muestra de 28 estudiantes y un panel de 4 expertos. Los resultados evidenciaron una alta aceptación; los estudiantes destacaron la utilidad del entorno, mientras que los docentes confirmaron la efectividad pedagógica y la facilidad de uso del *dashboard*. Se concluye que la plataforma complementa eficazmente la enseñanza del idioma a través de la toma de decisiones lingüísticas en entornos inmersivos.

Palabras claves: plataforma VR, enseñanza de inglés, telemetría, Universidad Técnica de Ambato, metodología XP, TAM.

ABSTRACT

The present research work addresses the deficiency in the development of listening comprehension skills and contextual linguistic decision-making in A1-level English students at the Universidad Técnica de Ambato (UTA). This problem arises from the lack of exposure to real-world scenarios and the high level of anxiety experienced by students under traditional methodologies. To solve this, an immersive Virtual Reality (VR) educational platform was developed, designed to provide a safe environment for individual interactive practice through dialogue trees.

The development was based on the XP agile methodology, utilizing the Godot Engine and the OpenXR standard for the creation of the three-dimensional environments. The architecture integrates a Node.js backend system and a PostgreSQL database to process student telemetry in real time. This allows teachers to monitor progress and generate reports through an administrative dashboard.

System validation was conducted using the Technology Acceptance Model (TAM) with a sample of 28 students and a panel of 4 experts. The results demonstrated high acceptance; students highlighted the usefulness of the environment, while teachers confirmed its pedagogical effectiveness and the usability of the dashboard. It is concluded that the platform effectively complements language teaching through linguistic decision-making within immersive environments.

Keywords: VR, English teaching, telemetry, Universidad Técnica de Ambato, XP, TAM.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

PLATAFORMA EDUCATIVA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DEL IDIOMA INGLÉS NIVEL A1 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

1.1.1 Planteamiento del problema

En el contexto educativo actual, el dominio del idioma inglés se ha consolidado como una competencia indispensable para el acceso a oportunidades académicas y laborales. No obstante, informes recientes como el English Proficiency Index (EF EPI) de 2024 sitúan a Ecuador en una posición crítica, ocupando el puesto 82 de 116 países, lo que denota un nivel de competencia bajo a nivel nacional. Esta estadística revela una insuficiencia estructural en el sistema educativo ecuatoriano, que no logra dotar a los estudiantes de las habilidades comunicativas necesarias a pesar de la importancia estratégica del idioma **[1]**. El bajo rendimiento generalizado sugiere que las estrategias actuales no son suficientes para cerrar la brecha entre las exigencias internacionales y la realidad de los estudiantes.

Aunque teóricamente la enseñanza del inglés en Ecuador adopta un enfoque comunicativo destinado a la expresión efectiva de ideas, existe una desconexión evidente entre esta metodología y la práctica real dentro del aula. Basándose en repetición constante de reglas gramaticales, vocabulario y una escasa presencia de espacios reales de interacción significativa. Investigaciones previas señalan que, si bien la tecnología ha sido una aliada en otras áreas, su potencial específico para la enseñanza del inglés no ha sido aprovechado ni considerado en su totalidad, limitándose muchas veces a recursos pasivos que no fomentan la producción del lenguaje. Esta situación perpetúa la práctica del modelo tradicional que no fue concebido para la era digital **[2]**.

Esta problemática se agudiza específicamente en la Universidad Técnica de Ambato (UTA), donde los estudiantes del nivel A1 enfrentan barreras significativas para desarrollar las destrezas fundamentales de comprensión auditiva (*listening*) y la fluidez en la selección de respuestas conversacionales **[3]**. Al no contar con entornos que simulen situaciones de la vida cotidiana —como ir de compras o asistir a una entrevista—, los alumnos carecen de oportunidades para fortalecer el uso práctico del idioma en un ambiente seguro que permita el error como parte del aprendizaje **[4]**. Sin estas herramientas, el desarrollo de la confianza interactiva se ve severamente afectado desde los niveles básicos.

Frente a este escenario, la literatura científica reciente respalda el uso de entornos virtuales como una solución capaz de ofrecer contextos auténticos que potencian el desempeño interactivo y reducen el estrés asociado a la práctica del idioma **[5]**. Sin embargo, actualmente la institución carece de una plataforma tecnológica propia, adaptada al contexto local y validada técnicamente, que permita implementar estas estrategias de aprendizaje activo y simulado. La ausencia de un entorno virtual diseñado específicamente para las necesidades del nivel A1 de la UTA impide verificar la viabilidad técnica y la usabilidad de estas tecnologías emergentes en nuestro entorno educativo **[6]**.

Por tanto, el problema de investigación se formula de la siguiente manera: Los estudiantes de inglés de nivel A1 en la UTA tienen dificultades constantes para desarrollar sus habilidades de comprensión auditiva y participación interactiva. Esto ocurre porque las clases tradicionales suelen centrarse más en reglas gramaticales que en situaciones prácticas del día a día, limitando el tiempo en el que los alumnos escuchan el idioma en contextos reales y bloqueando la oportunidad de practicar de forma individual y autónoma. Además, los métodos actuales no ofrecen una forma rápida de evaluar las respuestas de cada estudiante ni de darles comentarios inmediatos. Ante esto, se necesitan herramientas tecnológicas basadas en realidad virtual 3D. Estas plataformas permiten que el alumno practique solo y a su propio ritmo mediante árboles de diálogo y opciones de respuesta múltiples, mientras que el docente puede registrar y revisar todo su progreso.

Cabe destacar que el desarrollo de la presente plataforma educativa inmersiva se enfoca metodológicamente en potenciar las destrezas receptivas (*listening* y *reading*) y en la toma de decisiones conversacionales contextuales del nivel A1. Debido a las restricciones de tiempo para el desarrollo del presente trabajo de titulación y la elevada carga de procesamiento que demanda la renderización de entornos 3D interactivos bajo el estándar OpenXR, se acota el alcance del software excluyendo módulos de reconocimiento de voz activos (*Speech-to-Text*). La validación del progreso del estudiante se ejecuta mediante la selección de respuestas múltiples controlado por un puntero láser virtual, garantizando así la estabilidad del sistema y el rendimiento óptimo de la tasa de refresco (FPS) en el hardware de VR.

1.2 Antecedentes investigativos

La revisión de la literatura científica reciente refleja un cambio importante en la enseñanza de idiomas, donde se está dejando atrás el uso de aplicaciones móviles básicas para adoptar entornos de realidad virtual inmersiva. Esta evolución tecnológica surge al comprobar que los métodos tradicionales ya no bastan para asegurar que los estudiantes retengan el vocabulario a largo plazo o desarrollen sus habilidades para hablar desde los niveles básicos. A partir del análisis de estudios publicados en los últimos cinco años, se establecen las bases pedagógicas de esta investigación, destacando la inmersión virtual como la herramienta principal para mejorar la fluidez comunicativa. A continuación, se detallan los hallazgos cualitativos más importantes, acompañados de un gráfico que resume y compara la evidencia recolectada.

El interés académico por la aplicación de la VR en el aprendizaje de idiomas ha experimentado un crecimiento exponencial y sostenido en los últimos años. Según la revisión de seguimiento realizada por **[7]**, quienes analizaron la producción científica entre 2018 y 2022, existe una expansión clara del uso de la VR que ha trascendido la educación superior para integrarse en los currículos de educación primaria y secundaria. Este fenómeno se ha intensificado notablemente en el período postpandemia, impulsado por la urgencia de desarrollar entornos de aprendizaje autónomos que no dependan exclusivamente de la presencialidad física. La tendencia

actual confirma que la integración de tecnologías inmersivas ya no es una novedad experimental, sino un campo de investigación consolidado y necesario para la innovación educativa moderna.

En cuanto a la efectividad comparativa de las herramientas tecnológicas, la evidencia sugiere una superioridad técnica de la VR sobre otras modalidades como la Realidad Aumentada (AR). La revisión sistemática de **[8]**, que examinó 37 estudios empíricos recientes, concluye que la VR genera un impacto significativamente mayor en la retención de vocabulario gracias a su capacidad de aislamiento sensorial. Los estudios que emplearon visores de alta inmersión (HMD) facilitaron un aprendizaje incidental más profundo al eliminar las distracciones del entorno físico, un factor que resulta determinante para estudiantes de nivel A1 que requieren concentración total. Por su parte **[9],** refuerzan este hallazgo al señalar que el 70 % de las intervenciones tecnológicas exitosas se han centrado en la adquisición de vocabulario y destrezas comunicativas interactivas, validando la pertinencia de diseñar plataformas enfocadas en estos componentes.

La literatura científica respalda contundentemente el uso de la simulación virtual para la mejora específica de las destrezas conversacionales y receptivas (listening e interacción). Un estudio clave en esta línea es la investigación experimental de **[10]**, quienes implementaron un enfoque de aprendizaje situado dentro de entornos VR para el desarrollo de las habilidades en el idioma. Sus resultados revelaron que los estudiantes expuestos a tareas auténticas en VR mejoraron su desempeño en un 27 %, superando ampliamente al grupo de control que solo alcanzó un 9 % de mejora con métodos convencionales. Los autores atribuyen este éxito a que la VR fortalece la autoeficacia comunicativa al permitir una práctica intensiva en un “espacio seguro”, libre de la presión social y el miedo al error que caracterizan al aula tradicional.

Paralelamente, la integración de sistemas inteligentes ha potenciado la capacidad de estas herramientas para ofrecer resultados medibles en el rendimiento académico. El estudio de **[11]** reportó una correlación positiva fuerte (r=0.836) entre el uso frecuente de entornos inmersivos y los resultados de aprendizaje, destacando que la inmersión visual debe ir acompañada de interactividad para ser efectiva. En la vanguardia de esta integración, **[12]** demostraron que combinar la inmersión VR con modelos de

traducción automática basados en aprendizaje profundo optimiza drásticamente los tiempos de estudio. En su experimento, esta combinación permitió reducir el tiempo de las tareas de 68 a 48 minutos manteniendo una precisión del 98.5 %.

Con el objetivo de sistematizar los hallazgos descritos anteriormente, se presentan a continuación los gráficos comparativos que resumen las tendencias de publicación y los impactos cuantitativos reportados en la literatura seleccionada. Estas figuras ilustran la justificación del enfoque adoptado para el presente proyecto de titulación.



Figura 1. Tendencia de publicaciones sobre tecnologías inmersivas **[7] [8]**.



Figura 2. Distribución de estudios según la destreza lingüística mejorada **[9] [8]**.

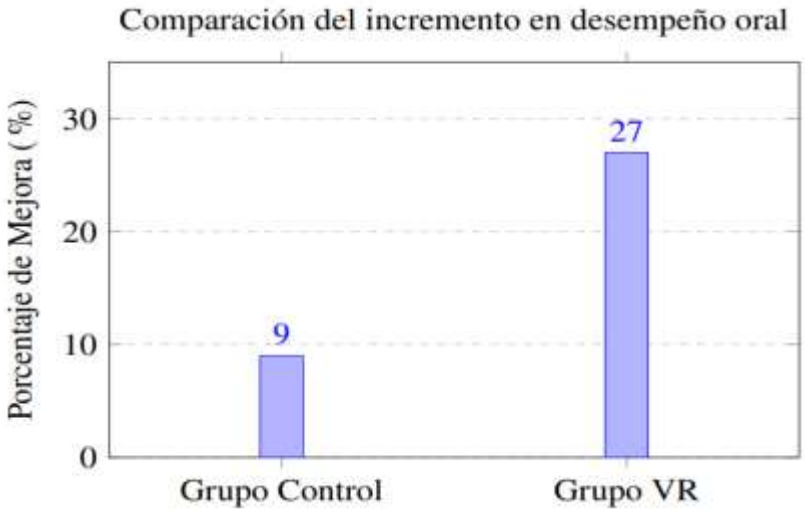


Figura 3. Fluidez interactiva **[10]**.

1.3 Fundamentación teórica

La fundamentación teórica constituye el soporte conceptual de la investigación, integrando teorías, modelos y antecedentes relevantes que contextualizan el estudio. Su estructura se organiza en literales que abordan las bases teóricas sobre el problema, los antecedentes investigativos relacionados como el uso de VR en la enseñanza de idiomas, y la evidencia empírica previa que justifica la propuesta. Su objetivo es establecer un marco de referencia por el cual se puede sustentar la viabilidad del trabajo.

El marco teórico de esta investigación integra los fundamentos conceptuales necesarios para entender cómo la VR puede mejorar el aprendizaje de inglés en estudiantes de nivel A1. Se articula en torno a tres dimensiones complementarias: primero, los principios pedagógicos del aprendizaje de idiomas a nivel elemental y la teoría del aprendizaje situado; segundo, las características técnicas de los entornos inmersivos y las herramientas necesarias para su implementación; y tercero, los mecanismos de evaluación y seguimiento que permiten medir efectivamente el progreso estudiantil dentro de plataformas tecnológicas educativas.

1.3.1 Fundamentos de la VR en Educación

La VR se define como un entorno generado por computadora que permite a los usuarios interactuar en tres dimensiones de forma inmersiva. En contextos educativos, facilita el aprendizaje experiencial mediante la creación de escenarios simulados donde los estudiantes pueden practicar habilidades comunicativas en contextos seguros y controlados. Los antecedentes investigativos demuestran que las plataformas de VR generan mejoras significativas en el aprendizaje de idiomas. Los estudiantes que participan en entornos VR muestran incrementos en vocabulario, comprensión auditiva y agilidad en la selección de respuestas conversacionales, con retención de memoria superior en comparación con metodologías tradicionales. Asimismo, se evidencia reducción de ansiedad lingüística y mayor motivación intrínseca **[7]**, factores críticos para estudiantes de nivel A1 que requieren confianza para desarrollar competencias comunicativas básicas.

1.3.2 Caracterización del Nivel A1

El nivel A1, según el MCER, constituye la etapa de “Acceso” donde el estudiante adquiere la capacidad básica para comunicarse en situaciones inmediatas. Sin embargo, la implementación práctica de este nivel en el contexto ecuatoriano presenta desafíos específicos. Según el estudio de **[13]**, los estudiantes clasificados en el nivel A1 suelen presentar dificultades en el proceso de adquisición del habla en inglés. Su investigación evidencia que, en esta etapa inicial, los alumnos poseen un conocimiento de vocabulario básico que carece de profundidad, y enfrentan la rapidez en la toma de decisiones lingüísticas contextuales como un 'desafío mayor' al tener problemas para seleccionar respuestas lógicas con rapidez contextual.

1.3.3 Motores de Desarrollo de Videojuegos (Game Engines) para VR

Los motores de desarrollo o *Game Engines* constituyen el software fundamental para la creación de experiencias interactivas, proporcionando la arquitectura necesaria para

renderizar gráficos, gestionar la física de los objetos y procesar la lógica del usuario en tiempo real. En el contexto educativo, estas herramientas permiten orquestar entornos inmersivos complejos sin la necesidad de programar desde cero cada componente visual o físico **[14]**.

Para proyectos de investigación académica en entornos VR, se prioriza el uso de motores que ofrezcan soporte nativo para estándares de realidad extendida, optimización de rendimiento para evitar la latencia (que causa mareos en los usuarios) y flexibilidad en el sistema de nodos o scripts. Asimismo, las herramientas de código abierto son preferibles en contextos universitarios ya que garantizan la sostenibilidad del proyecto y la libertad de modificación.

1.3.4 Herramientas de Modelado y Diseño de Entornos Tridimensionales

La inmersión en la VR depende directamente de la fidelidad visual y la coherencia espacial del entorno simulado. Las herramientas de modelado 3D permiten la construcción de activos digitales (objetos, avatares y escenarios arquitectónicos) que representan contextos auténticos relevantes para el aprendizaje, como mercados, oficinas o espacios públicos.

Desde la perspectiva pedagógica, el diseño de estos entornos debe equilibrar el realismo visual con la optimización técnica. Un modelado eficiente asegura una tasa de cuadros por segundo estable, crucial para mantener la inmersión. En la actualidad, las suites de creación 3D integrales facilitan no solo el modelado, sino también el texturizado y la animación de personajes, elementos esenciales para simular interacciones humanas en el aprendizaje de idiomas. Para esta investigación, se opta por soluciones de modelado de licencia abierta, que permiten la exportación fluida de activos hacia el motor de desarrollo seleccionado **[15]**.

1.3.5 Sistemas de Gestión de Datos y Seguimiento del Progreso Académico

La efectividad de una plataforma educativa tecnológica radica en su capacidad para registrar, almacenar y analizar el desempeño del estudiante de manera sistemática. Los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) integrados en aplicaciones educativas permiten capturar métricas granulares, tales como tiempos de respuesta, tasas de error y patrones de navegación dentro del entorno virtual **[16]**.

Para la implementación de plataformas VR educativas, la estrategia de gestión de datos puede abordarse mediante dos enfoques de despliegue según el contexto institucional: el almacenamiento local y la arquitectura basada en servidor. Por un lado, una arquitectura completamente embebida en el dispositivo facilita la portabilidad y la autonomía operativa en aulas con recursos limitados. Sin embargo, depender exclusivamente de archivos locales restringe la escalabilidad, fragmenta la información de los usuarios y dificulta el control centralizado del progreso académico. Por el contrario, la integración de un servidor optimiza significativamente la administración del sistema, ya que centraliza la gestión de datos, permite un monitoreo integral del rendimiento de los estudiantes y asegura la persistencia y sincronización de la información de manera robusta **[17]**.

Frente a este panorama, para este proyecto se ha seleccionado una arquitectura desplegada en servidor. Esta decisión responde directamente a los requerimientos recopilados en el Centro de Idiomas, donde se identificó la necesidad estricta de que el cuerpo docente pueda monitorear, evaluar y descargar los reportes de rendimiento académico de forma centralizada y asíncrona. Asimismo, se determinó la pertinencia pedagógica de otorgar al estudiante un acceso restringido y exclusivo a su propio historial de intentos para fomentar el autoaprendizaje y la revisión autónoma de sus errores, resguardando la privacidad de la información mediante un control de accesos basado en roles. Un despliegue en servidor elimina la dependencia de cada visor de VR de forma individual, permitiendo que los datos de los intentos de los estudiantes se sincronicen en tiempo real y queden disponibles de manera inmediata tanto en el módulo de consulta personal del alumno como en el panel de administración (Dashboard) global del docente

1.3.6 Arquitectura Modular del Entorno Inmersivo

La arquitectura del sistema se articula mediante la unión de tres subsistemas interdependientes. Siendo el módulo de generación de activos el primero, el cual se encarga del modelado tridimensional de la topología de escenarios y agentes virtuales. Estos elementos son procesados por el motor de ejecución *Game Engine*, núcleo responsable del renderizado en tiempo real, la simulación de físicas y la gestión de la lógica de interacción del usuario. Finalmente, se integra una capa de persistencia y telemetría, diseñada para la trazabilidad granular del desempeño estudiantil, registrando métricas temporales y patrones de error **[18]**.

Esta segregación de responsabilidades será necesaria con el propósito de garantizar la mantenibilidad del software a largo plazo, permitiendo la actualización o inclusión de nuevos apartados sin afectar a la plataforma en general.

1.3.7 Diseño Instruccional para Entornos VR Inmersivos

El diseño instruccional de plataformas VR para nivel A1 requiere considerar principios que ayuden a maximizar la efectividad del aprendizaje del idioma. Las investigaciones evidencian que el aprendizaje en entornos VR es más efectivo cuando: (a) los escenarios representan contextos auténticos para estudiantes; (b) existe retroalimentación inmediata sobre desempeño; (c) se integran múltiples modalidades sensoriales; y (d) se equilibra inmersión con claridad pedagógica **[11]**.

Para estudiantes de nivel A1 específicamente, el diseño instruccional debe priorizar vocabulario temático organizado por contextos cotidianos, estructuras gramaticales básicas presentadas en contextos comunicativos auténticos, y evaluación formativa integrada que no interrumpa la experiencia inmersiva.

1.3.8 Validación de Efectividad Pedagógica

La evaluación de plataformas educativas VR requiere instrumentos que midan tanto la comprensión. Para estudiantes de nivel A1, la validación debe incluir: (a) mediciones de adquisición de vocabulario específico; (b) evaluación de comprensión auditiva mediante actividades contextualizadas; (c) cuestionarios de aceptación tecnológica (TAM); y (d) análisis de datos de interacción capturados en el sistema de gestión de información para identificar patrones de aprendizaje, tiempos de respuesta y áreas de dificultad recurrentes **[10]**.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una plataforma educativa de realidad virtual para la enseñanza del idioma inglés nivel A1 de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4.2 Objetivos específicos

- Recolectar los requerimientos de las necesidades académicas y tecnológicas de los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato en relación con el aprendizaje del inglés nivel A1.
- Implementar una plataforma de realidad virtual que integre un escenario interactivo para el aprendizaje del idioma inglés en nivel A1.
- Analizar la aceptación del sistema de realidad virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje del inglés nivel A1.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se fundamenta en un enfoque de investigación aplicada para resolver un problema práctico: las deficiencias en el desarrollo de competencias de comprensión auditiva y toma de decisiones conversacionales en estudiantes de nivel A1, derivadas por la falta de exposición a conversaciones reales.

2.1 Materiales

Para la presente investigación, los materiales empleados corresponden a los instrumentos de recolección de datos diseñados para levantar la información y estructurar las necesidades del sistema:

La encuesta fue aplicada a los estudiantes con el objetivo de identificar sus necesidades, percepciones y expectativas respecto a los métodos actuales de enseñanza y práctica del idioma inglés, así como su disposición al uso de entornos virtuales y simuladores para fortalecer el aprendizaje (Anexo A).

La entrevista se realizó al cuerpo docente con el propósito de caracterizar el proceso vigente de instrucción, reconocer sus limitaciones operativas e institucionales y levantar propuestas de mejora que optimicen la planificación, la evaluación y la implementación de recursos tecnológicos en la enseñanza del idioma (Anexo B).

2.2 Métodos

A continuación, se describe el proceso metodológico seguido para el desarrollo del proyecto, detallando las etapas y técnicas empleadas que permiten asegurar un enfoque integral y adaptado a los requerimientos definidos:

2.2.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo una modalidad de investigación aplicada, caracterizada por su orientación práctica hacia la construcción de una solución tecnológica (la plataforma VR) que mitigue las deficiencias en las competencias comunicativas.

Asimismo, se empleó tanto el enfoque cuantitativo como cualitativo. Por un lado, presenta un enfoque cuantitativo mediante la aplicación y tabulación estadística de encuestas estructuradas en escala de Likert dirigidas a los estudiantes. Por otro lado, integra un enfoque cualitativo a través de las entrevistas a profundidad realizadas a los docentes, lo que permitió comprender y extraer las características necesarias del software.

2.2.2 Población y muestra

La población de este estudio corresponde a la comunidad académica del Centro de Idiomas de la UTA. Al ser una población accesible, se trabajó con un grupo representativo durante el periodo académico evaluado.

La muestra estuvo conformada por 28 estudiantes matriculados en un único paralelo del nivel A1 de inglés. Se seleccionó la totalidad de este curso para asegurar la homogeneidad pedagógica durante el levantamiento de datos y la prueba piloto. Adicionalmente, se incluyó a 3 docentes titulares del nivel A1 y 1 docente perteneciente a la FISEI, quienes actuaron como expertos para la validación pedagógica y definición de las características de la plataforma.

2.2.3 Recolección de información

Se usaron principalmente dos instrumentos de recolección de datos en la etapa inicial de diagnóstico. La primera se trata de una entrevista enfocada en la recolección de necesidades. La entrevista fue dirigida a los principales actores de interés del proceso educativo, correspondientes a 3 docentes del nivel A1 del Centro de Idiomas. La segunda se trata de una encuesta dirigida a los estudiantes matriculados en dicho nivel.

Encuesta: Para identificar la necesidad de un sistema inmersivo específico para la práctica del idioma, se aplicó una encuesta a 28 estudiantes. Se buscó conocer la percepción que tenían sobre sus limitaciones actuales de aprendizaje y cómo la VR podría ser útil. Se utilizó un cuestionario con escala de Likert de 5 puntos, lo cual permitió procesar la información de manera cuantitativa.

Validación del instrumento (Alfa de Cronbach)

Previo a la aplicación definitiva de la encuesta, se realizó una validación del instrumento de recolección de datos para garantizar su fiabilidad estadística. Se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach excluyendo la pregunta de selección múltiple abierta (ítem 10) y analizando exclusivamente los ítems estructurados bajo la escala de Likert (K=9). Para este cálculo se aplicó la fórmula general:

$$\propto = \left(\frac{K}{K-1}\right)\left(1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}\right)$$

Donde:

- K: Número de ítems (preguntas en escala Likert) del instrumento.
- ΣS_i^2: Sumatoria de las varianzas de cada ítem individual.
- S_t^2: Varianza de la puntuación total del instrumento **[19]**.

Tras tabular las respuestas directas de los 28 estudiantes del nivel A1 a las 9 preguntas de Likert del cuestionario, se obtuvieron las varianzas individuales y la varianza total. Los valores estadísticos correspondientes se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultados obtenidos del Cuestionario

Parámetro de Cálculo	Valor
Número de preguntas Likert (K)	9
Suma de varianzas de los ítems ΣS_i^2	5.19
Varianza del Total S_t^2	21.82
Coeficiente Alfa de Cronbach $\propto$	0.86

Al aplicar los valores en la fórmula estadística correspondiente, se obtiene el siguiente desarrollo matemático:

$$\propto = \left(\frac{9}{9-1}\right)\left(1 - \frac{5.19}{21.82}\right) = 1.125 * (1 - 0.238) = 1.125 * 0.762 = 0.85725$$

Tras el cálculo y redondeo correspondiente, se obtuvo un valor de Alfa de Cronbach de **0,86**. Según la escala un valor superior a 0,80 indica que el instrumento diseñado posee una consistencia interna entre buena y muy buena, confirmando que el cuestionario es estadísticamente confiable y preciso para medir las variables propuestas en la investigación.

Análisis de resultados de la Encuesta

A continuación, se detalla el análisis porcentual y la interpretación cualitativa de las respuestas proporcionadas por los 28 estudiantes a cada uno de los ítems del cuestionario, validando la aceptación de la creación de un sistema.

1. **Considero que aprender el idioma inglés es difícil para mí.**

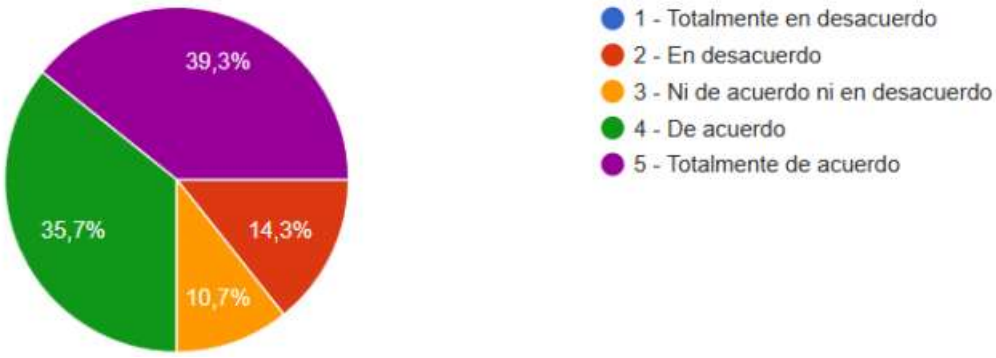


Figura 4. Gráfico Circular de la primera pregunta de la encuesta

El 75 % de los encuestados (39.3 % "Totalmente de acuerdo" y 35.7 % "De acuerdo") considera que aprender el idioma es una tarea difícil. Esta alta percepción de dificultad refleja el reto que enfrentan los estudiantes al dar los primeros pasos en una segunda lengua, dejando en evidencia que los métodos de enseñanza puramente pasivos ya no son suficientes. Por ello, resulta necesario adoptar metodologías más interactivas, como los entornos de VR, que sirvan de apoyo práctico para que los alumnos asimilen el contenido de manera gradual, estructurada y mucho más natural.

2. **Siento ansiedad o temor a equivocarme al momento de tener que utilizar el idioma inglés en clase.**

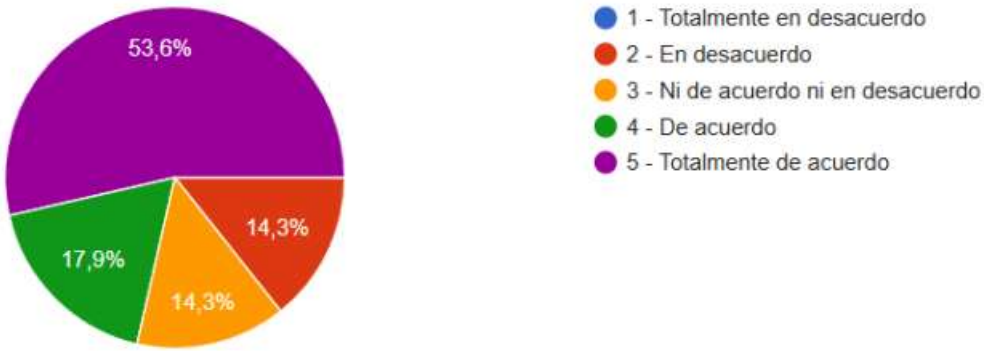


Figura 5. Gráfico Circular de la segunda pregunta de la encuesta

Un 71.5 % de los estudiantes (53.6 % "Totalmente de acuerdo" y 17.9 % "De acuerdo") expresa sentir ansiedad al participar en clases. En la enseñanza de idiomas, esta barrera impide que los alumnos interactúen por el miedo a equivocarse y ser juzgados por los demás. Estos resultados respaldan directamente la necesidad de crear un entorno de VR privado (Single-Player). Los estudiantes al contar con un espacio personal libres de críticas podrán ganar seguridad y práctica al enfrentarse a conversaciones reales.

3. **Considero que me falta exposición a contextos reales y cotidianos para practicar el idioma inglés.**

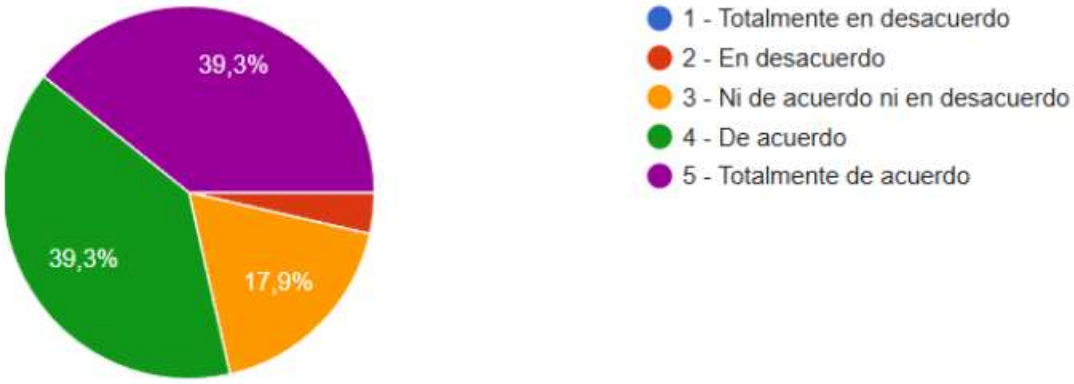


Figura 6. Gráfico Circular de la tercera pregunta de la encuesta

El 78.6 % de los encuestados (39.3 % "Totalmente de acuerdo" y 39.3 % "De acuerdo") señala una clara falta de exposición a escenarios comunicativos verdaderos. La enseñanza tradicional suele depender de libros de texto que separan el idioma de su uso práctico, obligando al estudiante a imaginar las situaciones. Estos resultados respaldan el enfoque principal de este proyecto: la creación de entornos inmersivos de VR basados en situaciones de la vida cotidiana. De esta manera, se fomenta un aprendizaje en donde el usuario puede asociar de forma inmediata el nuevo vocabulario con los objetos y el espacio físico con el que interactúa.

4. **Siento que las oportunidades para practicar el idioma de forma individual e interactiva son limitadas.**

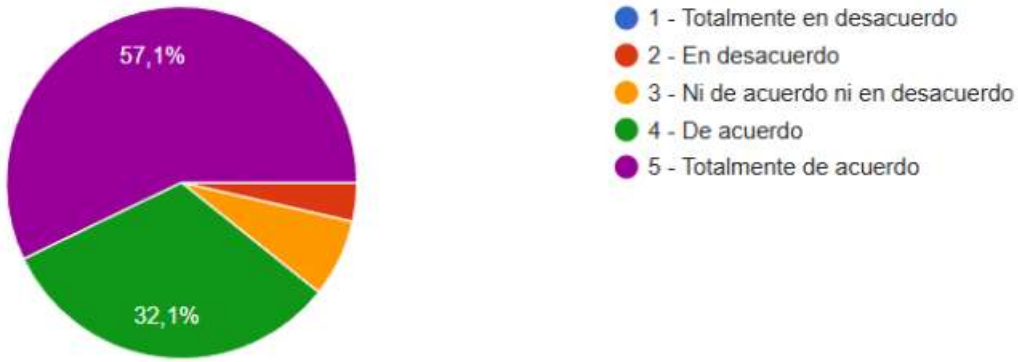


Figura 7. Gráfico Circular de la cuarta pregunta de la encuesta

El 89.2 % de los encuestados (57.1 % "Totalmente de acuerdo" y 32.1 % "De acuerdo") considera que las opciones actuales para la práctica individual del idioma no son eficaces. Entre los recursos más usados tenemos: audios, sitios con ejercicios, los cuales no permiten una interacción real con la persona que los usa. Es necesario ofrecer la posibilidad al estudiante de tener un rol activo dentro de las conversaciones que realiza como práctica.

5. **Me gustaría utilizar nuevas herramientas tecnológicas para facilitar mi aprendizaje del idioma inglés.**

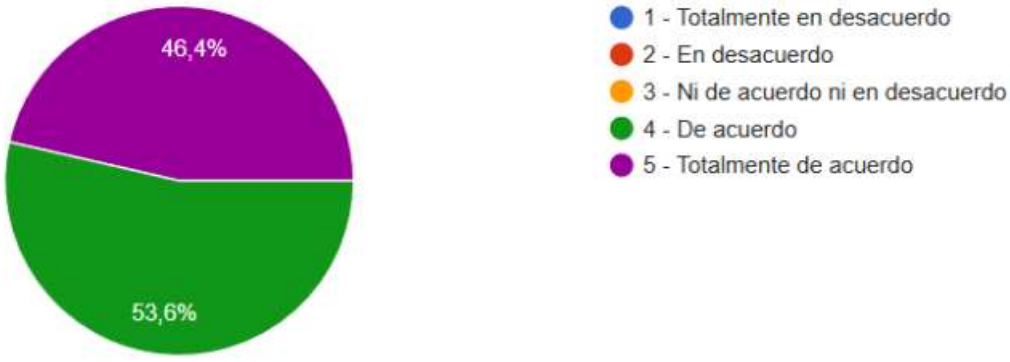


Figura 8. Gráfico Circular de la quinta pregunta de la encuesta

El 100 % de los encuestados (53.6 % "Totalmente de acuerdo" y 46.4 % "De acuerdo") se mostró a favor de esta propuesta. Además, esta aceptación

sugiriendo que no habría problemas por partes de los estudiantes para abordar el uso de nuevas tecnologías.

6. **Considero útil contar con una herramienta tecnológica inmersiva para practicar el idioma fuera del aula.**

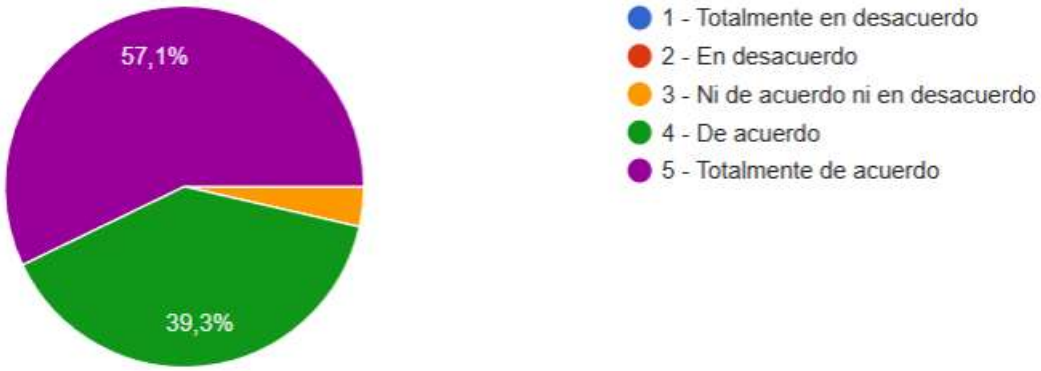


Figura 9. Gráfico Circular de la sexta pregunta de la encuesta

El 96.4 % de los estudiantes (57.1 % "Totalmente de acuerdo" y 39.3 % "De acuerdo") considera fundamental poder practicar fuera del horario universitario. Alcanzar la fluidez en inglés requiere de un contacto constante con el idioma, algo que las horas de clase no logran cubrir por completo. Al utilizar entornos inmersivos de VR, el estudiante tiene la libertad de aumentar su tiempo de exposición al idioma desde cualquier lugar, lo que le permite afianzar su comprensión auditiva y practicar a su propio ritmo.

7. **Creo que interactuar en un entorno virtual 3D me ayudaría a mejorar mi dominio general del idioma inglés.**

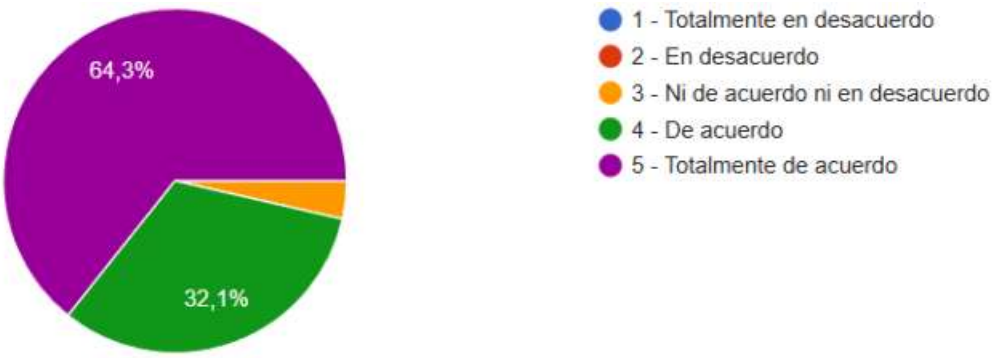


Figura 10. Gráfico Circular de la séptima pregunta de la encuesta

El 96.4 % de los encuestados (64.3 % "Totalmente de acuerdo" y 32.1 % "De acuerdo") considera que el uso de entornos tridimensionales tendrá un impacto muy positivo en su nivel de inglés. Esta percepción de los estudiantes se alinea con los enfoques educativos actuales, los cuales señalan que la sensación de "presencia espacial" (es decir, sentirse físicamente dentro de la simulación) mejora notablemente la concentración y ayuda a retener el vocabulario a largo plazo, superando claramente a las aplicaciones tradicionales.

8. **Estaría dispuesto a utilizar una plataforma de Realidad Virtual para potenciar mis habilidades en el idioma.**

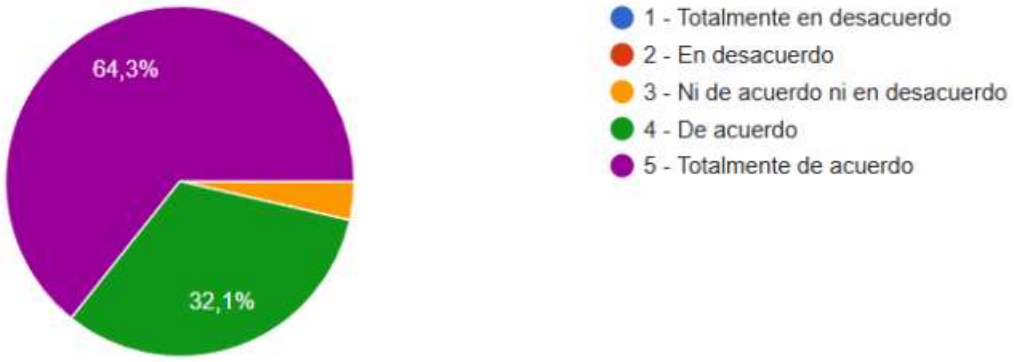


Figura 11. Gráfico Circular de la octava pregunta de la encuesta

De igual manera, el 96.4 % de los encuestados (64.3 % "Totalmente de acuerdo" y 32.1 % "De acuerdo") muestra una gran disposición para utilizar los visores y el software de VR propuestos en esta investigación. Al contar con esta buena actitud y receptividad por parte de los usuarios, se disminuye considerablemente el riesgo de que abandonen el sistema de forma prematura durante las pruebas de validación.

9. **Si el Centro de Idiomas me proporciona el acceso, utilizaría frecuentemente este tipo de plataforma de Realidad Virtual.**

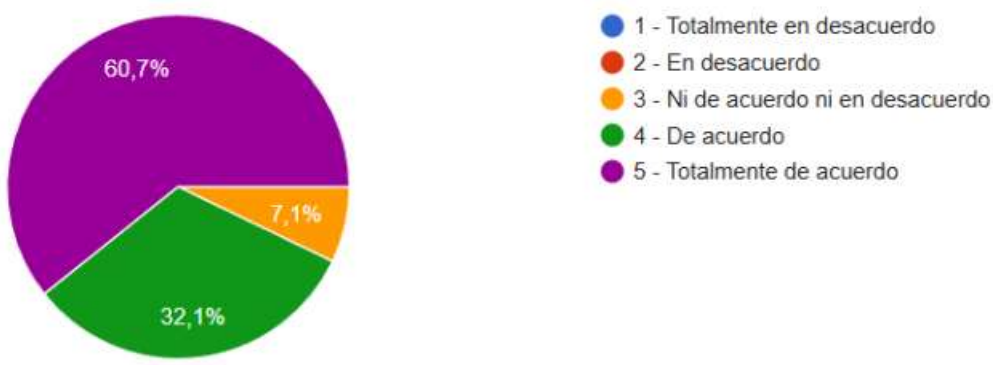


Figura 12. Gráfico Circular de la novena pregunta de la encuesta

El 92.8 % de los encuestados (60.7 % "Totalmente de acuerdo" y 32.1 % "De acuerdo") afirma que, si el Centro de Idiomas proporciona los equipos y se supera la barrera económica de adquirirlos, utilizarían el sistema de forma frecuente. Este dato es clave a nivel institucional, ya que justifica la inversión tecnológica requerida y respalda la viabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo dentro de la UTA.

10. **¿En qué aspecto general se te hace más difícil aprender el idioma inglés?**



Figura 13. Listado de la décima pregunta de la encuesta

Las respuestas de los estudiantes se enfocaron claramente en aspectos clave de la comunicación interactiva, destacando principalmente el *listening* (comprensión auditiva) y la necesidad de un entorno conversacional práctico. Es importante destacar que ningún alumno eligió opciones relacionadas con

habilidades más pasivas, como la gramática teórica o la lectura. Este resultado define directamente la arquitectura del software, la cual debido a las restricciones de tiempo y alcance técnico detalladas en el Capítulo I se enfocó en la comprensión y toma de decisiones conversacionales contextuales mediante selección interactiva en lugar de la producción oral activa (*speaking*), confirmando que en el entorno de VR se transforman las interfaces de texto tradicionales en elementos interactivos integrados en el entorno virtual.

Entrevista: Se realizó una entrevista estructurada donde se plantearon preguntas para determinar las necesidades técnicas e institucionales, con el fin de fundamentar el diseño inicial y la lógica de la plataforma de VR.

Entrevistas para levantamiento de datos

Para organizar la información obtenida de los docentes y definir el diseño de la plataforma, se estructuraron las siguientes tablas. Cada una detalla las respuestas a las interrogantes planteadas a los entrevistados.

Tabla 2. Primera Entrevista a Docente Titular

Entrevistado	Cargo - Docente Titular Nivel A1 (Entrevistado 1)	
Fecha	15 de Noviembre de 2025	
Pregunta	Respuesta	Observación
1. ¿Cuáles son las principales dificultades en speaking y listening del nivel A1?	El miedo a hablar frente al resto y la falta de vocabulario rápido. En listening, les cuesta entender la pronunciación natural.	Se identificó que el filtro afectivo es alto. Existe una necesidad implícita de contar con un entorno privado de práctica asíncrona.
2. ¿Qué situaciones de la vida real considera más urgentes simular?	Urge simular entornos como una cafetería, una tienda o pedir indicaciones en la calle. Son vocabularios básicos del nivel.	Se evidenció la necesidad de modelar tridimensionalmente entornos urbanos y de comercio básicos para contextualizar de forma realista el aprendizaje del estudiante.
3. ¿Cómo evalúa actualmente la pronunciación de los estudiantes?	De forma manual en exposiciones o roleplays. Toma mucho tiempo y es difícil ser 100 % objetivo con todos los alumnos.	Se percibió que la dependencia de la evaluación manual crea cuellos de botella en el aula, originando una necesidad de una alternativa más rápida.
4. ¿Qué tipo de retroalimentación (feedback) debería dar el sistema VR?	Debe ser inmediata, tanto visual (subtítulos) como auditiva. Que sepan exactamente en qué opción fallaron.	El entrevistado visualiza como indispensable que el entorno provea una interfaz de feedback en pantalla tras cada interacción para corregir errores al instante.

5. ¿Cuánto tiempo considera adecuado para una sesión inmersiva?	Unos 15 a 20 minutos máximo, para que no se mareen ni se cansen de las gafas.	Se identificó una limitante física respecto al uso de las gafas VR, por lo que el diseño de las misiones debe restringirse a tiempos cortos para evitar la fatiga virtual.
6. ¿Qué métricas le gustaría visualizar como docente para el seguimiento?	Tiempo de uso, cantidad de intentos fallidos y nivel de misiones completadas.	Se estableció que la plataforma debe poseer una arquitectura de datos capaz de capturar y almacenar métricas de telemetría detallada del progreso del estudiante.
7. ¿Cómo debería manejar el sistema la frustración ante los errores?	Permitiendo repetir sin penalización severa y ofreciendo pistas, como escuchar la frase más lento.	Se percibió la necesidad de brindar ayudas sin penalizar al estudiante.
8. ¿Qué nivel de interactividad espera de los avatares (NPCs)?	Que mantengan contacto visual y respondan con animaciones simples, para dar sensación de diálogo real.	Se observó que, para lograr una inmersión efectiva, los personajes virtuales deben poseer animaciones corporales coherentes con las situaciones de diálogo.
9. ¿Considera necesario integrar un sistema interactivo basado en la toma de decisiones?	Si la plataforma no permite que el estudiante elija, no podrá ser calificado	Se ratificó que la integración de un sistema para la elección de opciones es necesaria.
10. ¿Prefiere escenarios guiados o de exploración libre?	Guiados. El estudiante de A1 se pierde fácil si no le damos misiones específicas (ej. "pide un café").	Se evidenció que el nivel A1 requiere de una estructuración estricta, demandando que la plataforma cuente con misiones y objetivos claros para evitar confusión.

Tabla 3. Segunda Entrevista a Docente Titular

Entrevistado	Cargo - Docente Titular Nivel A1 (Entrevistado 2)	
Fecha	15 de Noviembre de 2025	
Pregunta	Respuesta	Observación
1. ¿Cuáles son las principales dificultades en speaking y listening del nivel A1?	La pronunciación inexacta y la falta de fluidez por intentar traducir todo en la mente antes de hablar.	Se analizó que la falta de inmersión en escenarios auténticos impide el pensamiento directo en inglés, limitación que la herramienta virtual puede mitigar.
2. ¿Qué situaciones de la vida real considera más urgentes simular?	Escenarios de viaje: un aeropuerto, la recepción de un hotel o el propio campus universitario.	Se observó un consenso en la importancia de diseñar situaciones de utilidad práctica inmediata para los alumnos, como el turismo o su entorno académico directo.
3. ¿Cómo evalúa actualmente la pronunciación de los estudiantes?	A través de grabaciones en audio que envían como tarea, lo cual es tedioso de calificar una por una.	Se observa que se necesita demasiado tiempo para la calificación de los estudiantes.

4. ¿Qué tipo de retroalimentación (feedback) debería dar el sistema VR?	Que resalte en rojo las opciones incorrectas y en verde las correctas para la fácil identificación de errores o aciertos.	Se estableció la pertinencia de utilizar códigos de colores semánticos en las interfaces visuales para que el estudiante interprete su nivel de acierto de manera intuitiva.
5. ¿Cuánto tiempo considera adecuado para una sesión inmersiva?	No más de 15 minutos de práctica activa y enfocada.	Es necesario que las interacciones con el sistema no sean muy prolongadas.
6. ¿Qué métricas le gustaría visualizar como docente para el seguimiento?	El progreso histórico del alumno y un registro de las palabras que más fallan a nivel grupal.	Se identificó la expectativa de que el sistema consolide la información en tableros de visualización de datos, facilitando la toma de decisiones pedagógicas.
7. ¿Cómo debería manejar el sistema la frustración ante los errores?	Con mensajes de ánimo visuales y la opción de saltar a otra tarea si se estancan demasiado.	Se concluyó que el simulador debe ofrecer lógicas de escape o flexibilidad.
8. ¿Qué nivel de interactividad espera de los avatares (NPCs)?	Que sus respuestas cambien un poco dependiendo de si el alumno eligió bien o mal la respuesta.	Se percibió la necesidad de dotar a la plataforma con árboles de diálogo dinámicos, de manera que la historia avance orgánicamente según el desempeño del estudiante.
9. ¿Considera necesario integrar un sistema interactivo basado en la toma de decisiones?	Totalmente. Es necesario para que los estudiantes mejoren su conocimiento en el idioma.	Existe un acuerdo unánime en que la toma de decisiones es el componente esencial sin el cual la solución propuesta perdería su valor práctico e investigativo.
10. ¿Prefiere escenarios guiados o de exploración libre?	Que los escenarios estén acorde a la temática vista en los libros de grado.	Los escenarios y las conversaciones deberán ser definidas acorde al libro de enseñanza del idioma.

Tabla 4. Tercera Entrevista a Docente Titular

Entrevistado	Cargo - Docente Titular Nivel A1 (Entrevistado 3)	
Fecha	15 de Noviembre de 2025	
Pregunta	Respuesta	Observación
1. ¿Cuáles son las principales dificultades en speaking y listening del nivel A1?	Tienen problemas para entender diferentes acentos y se bloquean por los nervios en las evaluaciones presenciales.	Se identificó el beneficio potencial de integrar voces sintéticas con diferentes variaciones regionales para acostumbrar el oído del estudiante a una diversidad fonética.
2. ¿Qué situaciones de la vida real considera más urgentes simular?	Entrevistas de trabajo básicas o presentarse ante nuevas personas en un entorno formal.	Se analizó que, junto con situaciones cotidianas, la inclusión de contextos formales como oficinas aportaría al desarrollo de habilidades más orientadas al campo profesional.

3. ¿Cómo evalúa actualmente la pronunciación de los estudiantes?	Evaluamos fluidez y precisión durante clases sincrónicas, pero el tiempo es muy limitado (2 minutos por alumno).	Se evidenció que las restricciones temporales del aula física perjudican la atención individualizada, justificando la creación de un espacio donde la práctica sea ilimitada.
4. ¿Qué tipo de retroalimentación (feedback) debería dar el sistema VR?	Preferiría que se dé un puntaje o nota al final del nivel para no interrumpir la inmersión constantemente.	Se observó una preferencia por consolidar los resultados de manera diferida, cuidando que la experiencia inmersiva del alumno no sufra cortes abruptos constantes.
5. ¿Cuánto tiempo considera adecuado para una sesión inmersiva?	Un promedio de 20 minutos es lo ideal pedagógicamente para mantener la concentración.	El tiempo entre secciones debería contemplarse entre los 15 a 20 minutos como la medida temporal óptima para evitar la fatiga del estudiante.
6. ¿Qué métricas le gustaría visualizar como docente para el seguimiento?	Tiempo total de exposición al idioma (horas de vuelo) y el porcentaje de preguntas correctas e incorrectas en general.	Se constató la pertinencia de cuantificar el desempeño a través de reportes y porcentajes, brindando al docente una perspectiva clara del aprovechamiento de la plataforma.
7. ¿Cómo debería manejar el sistema la frustración ante los errores?	Dando la oportunidad de escuchar la pronunciación nativa nuevamente antes de volver a intentarlo.	Se identificó la necesidad de implementar un mecanismo para volver a repetir el audio antes y después de la selección de la opción por parte del estudiante.
8. ¿Qué nivel de interactividad espera de los avatares (NPCs)?	Idealmente que se escuche el audio del NPC al momento de hablar.	Se determinó que una representación auditiva apoyaría cognitivamente a la comprensión auditiva durante las simulaciones.
9. ¿Considera necesario integrar un sistema interactivo basado en la toma de decisiones?	Es indispensable. Sin la toma de decisiones, la herramienta sería un simple video 360, no un simulador interactivo.	Se consolidó la conclusión de que la toma de decisiones en tiempo real es el eje central y diferenciador de esta investigación tecnológica.
10. ¿Prefiere escenarios guiados o de exploración libre?	Un sistema híbrido: primero cumplir la misión guiada y luego permitirles caminar libremente por el escenario.	Se observó la viabilidad de proponer un modelo mixto que asegure el cumplimiento académico inicial y fomente la curiosidad espacial de manera posterior.

Análisis e interpretación de respuestas de las entrevistas

En la siguiente sección se presenta un análisis de las respuestas obtenidas en la entrevista de recolección de datos, en donde se obtuvo información para determinar las características del sistema. El análisis se divide en apartados correspondientes a las temáticas del simulador.

- **Limitaciones de la metodología de enseñanza actual**

De acuerdo con la información recopilada, el proceso actual de evaluación de la interacción conversacional funciona bien en grupos pequeños, pero presenta problemas al intentar aplicarlo a una mayor cantidad de estudiantes o mantener una calificación completamente objetiva. Depender únicamente de las evaluaciones manuales durante las horas de clase consume mucho tiempo y reduce el tiempo en que los estudiantes pueden participar y refinar sus conocimientos en el idioma. Además, el alto nivel de "filtro afectivo" (la ansiedad y el miedo a equivocarse frente a los demás) frena considerablemente la disposición de los estudiantes para desenvolverse en con normalidad en clases. Todo esto evidencia la necesidad de crear un método de práctica privado, que le brinde al usuario un entorno seguro donde pueda equivocarse, asociar estímulos auditivos y aprender sin presión mediante árboles de decisión.

- **Expectativas de simulación y diseño de escenarios**

El análisis revela que la exposición a situaciones cotidianas es fundamental pero imposible de recrear genuinamente en el aula tradicional. Las entrevistas determinaron la necesidad de modelar situaciones cotidianas. Además, se evidenció que la pedagogía en VR para el nivel A1 debe estar estrictamente estructurada; los escenarios requieren un "sistema de misiones" que guíe al estudiante paso a paso, restringiendo las sesiones a un máximo de 15 a 20 minutos para evitar la fatiga virtual y maximizar la retención cognitiva.

- **Características tecnológicas de la plataforma**

Los docentes dejaron claro que la plataforma debe ir más allá de un simple entorno 3D y convertirse en una verdadera herramienta de práctica interactiva. Por ello, señalaron un requerimiento técnico indispensable: la integración de un sistema interactivo donde el estudiante pueda escuchar los diálogos de la conversación, elegir una respuesta entre las opciones y ser evaluado automáticamente según su respuesta tomada. Sin esta mecánica que valide activamente lo que el usuario selecciona, el simulador no cumpliría su objetivo principal. Además, se estableció que el sistema debe ofrecer retroalimentación inmediata, tanto visual (mediante el uso de colores) como auditiva (con audios de pronunciación nativa), permitiendo que el usuario interactúe con avatares que reaccionen según la precisión de sus respuestas.

- **Gestión de métricas y seguimiento académico**

Para la directiva docente, se determinó la necesidad de implementar una base de datos relacional que capture información detallada del usuario: tiempos de sesión, porcentaje de aciertos, intentos fallidos y misiones completadas. Esta centralización de datos permitirá generar reportes consolidados, liberando al docente de la calificación manual y permitiéndole enfocar sus esfuerzos en la nivelación estratégica de los alumnos.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El análisis conjunto de los datos recolectados nos da el respaldo necesario para justificar la construcción de esta plataforma. Al procesar la información, notamos claramente que los estudiantes de nivel A1 no solo tienen deficiencias en la instrucción, sino que se enfrentan a barreras de confianza y operativas al momento de enfrentarse a flujos de interacción conversacional. Con base en los resultados de los instrumentos aplicados, a continuación, se desglosan los motivos principales que hacen de este proyecto una herramienta indispensable.

Según las Fichas de Entrevista 1, 2 y 3, en las preguntas 1 y 2, se evidencia la necesidad imperante de cambiar el aprendizaje teórico hacia un ecosistema práctico y digitalizado. Las respuestas revelan que la falta de exposición a situaciones cotidianas y el alto nivel de ansiedad de los estudiantes limitan el desarrollo de la fluidez en la toma de decisiones lingüísticas. Esto vuelve indispensable el desarrollo de una herramienta tecnológica que supla esta carencia a través de entornos de la vida real.

Según las Fichas de Entrevista 1, 2 y 3, en la pregunta 3, se determina una limitación crítica en el proceso pedagógico actual: la evaluación manual y subjetiva de la comprensión interactiva. Las horas de clase sincrónicas resultan insuficientes para atender de forma individualizada a cada alumno, generando cuellos de botella para los docentes y reduciendo el tiempo de práctica interactiva del estudiante, lo que justifica la implementación de un sistema autónomo.

Según las Fichas de Entrevista 1, 2 y 3, en las preguntas 4, 8 y 9, se definen el reto principal del sistema: automatizar las correcciones. Esto define la arquitectura del proyecto, ya que el sistema debe evaluar en tiempo real las opciones de respuesta elegidas por el estudiante. Además, justifica la programación de la lógica de los NPCs y un sistema de retroalimentación visual por colores que reacciona según la opción seleccionada. De esta forma, el entorno deja de ser un escenario estático y se convierte en un escenario interactivo llamativo para el aprendizaje.

Según las Fichas de Entrevista 1, 2 y 3, en las preguntas 5, 6 y 7, se concluye un condicionamiento arquitectónico y operativo riguroso para la herramienta. El uso del sistema debe delimitarse en un esquema de sesiones cortas y guiadas por misiones, con duraciones estrictas de 15 a 20 minutos para evitar la fatiga visual. Asimismo, se justifica la creación de una base de datos relacional para capturar telemetría del usuario y un diseño de mecánicas que fomente la repetición del nivel sin penalización ante el error.

Los resultados de las preguntas 1 y 2 de la encuesta a estudiantes muestran que el 75 % considera difícil el aprendizaje y un 71.5 % siente ansiedad al desenvolverse de forma conversacional en clase. Estos porcentajes confirman el bloqueo que genera el 'filtro afectivo' en la realidad. Por esta razón, se decidió que la arquitectura del sistema

fuera de un solo jugador (Single-Player). Esto le brinda al alumno un entorno libre de presiones en donde podrá aprender y practicar la comprensión del idioma.

Según los resultados de la Encuesta dirigida a estudiantes, en las preguntas 3, 4 y 6, donde el 78.6 % carece de exposición a contextos reales, el 89.2 % siente que la práctica interactiva individual es limitada, y el 96.4 % considera útil una herramienta fuera del aula, se evidencia la demanda por descentralizar el aprendizaje. Esto justifica la creación de un simulador que complemente el sílabo, permitiendo al alumno aumentar sus horas de inmersión en el idioma desde la autonomía de su hogar o aula, consolidando la memoria auditiva a su propio ritmo.

Según los resultados de la Encuesta dirigida a estudiantes, en las preguntas 5, 8 y 9, donde existe una aceptación del 100 % para utilizar nuevas herramientas, y una disposición del 96.4 % para adoptar el uso específico de plataformas de VR, se garantiza la factibilidad de implementación a largo plazo. El 92.8 % de los usuarios asegura que utilizaría el sistema frecuentemente si se le proporciona el acceso.

Finalmente, el desarrollo de este sistema de software inmersivo trasciende la innovación técnica, consolidándose como una solución integral que atiende la necesidad institucional de optimizar la evaluación mediante métricas, mientras proporciona al estudiante una herramienta inmersiva para potenciar de forma medible la destreza en el idioma inglés.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Selección de herramientas tecnológicas

Previo a la fase de desarrollo del sistema, se realizó un análisis comparativo de las alternativas tecnológicas disponibles en el mercado. Para estructurar esta evaluación de manera objetiva, se aplicó el Modelo de Toma de Decisiones de Simón.

Este modelo se divide en dos etapas de filtrado: primero, se evalúan los criterios imperativos (de cumplimiento obligatorio), donde cualquier alternativa que no cumpla (NO) con al menos uno de estos criterios es descartada automáticamente del proceso. Las alternativas que superan esta barrera son evaluadas bajo criterios deseables, a los cuales se les asigna un nivel de importancia (Peso del 1 al 5) que se multiplica por la calificación obtenida (del 1 al 5) para determinar la viabilidad total **[17]**.

3.1.2 Motores de Desarrollo (Game Engines)

El núcleo de la plataforma de VR, para el desarrollo de esta es necesario contar con un motor capaz de procesar físicas, soporte VR. Se evaluaron los tres principales motores que ofrece de la industria en la actualidad: Godot, Unity y Unreal Engine.

Tabla 5. Matriz de Simon Motores de Desarrollo

Criterios	Peso	Godot	Unity	Unreal Engine
Imperativos (Cumplimiento Obligatorio)				
Imp1. Licencia Open Source sin regalías	-	SI	NO	NO
Imp2. Soporte OpenXR Nativo	-	SI	SI	SI
Imp3. Ejecución Óptima (Ligero)	-	SI	NO	NO
Imp4. Despliegue en Hardware estándar	-	SI	SI	NO
Deseables (Valoración 1-5)				
DesA. Rendimiento fluido a 60FPS	5	5	4	3
DesB. Curva de aprendizaje moderada	3	4	3	2
DesC. Escalabilidad de la arquitectura	4	4	5	5

DesD. Gestión de la documentación	3	5	4	3
Total (Calificación x Peso)	**-**	**68**	**61**	**50**

Justificación de la decisión: Aplicando la etapa de eliminación del modelo de Simon, Unity y Unreal Engine quedan descartados al no cumplir con la licencia Open Source. Godot es la única alternativa que supera todos los filtros. Adicionalmente, Godot alcanza el puntaje más alto (68 puntos) debido a su excelente rendimiento en hardware, fundamental para evitar fatiga visual en los visores VR.

3.1.3 Sistemas de Gestión de Bases de Datos

Para registrar la persistencia de datos, la generación de reportes, y la actualización en tiempo real, es necesario elegir un buen motor de base datos.

Tabla 6. Matriz de Simon de Motores de Base de Datos

Criterios	Peso	PostgreSQL	MySQL	SQLite
Imperativos (Cumplimiento Obligatorio)				
Imp1. Licencia Open Source	-	SI	SI	SI
Imp2. Soporte nativo y avanzado JSON	-	SI	NO	NO
Imp3. Despliegue en servidor	-	SI	SI	SI
Imp4. Control estricto de concurrencia	-	SI	SI	NO
Deseables (Valoración 1-5)				
DesA. Velocidad de consultas complejas	5	5	4	2
DesB. Escalabilidad de usuarios	3	5	4	2
DesC. Escalabilidad de la arquitectura	3	5	5	3
DesD. Gestión de la documentación	2	3	4	5
Total (Calificación x Peso)	**-**	**66**	**59**	**37**

Justificación de la decisión: MySQL y SQLite son eliminadas debido a que carecen de un soporte nativo avanzado para indexación de archivos JSON. En cambio, PostgreSQL pasa los filtros y domina en la evaluación por 66 puntos, garantizando una concurrencia fluida de información.

3.1.4 Herramientas de Modelado 3D

La creación de escenarios inmersivos requirió un software capaz de gestionar la estructura 3D, el texturizado y la exportación de los modelos a diferentes formatos.

Tabla 7. Matriz de Simon Herramientas de Modelado 3D

Criterios	Peso	Blender	ZBrush	3ds MX
Imperativos (Cumplimiento Obligatorio)				
Imp1. Licencia Gratuita (GPL)	-	SI	NO	NO
Imp2. Exportación nativa estándar GLTF	-	SI	NO	NO
Imp3. Modelado topológico y UV mapping	-	SI	SI	SI
Imp4. Independencia de complementos de pago	-	SI	NO	NO
Deseables (Valoración 1-5)				
DesA. Optimización de polígonos	5	5	3	4
DesB. Ecosistema todo-en-uno	4	5	2	4
DesC. Comunidad y tutoriales de soporte	3	5	3	4
DesD. Rendimiento en PC estándar	3	4	2	3
Total (Calificación x Peso)	**-**	**72**	**37**	**57**

Justificación de la decisión: Blender es la única herramienta que no es eliminada debido a su licencia gratuita, ofrece además la posibilidad de exportar al formato GLTF que exige Godot para conservar el rendimiento. Consolidándose como la opción óptima por 72 puntos para desarrollar los escenarios auténticos del nivel A1 sin incurrir en costos innecesarios.

3.1.5 Selección de Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo de la plataforma de VR, es necesario definir una metodología de desarrollo de software que se alineara con las características específicas del proyecto. Al tratarse de un Trabajo de Titulación que se realiza de forma individual y una alta carga de innovación tecnológica, se requería un enfoque ágil que permitiera mitigar riesgos desde etapas tempranas. Por lo cual, se optó por elegir tres metodologías representativas: XP, Scrum y el modelo Tradicional en Cascada.

Tabla 8. Matriz de Simón Selección de Metodología

Criterios	Peso	XP	Scrum	Cascada
Imperativos (Cumplimiento Obligatorio)				
Imp1. Adaptabilidad a requisitos cambiantes	-	SI	SI	NO
Imp2. Viabilidad para equipo individual	-	SI	NO	NO
Imp3. Integración nativa de prototipado (Spikes)	-	SI	SI	NO
Deseables (Valoración 1-5)				
DesA. Mitigación de riesgos tecnológicos	5	5	3	2
DesB. Frecuencia de entregables funcionales	4	5	5	2
DesC. Flexibilidad en la documentación	3	4	4	2
DesD. Enfoque en codificación y arquitectura	4	5	3	2
Total (Calificación x Peso)	**-**	**87**	**59**	**32**

Justificación de la decisión: Aplicando la etapa de eliminación del modelo de Simon, los enfoques Tradicional en Cascada y Scrum quedan descartados en la fase de imperativos. Cascada falla al no ofrecer adaptabilidad ante requisitos cambiantes, mientras que Scrum exige roles corporativos (Scrum Master, Product Owner) que no se ajustan a un entorno de desarrollo en solitario. Cabe destacar explícitamente que la metodología XP posee la ventaja exclusiva de permitir su aplicación de forma individual, superando una restricción donde las otras dos metodologías fallan. En consecuencia, XP avanza y lidera la evaluación con un puntaje total de 87 puntos, destacando por su enfoque en la excelencia técnica y la integración nativa de prototipado para la resolución de retos complejos.

Desarrollo de la Metodología

3.1.6 Fase de planificación

La primera fase de XP, "El Juego de la Planificación", es un proceso colaborativo donde los desarrolladores y el cliente definen y priorizan el trabajo a realizar. En el contexto del desarrollo de esta plataforma de VR, ejecutado por un desarrollador individual, esta fase se adaptó como una serie de sesiones estructuradas de colaboración directa con los docentes del Centro de Idiomas de la UTA, quienes fungieron como el "Cliente en el Sitio" **[20]**.

Práctica del cliente en el sitio

La metodología XP requiere una retroalimentación constante del cliente para asegurar que el software resuelva problemas reales. En este proyecto, la práctica de Cliente en el Sitio se implementó la comunicación directa a 3 docentes titulares del nivel A1 encargados del proyecto de investigación.

El resultado de esta práctica fue la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales y las necesidades del sistema (ver Tabla 11 y Tabla 12). Esta colaboración activa proporcionó la situación sobre las limitaciones actuales que presenta el modelo tradicional, como el tiempo insuficiente para evaluar de forma individual y el alto "filtro afectivo" de los alumnos. La perspectiva por parte de los docentes fue fundamental para alinear las necesidades de la enseñanza del idioma inglés con la viabilidad técnica del motor Godot, cumpliendo de esta forma con el objetivo de XP.

Análisis de Necesidades Académicas y Tecnológicas

Previo a la determinación de los requisitos del sistema, se realizó una fase de diagnóstico orientada a recolectar las necesidades de los estudiantes del nivel A1. Para garantizar la validez de estos requerimientos, la información fue extraída y triangulada directamente de dos fuentes empíricas: las encuestas aplicadas al alumnado y las entrevistas dirigidas al cuerpo docente del Centro de Idiomas.

Necesidades Académicas: A partir del análisis de datos, donde el 89,2 % de los estudiantes encuestados manifestó que la presión social y el miedo a equivocarse limitan su participación en clase, y respaldados por las entrevistas docentes que priorizaron la comprensión auditiva, se definieron las siguientes necesidades académicas:

Tabla 9. Análisis de Necesidades Académicas

Categoría	Descripción de la Necesidad Académica
Práctica Segura	Contar con un entorno de práctica individual que permita al estudiante cometer errores sin presión externa.
Aprendizaje Situado	Interactuar en escenarios que emulen situaciones reales para aplicar vocabulario de nivel A1.
Comprensión y Respuesta	Disponer de herramientas que exijan la comprensión auditiva y la toma de decisiones oportunas.
Retroalimentación	Recibir feedback inmediato sobre las respuestas del estudiante.

Necesidades Tecnológicas: En el ámbito tecnológico, los resultados de las encuestas revelaron una alta disposición (96,4 %) por parte de los estudiantes para utilizar entornos tridimensionales. Al cruzar este dato con la exigencia de los docentes de contar con métricas centralizadas de evaluación, se establecieron las siguientes necesidades técnicas obligatorias para el simulador:

Tabla 10. Análisis de Necesidades Tecnológicas

Categoría	Descripción de la Necesidad Tecnológica
Inmersión VR	Compatibilidad con visores de VR para generar una sensación de presencia física en el entorno simulado.
Persistencia de Datos	Un sistema de almacenamiento centralizado (base de datos) que permita registrar el progreso para el seguimiento por parte del docente.
Optimización	Una tasa de refresco mínima de 60 FPS para evitar el cybersickness (mareo por movimiento) durante la interacción en los escenarios.

Levantamiento de Requisitos

Una vez priorizadas las necesidades de la comunidad educativa, se procedió a la traducción técnica de los hallazgos empíricos en requerimientos formales del sistema. Por parte de los estudiantes, los datos cuantitativos respaldan la urgencia de un espacio interactivo individual (89,2 %) alojado en entornos tridimensionales atractivos (96,4 %) para reducir el filtro afectivo. Por parte del cuerpo docente, se determinó como mandatorio el control de métricas centralizadas, el enfoque riguroso en la habilidad de

listening y el rastreo de intentos. La síntesis analítica de ambas perspectivas permitió consolidar el catálogo de requerimientos que se detalla a continuación:

Requisitos Funcionales: Estos requerimientos describen los comportamientos y funciones específicas que la plataforma debe proveer tanto al estudiante como al docente.

Tabla 11. Requisitos Funcionales

ID	Nombre del Requisito	Descripción
RF-01	Retroalimentación visual	El entorno virtual debe proveer un feedback inmediato en el menú flotante, cambiando las opciones de color según la respuesta elegida, siendo el color a verde (correcto) o rojo (incorrecto).
RF-02	Audio espacial	Los NPCs deben reproducir los diálogos utilizando archivos de audio para la evaluación de la comprensión auditiva.
RF-03	Captura de telemetría	El sistema debe registrar internamente las opciones seleccionadas, aciertos, fallos y tiempos de sesión de cada interacción del usuario.
RF-04	Panel de administración	Se debe proveer una interfaz dentro del mismo sistema para que los docentes puedan visualizar el progreso de sus alumnos.
RF-05	Generación de reportes	El sistema debe permitir la generación de PDFs para visualizar las estadísticas del estudiante. Siendo por el intento en de forma general .

Requisitos No Funcionales: Estos requerimientos establecen las métricas de calidad y restricciones tecnológicas que el software debe cumplir.

Tabla 12. Requisitos No Funcionales

ID	Nombre del Requisito	Descripción
RNF-01	Rendimiento VR y latencia	El entorno inmersivo debe mantener sobre los 60 FPS para prevenir el cansancio visual por parte de los estudiantes.
RNF-02	Persistencia de datos	Toda la información transaccional y la telemetría académica recolectada de las sesiones debe almacenarse de forma persistente en una base de datos relacional PostgreSQL.
RNF-03	Compatibilidad de Hardware	El sistema debe garantizar compatibilidad nativa con visores de VR y sus mandos físicos mediante la integración del estándar OpenXR.
RNF-04	Estructura de datos JSON	Los registros de interacciones deben enviarse y almacenarse utilizando formato JSON.

RNF-05	Seguridad de accesos	El acceso tanto al panel de administrador como a la vista del estudiante debe restringirse mediante roles, los mismos que estarán protegidas mediante algoritmos de hashing unidireccional implementando Bcrypt

El juego de la planificación

Esta etapa de la metodología se dividió en la definición de roles, la estructuración del backlog del producto mediante HU y la planificación de entregas incrementales.

Definición de roles del proyecto

La metodología XP define roles con responsabilidades específicas para garantizar un desarrollo exitoso. La siguiente tabla detalla los roles adaptados a esta investigación académica **[20]**.

Tabla 13. Roles del Proyecto

Rol XP	Actor	Responsabilidades
Cliente	Docentes de Inglés Nivel A1 (UTA)	Definir la lógica pedagógica, los diálogos del nivel A1 y priorizar las funcionalidades del sistema para el aprendizaje. Proporcionar retroalimentación continua durante el desarrollo.
Programador	Naranjo Córdova Edder Daniel	Ejecutar todas las prácticas de ingeniería, desde el modelado 3D en Blender hasta la programación de la lógica y reportes en Godot. Asegurar la calidad técnica del producto final.
Coach	Tutor del Trabajo de Titulación	Supervisar la correcta aplicación de XP, validar la arquitectura técnica y asegurar la calidad de los artefactos generados.

Backlog del Producto

El backlog del producto representa una guía para el desarrollo del proyecto, cada ítem de la tabla se acompaña con un índice de importancia, el cual se establece a partir de la relevancia identificada previamente en la entrevista de recolección de datos **[20]**. Además, contiene un índice de esfuerzo estimado en donde cada punto equivale como 2 horas de trabajo, totalizando 225 puntos de estimación equivalentes a 450 horas de desarrollo.

Tabla 14. Backlog del Producto

Nro	Nombre	Índice de importancia	Índice de esfuerzo base	Manera de probarlo	Notas
1	HU-E01: Interacción básica con NPCs	100	56	El estudiante se acerca al NPC y presiona el botón de interacción del mando y la conversación empezará.	Base de la inmersión.
2	HU-E02: Selección de respuestas en diálogos	100	45	Apuntar con el mando, se desplegará un rayo de color rojo y se podrá elegir opción y ver retroalimentación visual.	Lógica central del estudiante.
3	HU-E03: Ayuda de Comprensión Auditiva	80	18	Pulsar el botón con el icono de una bocina y el mismo se va a repetir de nuevo.	Soporte cognitivo.
4	HU-E04: Resumen de Resultados	100	27	Al finalizar el escenario y se desplegará una pantalla con un resumen de las respuestas del estudiante.	Evaluación formativa.
5	HU-D01: Autenticación en el Panel	100	27	Al ingresar credenciales dependiendo del rol del usuario, irá a una pantalla u otra.	Seguridad del sistema.
6	HU-D02: Dashboard de Monitoreo de Alumnos	100	24	Listar estudiantes mediante unta tabla, filtrar por cédula o correo.	Herramienta de gestión.
7	HU-D03: Reportes a Estudiantes	100	28	Generar PDF (general/específico) y guardar en la computadora.	Documentación oficial.

Estimación de tiempo de historias de usuario

En la siguiente tabla se presenta el tiempo estimado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Para cumplir con el rigor de desarrollo integral, las tareas desglosadas a continuación escalan el esfuerzo base hacia las 450 horas reales de implementación (225 puntos de estimación total, donde 1 punto = 2 horas).

Tabla 15. Estimación de Tiempo de HU

Historia	Tarea	Puntos de estimación	Horas	Total de horas
HU-E01	1. Modelado 3D y Exportación	14	28	112
	2. Esquema de Base de Datos	4	8	
	3. Sistema de Movimiento en Entorno 3D	6	12	

	4. Mapeo de Controles	4	8	
	5. Creación de NPCs	8	16	
	6. Lógica de Interacción	8	16	
	7. Lógica de Audio	5	10	
	8. Diseño de Colisiones	4	8	
	9. Paso a negro	3	6	
HU-E02	1. Lógica de Subviewports	8	16	90
	2. Movimiento de Manos en Ambiente VR	9	18	
	3. Selección de Respuestas	8	16	
	4. Lógica para obtener preguntas y respuestas	7	14	
	5. Lógica para guardar la información	7	14	
	6. Feedback Visual	6	12	
HU-E03	1. Botones a Ventana	5	10	36
	2. Feedback Visual	5	10	
	3. Retorno del audio	8	16	
HU-E04	1. Interfaz Resultados	8	16	54
	2. Lógica de Cálculo	10	20	
	3. Lógica de Teletransporte	9	18	
HU-D01	1. Lógica para Login	7	14	54
	2. Lógica de Roles	7	14	
	3. Vista Login	6	12	
	4. Validaciones	7	14	
HU-D02	1. Dashboard	7	14	48
	2. Modal estudiante	7	14	
	3. Buscador	6	12	
	4. Lógica de Información de Estudiante	4	8	
HU-D03	1. Botones PDF	4	8	56
	2. Sistema de guardado	4	8	
	3. Sistema de creación de PDFs	6	12	
	4. Lógica de PDFs	7	14	
	5. PDF Específico	3	6	
	6. PDF General	4	8	
	TOTAL	225 puntos		450 horas

Historias de Usuario

Bajo el marco de trabajo de XP, los requerimientos se tradujeron en HU, estructuradas según su nivel de prioridad y riesgo para guiar las iteraciones de desarrollo.

Tabla 16. Historia de Usuario HU-E01

Historia de usuario	
Número: HU-E01	**Usuario:** Estudiante de nivel A1
Nombre: Interacción básica con NPCs	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Alto
Puntos estimados: 56	**Iteración asignada:** 1
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-02	

Descripción: El estudiante de nivel A1, va a interactuar con los personajes no jugables (NPCs) en los escenarios, para iniciar la conversación con el personaje tendrá que acercarse y presionar un botón para empezar la conversación.
Criterios de aceptación: • El NPC estará señalado con un marcador para diferenciar con cuál se tiene que interactuar. • Se utiliza el botón de acción del mando VR para iniciar el diálogo. • El NPC saluda o hace la primera pregunta utilizando un archivo de audio claro.

Tabla 17. Lista de tareas HU-E01

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Modelado 3D y Exportación	Diseñar, texturizar y exportar escenarios en Blender a formato GLTF.
2	Esquema de Base de Datos	Diseñar el modelo entidad-relación.
3	Sistema de Movimiento en Entorno 3D	Se implementa el sistema de movimiento en VR integrando godot-xr-tools.
4	Mapeo de Controles	Mapear los controles físicos relacionando con el motor de videojuegos.
5	Creación de NPCs	Creación de NPCS Base para poder interactuar
6	Lógica de Interacción	Implementar la lógica para interactuar con los NPC específicos y lógica de audio.
7	Lógica de Audio	Implementación de sistema para lógica de audio según la pregunta y respuesta.
8	Diseño de Colisiones	Configurar el Area3D del NPC en Godot.
9	Paso a negro	Al navegar por el escenario e ir entre zonas, para no mostrar el cambio abrupto entre escenas se integrará la lógica para el paso a negro para cargar la siguiente escena.

Tabla 18. Historia de Usuario HU-E02

Historia de usuario	
Número: HU-E02	**Usuario:** Estudiante de nivel A1
Nombre: Selección de respuestas en diálogos	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Medio
Puntos estimados: 45	**Iteración asignada:** 1
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-01, RF-03	
Descripción: El estudiante de nivel A1, va a elegir la respuesta desde un menú flotante usando el puntero VR tras escuchar al NPC. Al elegir una respuesta correcta se pintará la opción de color verde, caso contrario se pintará de color rojo.	
Criterios de aceptación: • Al terminar de hablar el NPC, aparece un panel con 3 opciones. • El usuario puede apuntar y seleccionar la respuesta con el gatillo del mando. • El sistema muestra visualmente si la elección fue correcta (verde) o incorrecta (rojo).	

Tabla 19. Lista de tareas HU-E02

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Lógica de Subviewports	Al interactuar debe salir una ventana con las preguntas del NPC en específico.
2	Movimiento de Manos en Ambiente VR	El movimiento de las manos para poder interactuar con las preguntas.
3	Selección de Respuestas	Con el movimiento de las manos se extenderá un rayo para poder elegir las preguntas o repetir el audio.
4	Lógica para obtener las preguntas y respuestas	Crear endpoints para traer la información de la información de preguntas y repuestas.
5	Lógica para guardar la información	Crear endpoint para guardar las opciones elegidas por el usuario dentro de la base de datos.
6	Feedback Visual	Dependiendo si la respuesta es correcta o incorrecta se pintará de color verde o rojo.

Tabla 20. Historia de Usuario HU-E03

Historia de usuario	
Número: HU-E03	**Usuario:** Estudiante de nivel A1
Nombre: Ayuda de Comprensión Auditiva (Repetición)	
Prioridad: Media	**Riesgo:** Bajo
Puntos estimados: 18	**Iteración asignada:** 1
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-02	
Descripción: El estudiante de nivel A1, en caso de necesitar volver a escuchar el audio podrá repetirlo tanto en las opciones de respuesta como en la pregunta presionando en los botones designados.	
Criterios de aceptación: • Existe un botón de interfaz visible con el ícono de Repetir. • Al pulsarlo, el NPC vuelve a reproducir la pista de audio.	

Tabla 21. Lista de tareas HU-E03

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Botones a Ventana	Colocar botones en la pregunta y opciones de respuesta.
2	Feedback Visual	Programar el cambio de color al accionar el gatillo.
3	Retorno del audio	Dependiendo de la pregunta o respuesta elegida el backend mandará el audio a reproducirse.

Tabla 22. Historia de Usuario HU-E04

Historia de usuario	
Número: HU-E04	**Usuario:** Estudiante de nivel A1
Nombre: Resumen de Resultados	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Medio
Puntos estimados: 27	**Iteración asignada:** 1
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-03	
Descripción: El estudiante, quiero ver una pantalla de resultados al finalizar el escenario para conocer el puntaje total y sus aciertos y errores mediante un listado.	
Criterios de aceptación: • La interfaz carga tras el último diálogo. • Muestra precisión porcentual extraída del historial de la sesión.	

Tabla 23. Lista de tareas HU-E04

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Interfaz Resultados	Diseñar la escena Resultados con contenedores dinámicos.
2	Lógica de Cálculo	Se creará la lógica para traer el puntaje total y las respuestas correctas e incorrectas.
3	Lógica de Teletransporte	Al finalizar el último diálogo de la conversación será transportado a la escena de Resultados.

Tabla 24. Historia de Usuario HU-D01

Historia de usuario	
Número: HU-D01	**Usuario:** Docente / Estudiante
Nombre: Autenticación en el Panel	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Medio
Puntos estimados: 27	**Iteración asignada:** 2
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-04, RNF-05	
Descripción: El usuario (docente o estudiante), quiere iniciar sesión dentro del sistema ingresando sus credenciales, para acceder de forma segura a las funciones correspondientes de su rol. En donde el docente tendrá Dashboard administrativo, y el estudiante escenarios y reportes personales.	
Criterios de aceptación: • El formulario valida el usuario y contraseña contra la base de datos. • Las contraseñas están protegidas por hashing. • Muestra un mensaje de error si las credenciales son inválidas.	

Tabla 25. Lista de tareas HU-D01

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Lógica para Login	Implementar lógica para el inicio de sesión.
2	Lógica de Roles	Dependiendo del rol podrá acceder a una pantalla u otra.
3	Vista Login	El usuario tendrá una vista login para colocar sus credenciales.
4	Validaciones	Implementación de validaciones para el inicio de sesión.

Tabla 26. Historia de Usuario HU-D02

Historia de usuario	
Número: HU-D02	**Usuario:** Docente
Nombre: Dashboard de Monitoreo de Alumnos	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Medio
Puntos estimados: 24	**Iteración asignada:** 2
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-04	
Descripción: El docente, quiero visualizar un listado de sus estudiantes en donde al elegirlo, podrá visualizar los diferentes intentos que ha realizado en general y filtrar por escenario en específico.	
Criterios de aceptación: • El panel muestra una lista de estudiantes. • Incluye una barra de búsqueda para filtrar por nombre o cédula. • Al seleccionar un estudiante podré ver su información, intentos y resultado de dicho intento.	

Tabla 27. Lista de tareas HU-D02

No.	**Nombre de la tarea**	**Descripción**
1	Dashboard	Diseñar una vista en donde los estudiantes van a estar listados.
2	Modal estudiante	Al seleccionar un estudiante podrá revisar los intentos que ha realizó dentro del sistema, su nota y podrá filtrar por escenario.
3	Buscador	Se implementará un buscador para buscar un estudiante en específico.
4	Lógica de Información de Estudiante	Se creará los endpoints para consultar la información del estudiante y sus intentos.

Tabla 28. Historia de Usuario HU-D03

Historia de usuario	
Número: HU-D03	**Usuario:** Docente
Nombre: Reportes a Estudiantes	
Prioridad: Alta	**Riesgo:** Medio
Puntos estimados: 28	**Iteración asignada:** 2
Programador responsable: Edder Daniel Naranjo Córdova	
Requerimiento base: RF-04	
Descripción: El docente, podrá generar PDF de los resultados de los estudiantes por intento o en general, y este PDF podrá guardarlo dentro de su computadora.	
Criterios de aceptación: • Se podrá buscar al estudiante • Existirá 2 botones para poder elegir el PDF que se requiere.	

Tabla 29. Lista de tareas HU-D03

No.	Nombre de la tarea	Descripción
1	Botones PDF	Diseñar e integrar los elementos visuales (botones) en la interfaz para permitir la solicitud de descarga de los reportes PDF generales o específicos.
2	Sistema de guardado	Se implementará el sistema para guardar los PDFs dentro del computador.
3	Sistema de creación de PDFs	Se creará la lógica para consulta y creación de PDFs.
4	Lógica de PDFs	A nivel de backend se creará 2 endpoints para la creación del PDF general y específico.
5	PDF Específico	Se creará el PDF específico que tendrá los resultados de un intento en específico
6	PDF General	Se creará el PDF general que tendrá los resultados de todos los intentos de un escenario.

Plan de entregas

La siguiente tabla presenta el tiempo estimado en días y horas para cada una de las HU conjuntamente a la iteración a la que corresponde. Cada iteración corresponde a un avance significativo que se presenta al cliente. Para el proyecto se planearon 2 iteraciones significativas. Cabe recalcar que las jornadas de trabajo fueron de 4 horas de lunes a viernes, totalizando un esfuerzo de 62.5 días laborables.

Tabla 30. Plan de entregas

Historia	Días (4h/día)	Horas	Iteración 1	Iteración 2
Historia de usuario HU-E01	28.0	112	X	
Historia de usuario HU-E02	22.5	90	X	
Historia de usuario HU-E03	9.0	36	X	
Historia de usuario HU-E04	13.5	54	X	
Historia de usuario HU-D01	13.5	54		X
Historia de usuario HU-D02	12.0	48		X
Historia de usuario HU-D03	14.0	56		X

Fase de priorización: Planificación de las entregas incrementales

Para la presente fase, una vez definidas las HU, se determinó en conjunto con el equipo académico la prioridad de las diferentes funcionalidades de la plataforma. En la entrevista de recolección de datos el cliente diferenció claramente entre lo crucial y lo deseable.

Prioridad alta (lo crucial):

- Interacción básica con NPCs (teletransporte, colisiones y mapeo de controles) en el entorno VR.
- Selección de respuestas mediante menús flotantes, guardado de datos y retroalimentación inmediata.
- Presentación de resúmenes de resultados al finalizar las misiones.
- Autenticación segura para docentes, dashboard de monitoreo de estudiantes y generación de PDFs (general y específico).

Prioridad media/baja (lo deseable):

- Módulo de ayuda cognitiva (botón de repetición de audios en la interfaz VR).

Un MVP (Producto Mínimo Viable) es la versión inicial de un software que contiene las características esenciales para ser funcional. El acto de priorización es un resultado importante de la fase de planificación. Se definió el alcance de la primera entrega asegurando que el desarrollo se enfocará primero en el núcleo inmersivo y la jugabilidad del estudiante, incorporando las funciones de interacción, selección de diálogos, repetición de audio y consolidación de puntajes dentro de la Iteración 1 (focalizada en el entorno VR); y destinando la Iteración 2 exclusivamente a la construcción del panel administrativo para el seguimiento y monitoreo de los docentes.

Validación del valor de negocio

La fase de planificación en XP requiere una justificación de negocio robusta antes de proceder al diseño y codificación. En esta investigación, la validación se logró utilizando los resultados estadísticos de la encuesta aplicada a los 28 estudiantes del nivel A1 del Centro de Idiomas.

El objetivo fue confirmar cuantitativamente los problemas identificados en las entrevistas docentes y medir el valor percibido de la solución tecnológica propuesta.

Los resultados proporcionaron un panorama concluyente que justifica el desarrollo del simulador.

1. **Validación del problema académico**

   La encuesta confirmó que los métodos tradicionales generan una limitación real en el aprendizaje, validando la necesidad de una intervención tecnológica:

- **Dificultad:** El 75 % de los encuestados percibe el aprendizaje del idioma como una tarea difícil. Más críticamente, un 71.5 % manifestó sentir una fuerte ansiedad o temor al participar en clase. Estos datos validan concluyentemente la necesidad de crear un entorno Single-Player privado (HU-E01), que elimine la presión del juicio público y actúe como un espacio seguro para cometer errores.

- **Falta de aprendizaje situado:** El 78.6 % confirmó categóricamente que carecen de exposición a escenarios auténticos. Esto validó directamente la pertinencia de modelar escenarios tridimensionales basados en la vida real, alejando al estudiante de los métodos descontextualizados.

- **Limitación de interactividad:** El 89.2 % consideró que las oportunidades para practicar de forma interactiva e individual son limitadas, validando la urgencia de abandonar los recursos pasivos convencionales.

2. **Validación de la solución propuesta (Utilidad Percibida)**

   Se midió la utilidad de las funcionalidades clave que sustentan las HU priorizadas:

- **Efectividad del entorno 3D:** El 96.4 % de la población mostró altas expectativas respecto al impacto positivo que tendría interactuar en un entorno virtual 3D sobre su dominio general del inglés. Esto justifica plenamente el esfuerzo técnico requerido para la arquitectura del motor gráfico y el modelado 3D.

- **Aceptación de la innovación:** Se obtuvo una aceptación perfecta del 100 % respecto a la predisposición para utilizar nuevas herramientas tecnológicas, lo

cual indica que los visores VR serán recibidos como un vehículo motivacional, eliminando el riesgo de tecnofobia.

3. **Validación de la adopción y sostenibilidad**

   La validación de negocio concluyó demostrando una altísima probabilidad de adopción a largo plazo. El 92.8 % de los estudiantes garantizó que, si el Centro de Idiomas proporciona el acceso, utilizarían frecuentemente la plataforma de VR. Esta estadística es vital a nivel institucional, ya que justifica el retorno de inversión tecnológica y asegura la escalabilidad y sostenibilidad del proyecto dentro de la universidad.

3.1.7 Fase de Diseño

En la metodología XP, el diseño no es un evento monolítico inicial, sino un proceso guiado por la práctica de diseño simple. El objetivo es crear una arquitectura que resuelva estrictamente las HU priorizadas en el backlog, evitando la sobreingeniería y confiando en la refactorización para iteraciones futuras. A continuación, se presentan los artefactos de diseño que estructuran la plataforma.

Tarjeta CRC

Para modelar las entidades del sistema y organizar la programación orientada a objetos, se implementaron las tarjetas CRC (Clase, Responsabilidad, Colaboradores). Esta herramienta asegura un diseño cohesivo y acoplado a la lógica de negocio del aprendizaje de idiomas **[20]**.

Tabla 31. Modelo de una tarjeta CRC

Clase:	
Responsabilidades:	Colaboradores:

Tabla 32. Tarjeta CRC Database

Clase: Database (database.gd)	
Responsabilidades:	Colaboradores:
- Gestionar la autenticación de usuarios (Login/Registro) desde el visor VR. - Centralizar las peticiones HTTP (GET, POST) hacia la API del backend Node.js. - Cargar diálogos y registrar los intentos y respuestas del usuario en tiempo real. - Mantener en memoria la sesión activa (current_user, auth_token).	- Global (para URL base). - HTTPRequest (nodo nativo). - Backend API.

Tabla 33. Tarjeta CRC BaseNPC

Clase: BaseNPC (npc_base.gd)	
Responsabilidades:	Colaboradores:
- Detectar la presencia del jugador mediante áreas de interacción (InteractionArea). - Iniciar y gestionar la lógica de diálogo basada en eventos/banderas (ej. is_talking). - Sincronizar la interfaz visual de diálogo (DialogueUI) con el mundo 3D.	- Database. - DialogueUI. (XROrigin3D).

Tabla 34. Tarjeta CRC Auth Controller

Clase: Auth Controller (authController.js)	
Responsabilidades:	Colaboradores:
- Autenticar a los usuarios provenientes de la aplicación Godot y emitir tokens. - Registrar nuevos usuarios verificando contraseñas mediante hashing (bcryptjs). - Verificar la validez y seguridad de los tokens JWT para autorizar peticiones subsecuentes.	- Database (database.js). - bcryptjs. - token.

Tabla 35. Tarjeta CRC Dialog Controller

Clase: Dialog Controller (dialogController.js)	
Responsabilidades:	Colaboradores:
- Servir preguntas y árboles de decisión solicitados dinámicamente por Godot. - Gestionar el ciclo de vida de un "Intento" (Attempt) iniciado en el entorno virtual. - Guardar de forma segura las respuestas del estudiante en PostgreSQL (normales y nulas). - Proveer estadísticas de rendimiento por cada intento completado.	- Database (database.js).

Tabla 36. Tarjeta CRC Report Controller

Clase: Report Controller (reportController.js)	
Responsabilidades:	Colaboradores:
- Orquestar la generación de documentos para la evaluación académica. - Manejar las solicitudes de reportes individuales y generales desde el panel administrativo. - Servir los reportes estructurados a través de streams HTTP.	- ReportDataService. - PDFService (PDFKit). - ExcelJS.

Diseño de la Arquitectura de la Solución (Tier-Based)

En base al principio de diseño simple la arquitectura de la plataforma se basa en tres capas, con el propósito de garantizar la fluides al usar la plataforma. A continuación, se presenta la estructura de la arquitectura implementada:

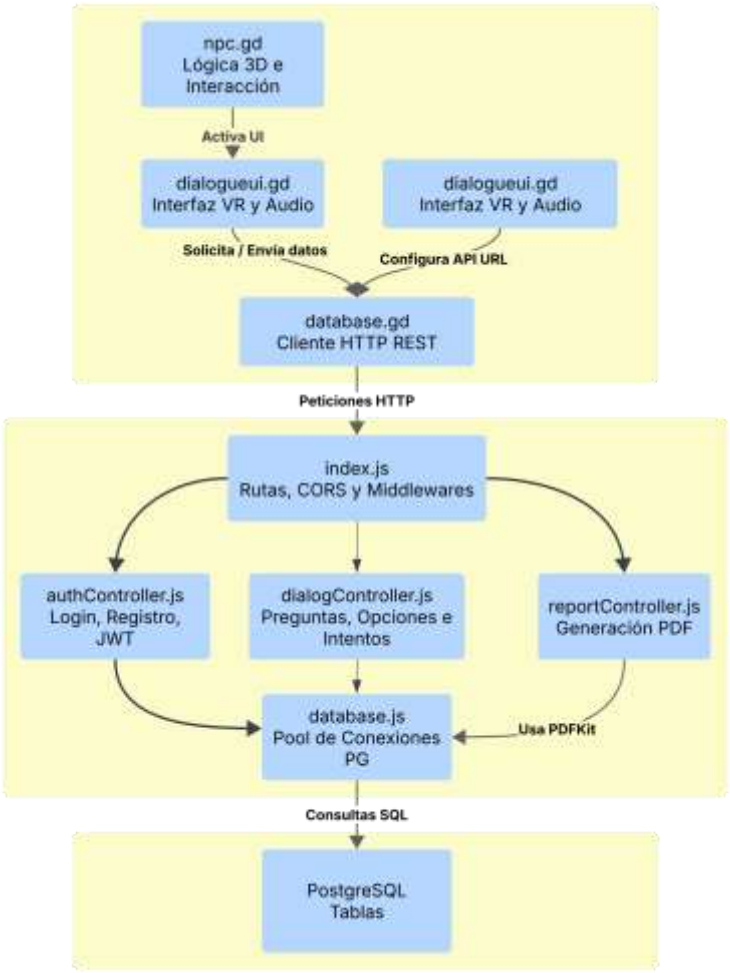


Figura 14. Gráfico de Arquitectura del Sistema

Capa de Cliente (Frontend Inmersivo)

Esta capa es el entorno con el que el estudiante interactúa físicamente. El diseño se centra en una aplicación tridimensional construida con Godot Engine 4.5.

- **Gestor de Escenas y VR:** Utiliza el plugin oficial OpenXR para renderizar el entorno en los visores y configurar los mapas de acciones de los controladores (teletransporte, interacción).
- **Comunicación asíncrona (HTTPClient):** Toda solicitud de datos (ej. validar un usuario o enviar las respuestas de un nivel) se canaliza a través de nodos HTTP nativos, comunicándose con la API RESTful sin congelar el hilo principal de renderizado gráfico.

Capa de Servidor (Backend Logic)

Esta capa actúa como el cerebro lógico y el puente de seguridad del sistema. Reside en un servidor (puerto 3000) y es responsable de procesar todas las reglas de negocio. La elección de Node.js (v18+) y Express permite un manejo eficiente de múltiples peticiones concurrentes.

- **Seguridad y Autenticación:** Implementa JWT para el control de accesos. Cuando un usuario inicia sesión desde Godot, el servidor valida el hash de la contraseña (mediante bcryptjs) y emite un token que autoriza las operaciones posteriores.
- **Controladores RESTful:** Define los endpoints exactos que consumen los módulos de juego.
- **Generador de Reportes:** Integra los servicios PDFkit y exceljs para compilar la telemetría del estudiante y generar documentos exportables requeridos por el cuerpo docente.

Capa de Persistencia (Base de Datos)

El único propósito de esta capa es almacenar, proteger y recuperar los datos académicos de forma fiable. Se seleccionó PostgreSQL como SGBD. Al ser una plataforma Open Source, elimina los costos de licenciamiento institucional, a la vez que proporciona una alta robustez y un estricto cumplimiento de las propiedades transaccionales (ACID), lo cual es fundamental para mantener la integridad de los historiales de los estudiantes.

Diseño de la Base de Datos

Manteniendo la práctica de diseño simple de XP, el diseño de la base de datos se desarrolló como una traducción directa de las HU priorizadas en la fase de exploración. El objetivo es resolver eficientemente la necesidad de registrar telemetría granular. El resultado principal de esta etapa es el modelo de la base de datos.



Figura 15. Esquema Entidad Relación de la Base de Datos

Se estructura para garantizar la integridad referencial y evitar la redundancia, dividiéndose en tres núcleos lógicos:

1. **Núcleo de Acceso:** Compuesto por las tablas *users* y roles, que gestionan el control de acceso diferenciado entre administradores (docentes) y usuarios regulares (estudiantes).

2. **Núcleo Pedagógico:** Conformado por *locations, questions y options*. Estas tablas almacenan de forma los diálogos siguiendo la malla curricular del nivel A1.

3. **Núcleo de Telemetría:** Integrado por *attempts y answers*. Actúa como el historial dinámico; cada vez que un estudiante inicia una interacción en VR, se genera un intento único, y cada decisión tomada frente al NPC se registra como una respuesta vinculada a dicho intento.

Diseño del Flujo de Interacción y Persistencia

El guardado de datos se ejecuta de forma asíncrona para garantizar que el rendimiento del entorno de realidad virtual se mantenga estable y no congele la imagen en las gafas del usuario.

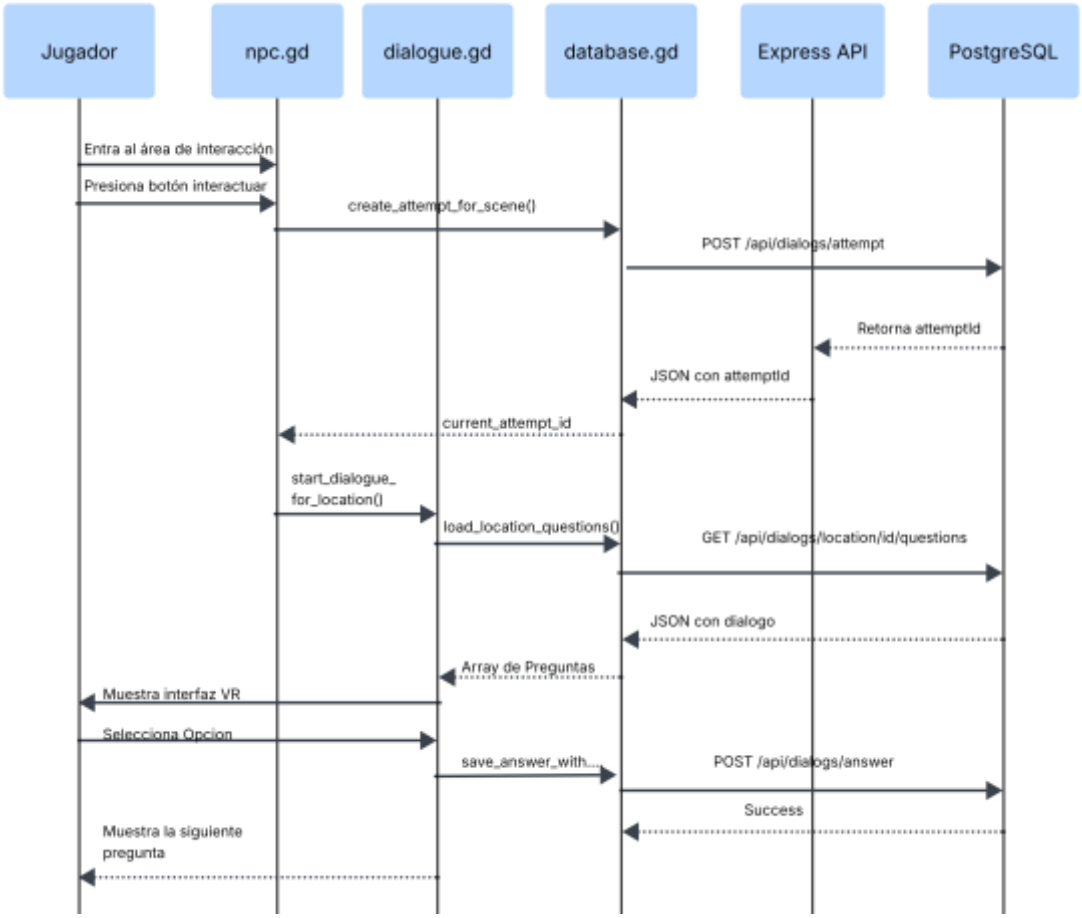


Figura 16. Diagrama de Flujo del Sistema

Como se observa en el diagrama de secuencia, el flujo de la interacción principal para el MVP se divide en tres fases:

1. **Creación del Intento:** Cuando el jugador VR ingresa al área de interacción del npc.gd y presiona el botón de acción, se llama a la API para insertar un nuevo registro en PostgreSQL. El servidor retorna un identificador único (*attemptId*) que Godot almacena en memoria.

2. **Carga de Preguntas y Caché de Audio:** Inmediatamente después, el sistema de interfaz (*dialogueui.gd*) solicita el árbol de diálogo correspondiente a la locación actual. La API devuelve un JSON estructurado con las preguntas, y el sistema precarga los archivos de audio asociados a esas preguntas u opciones.

3. **Guardado de Respuestas:** Al interactuar con el menú flotante en VR, la selección del usuario se despacha de inmediato hacia el servidor mediante

peticiones POST. En caso de que el jugador abandone la escena prematuramente, el diseño del sistema contempla el envío automático de un paquete de respuestas "nulas" para mantener la integridad estadística de la base de datos.

Algoritmos del sistema

Para soportar la arquitectura interactiva y el análisis de datos, el simulador implementa una serie de algoritmos específicos divididos entre el cliente de VR (Godot) y el servidor de procesamiento (Node.js).

Algoritmos del Frontend (Godot)

En la capa del cliente, los algoritmos se centran en la optimización de la experiencia inmersiva y el manejo asíncrono del estado del jugador:

- **Algoritmo de Árbol de Diálogo Dinámico:** Implementado en la interfaz dialogue_ui.gd, este sistema gestiona la interacción no lineal con los NPCs. Navega a través de un sistema de grafos utilizando la llave next_question_id. Para asegurar la fluidez a 60 FPS en VR, incorpora un algoritmo de caché que realiza una precarga asíncrona de los archivos de audio antes de que el jugador acceda al nodo conversacional, mitigando los picos de uso de CPU.

- **Algoritmos de Mitigación de Cybersickness:** Apoyado en godot-xr-tools, se desarrolló una lógica de teletransporte que sincroniza un algoritmo de oscurecimiento de pantalla interpolado con el cambio de coordenadas matemáticas de la cámara **[21]**. Adicionalmente, emplea algoritmos de proyección trigonométrica para renderizar y hacer interactivos los Viewports 2D dentro del espacio 3D.

- **Sincronización de Datos y Manejo de Estados Nulos:** A través de database.gd, el cliente orquesta la telemetría. Implementa una lógica de captura temporal que detecta si el usuario abandona la simulación prematuramente,

emitiendo automáticamente "respuestas nulas" hacia el servidor. Esto preserva la integridad del intento y evita la corrupción de las estadísticas.

Algoritmos del Backend (Node.js)

En la capa de servidor, la lógica se enfoca en la persistencia transaccional de datos y la consolidación de métricas de rendimiento académico:

- **Algoritmo de Control de Persistencia y Estado Conversacional:** El módulo de diálogos procesa los resultados del árbol de decisiones enviado por el simulador. El backend valida la integridad del identificador del nodo (pregunta) y registra de forma síncrona la arista (opción de respuesta contextual) seleccionada por el estudiante en su cliente VR, asegurando la consistencia referencial en la base de datos.

- **Algoritmo de Consolidación y Agregación de Datos de Rendimiento:** El servicio *reportDataService.js* utiliza consultas SQL estructuradas con PostgreSQL para procesar y transformar los datos de respuestas e intentos de los estudiantes en las escenas. Aplica funciones de agregación deterministas para calcular métricas cuantitativas por intento (total de preguntas, aciertos, errores y porcentajes de desempeño), permitiendo la generación de reportes consolidados para evaluación docente.

- **Algoritmo de Renderizado Lineal y Escalamiento Dinámico de Gráficos:** El sistema calcula las dimensiones de los aciertos y errores del estudiante para visualizarlos en el reporte PDF. Para esto, las funciones *drawResultsChart* y *drawEvolutionChart* toman los valores históricos de la base de datos y aplican una función de escalamiento lineal para calcular las coordenadas geométricas bidimensionales necesarias para dibujar la gráfica. El código ajusta automáticamente la escala y la separación de los ejes (*stepX, stepY*) para que el gráfico se adapte dinámicamente a la cantidad de registros que tenga cada alumno.

3.1.8 Iteración 1

- **Historia de Usuario HU-E01**

  La siguiente figura represente el prototipo de movimiento dentro del entorno.

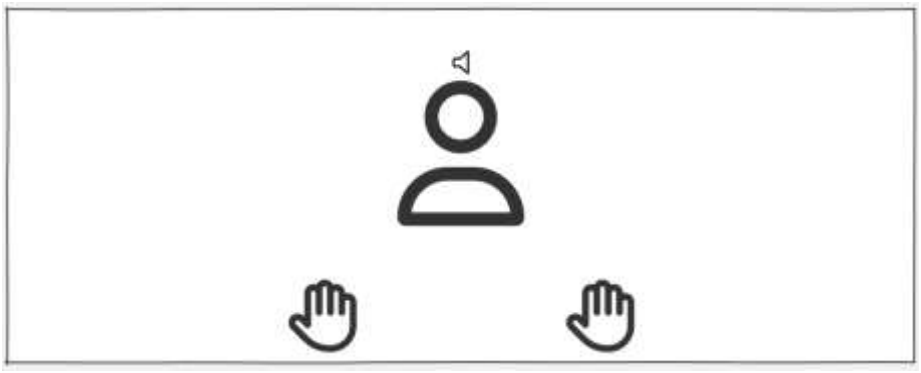


Figura 17. Wireframe de movilidad dentro del entorno VR.

- **Historia de Usuario HU-E02**

  La Figura 18 representa el prototipo de selección de diálogos dentro de la plataforma. En donde se tiene la pregunta por parte del NPC y la opción de continuar.

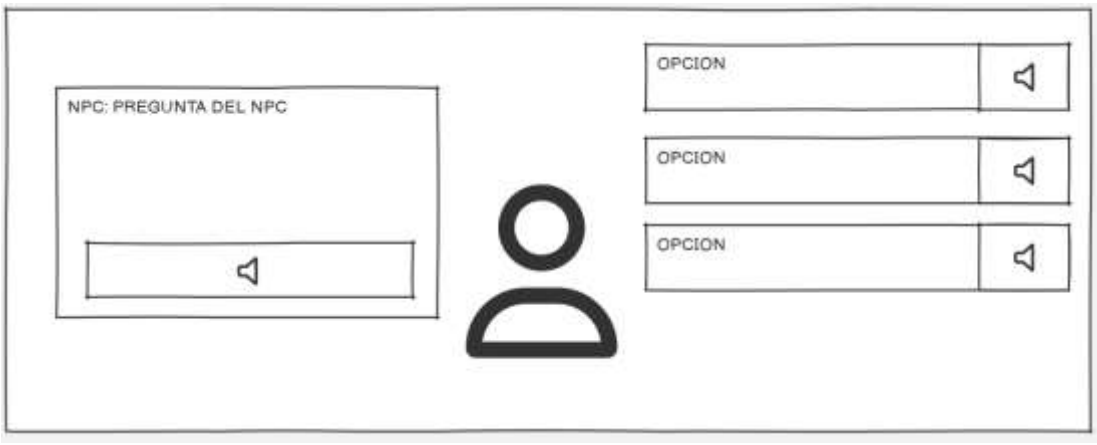


Figura 18. Wireframe de Selección de opciones

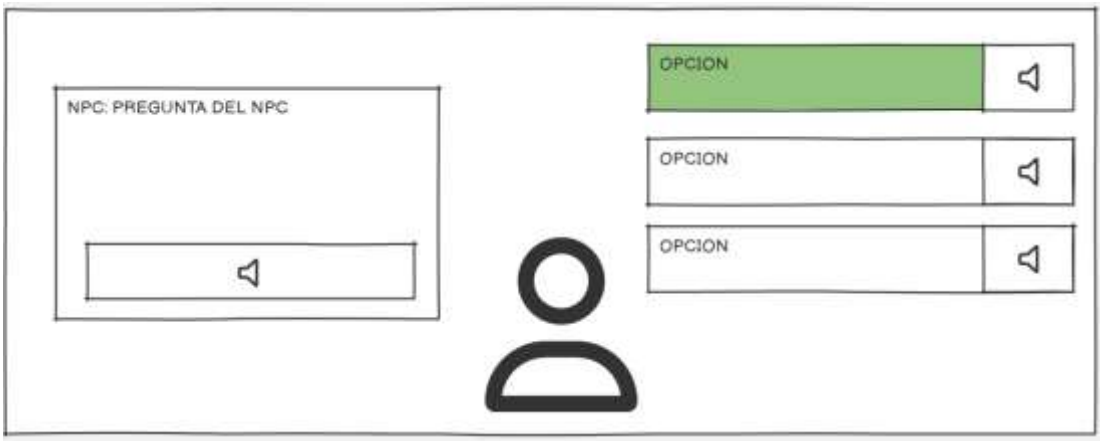


Figura 19. Wireframe de Selección de opción correcta

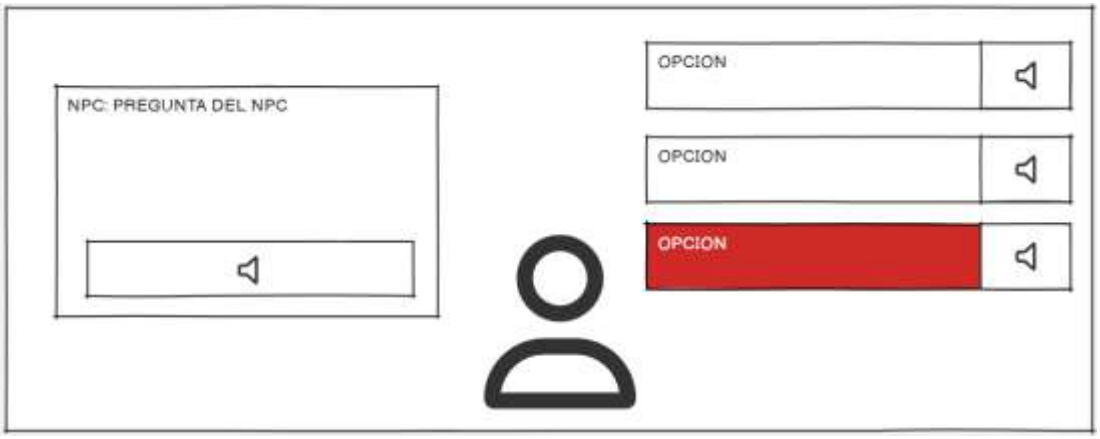


Figura 20. Wireframe de Selección de opción incorrecta

- **Historia de Usuario HU-E03**

  La siguiente figura representa el prototipo de la selección para repetir los audios.

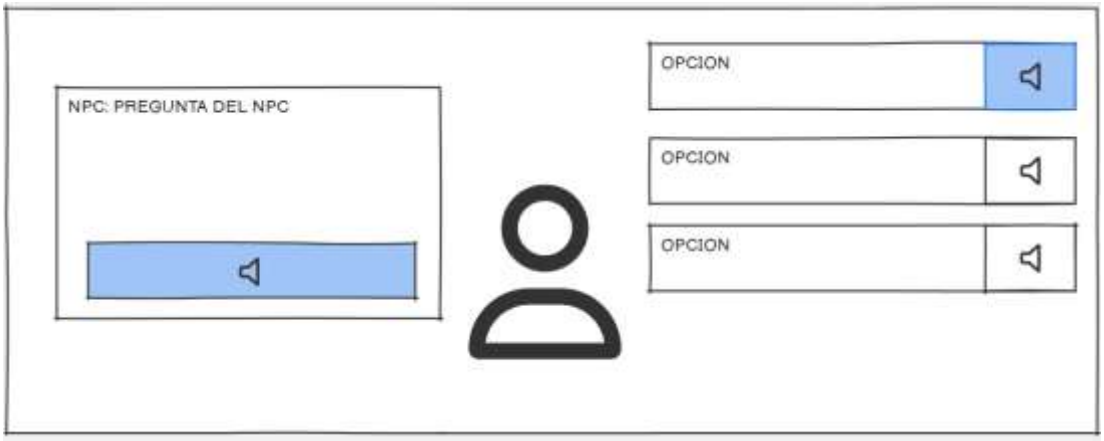


Figura 21. Wireframe de Repetición de Audio

- **Historia de Usuario HU-E04**

  La siguiente figura representa el prototipo del resumen de los resultados.

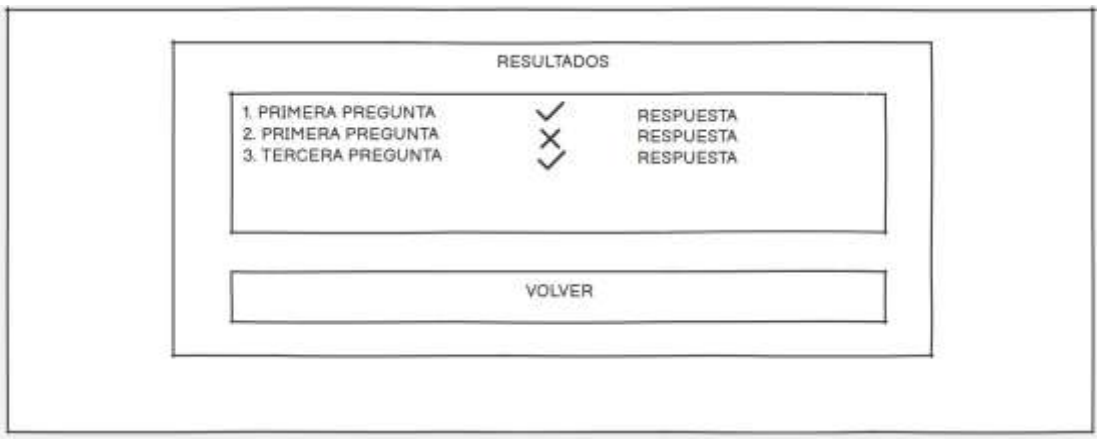


Figura 22. Wireframe de Tabla de Resultados

3.1.9 Iteración 2

- **Historia de Usuario HU-D01**

  La siguiente figura representa el inicio de sesión.

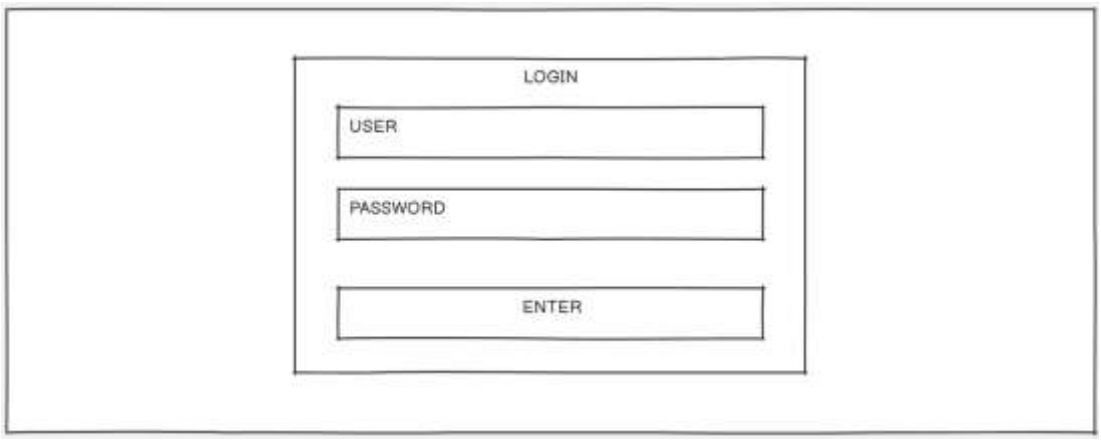


Figura 23. Wireframe Login

- **Historia de Usuario HU-D02**

  La siguiente figura representa el listado de estudiantes, y la selección de un estudiante para la visualización de los intentos.

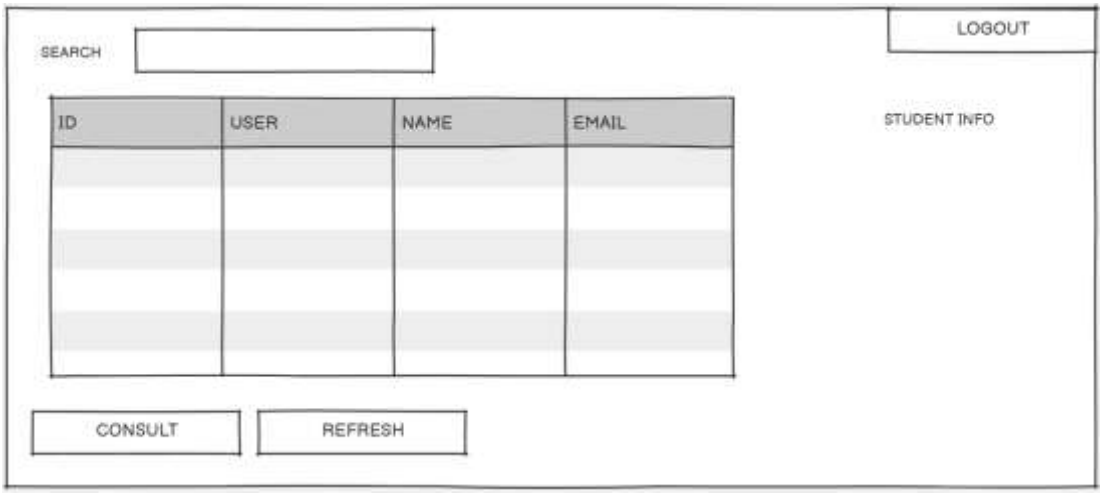


Figura 24. Wireframe de Listado de Estudiantes

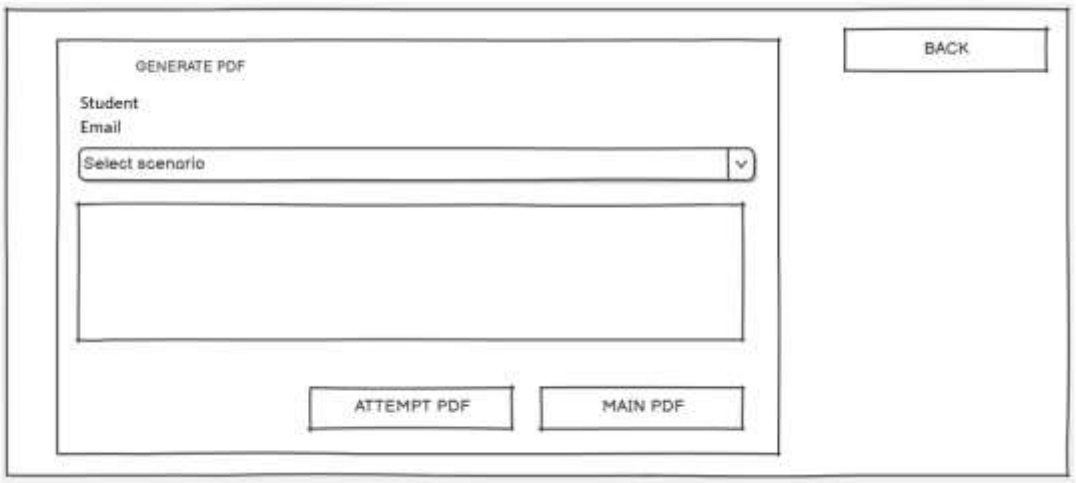


Figura 25. Wireframe modal estudiante

- **Historia de Usuario HU-D03**

  La siguiente figura representa la selección de los PDFs.

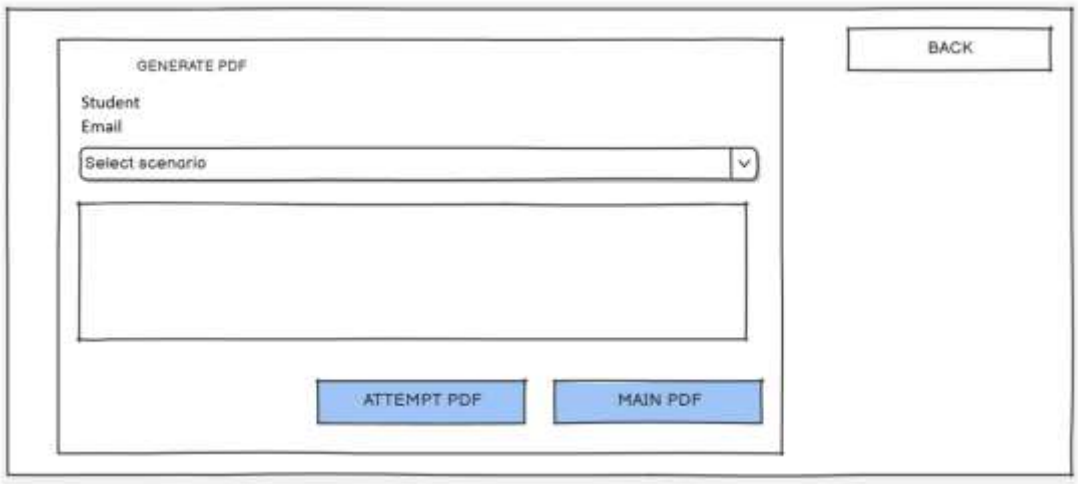


Figura 26. Wireframe de Selección de Tipos de PDFs

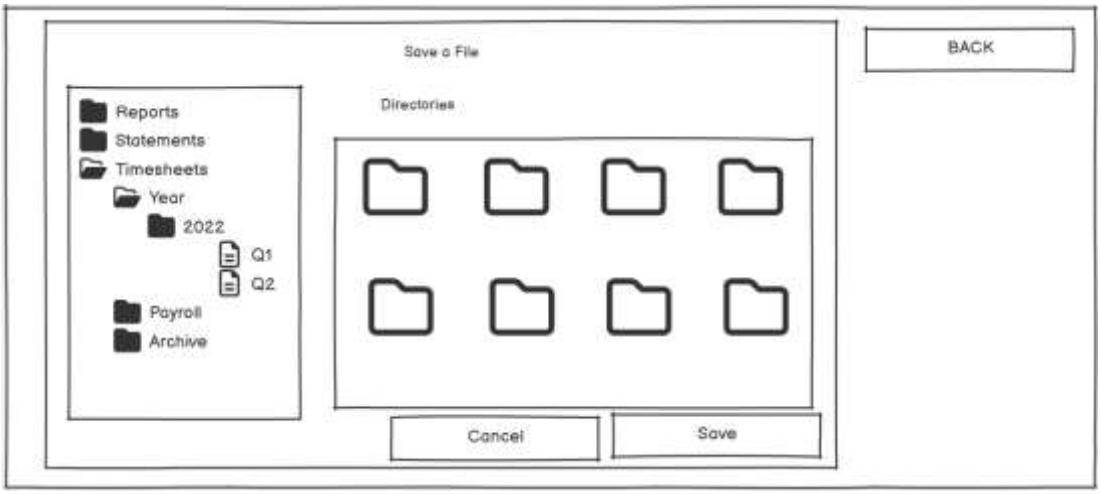


Figura 27. Wireframe de Guardado de PDF generado

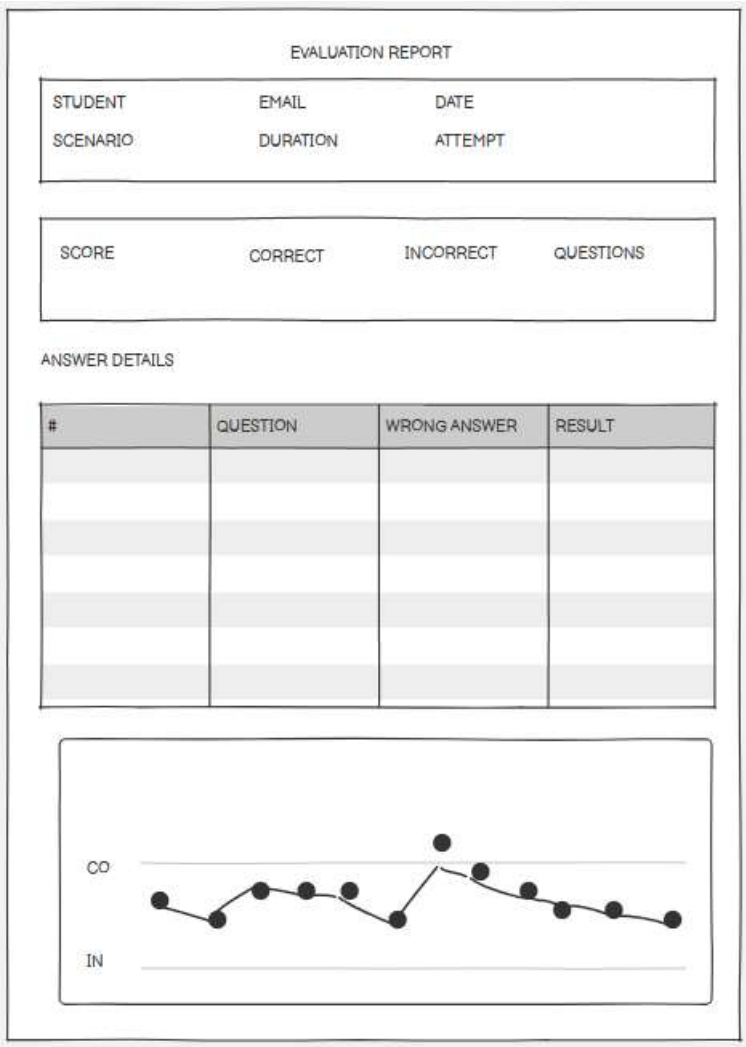


Figura 28. Wireframe de PDF individual

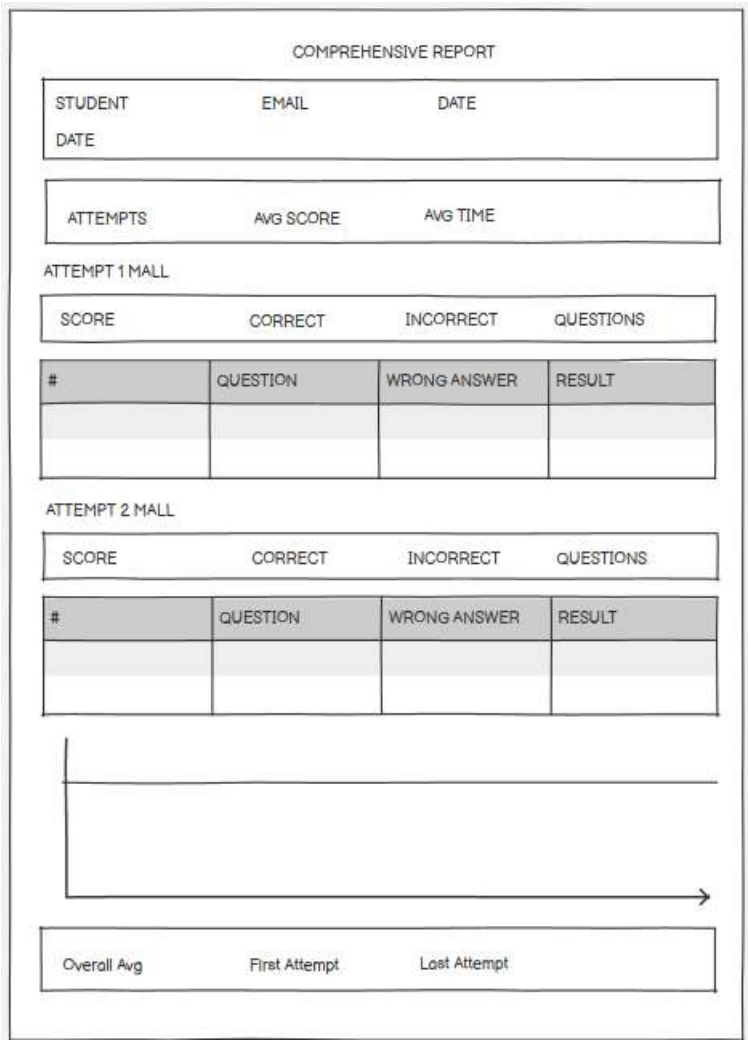


Figura 29. Wireframe de PDF General

3.2 Fase de Codificación

La presente fase detalla la implementación de los módulos funcionales del sistema, ejecutada bajo los lineamientos de XP. El desarrollo se priorizó para liberar de forma temprana un MVP estable, asegurando que las mecánicas principales de interacción en VR operaran a 60 FPS sin generar latencia en los visores.

A continuación, se presentan las interfaces y mecánicas de la aplicación implementadas en base a las HU del backlog priorizado para el estudiante.

Iteración 1 (Producto Mínimo Viable)

El objetivo principal de esta iteración fue construir el entorno núcleo del estudiante (*Single-Player*), integrando el modelado tridimensional, la navegación con el estándar OpenXR y la persistencia de datos en el servidor.

Historia de usuario HU-E01: Interacción básica con NPCs

La implementación de esta historia se centró en la clase *BaseNPC*. Utilizando los componentes de colisión de Godot (*Area3D*), el sistema detecta físicamente cuándo el avatar del estudiante ingresa al rango de conversación dentro de los escenarios auténticos (como el *Mall* o el *Restaurant* exportados desde Blender).

La siguiente figura presenta la captura de pantalla de la experiencia en VR, donde el sistema emite un indicador visual y permite al jugador utilizar el botón de acción de sus mandos para iniciar el flujo asíncrono que crea el intento (*attempt_id*) en PostgreSQL y reproduce el audio inicial del NPC.



Figura 30. Interacción Mundo VR

Historia de usuario HU-E02: Selección de respuestas en diálogos

Para cumplir con el requerimiento de retroalimentación inmediata, se implementó el sistema de interfaz gráfica inmersiva *DialogueUI*. Al finalizar la alocución del NPC, el motor renderiza un panel flotante (espacio de mundo tridimensional) con las opciones de respuesta (A, B, C).

La siguiente figura ilustra el menú flotante interactivo. El estudiante utiliza el puntero láser de su mando VR (*RayCast3D*) para seleccionar la opción. Al accionar el gatillo, la lógica de negocio evalúa la elección, brindando *feedback* instantáneo mediante códigos de colores (verde para acierto, rojo para error).



Figura 31. Elección de una respuesta correcta



Figura 32. Elección de una respuesta incorrecta

Código Lógica Módulo de Diálogos



```
func create_new_attempt_for_location():
    print("📊 Creando nuevo intento para location: ", current_location_id)

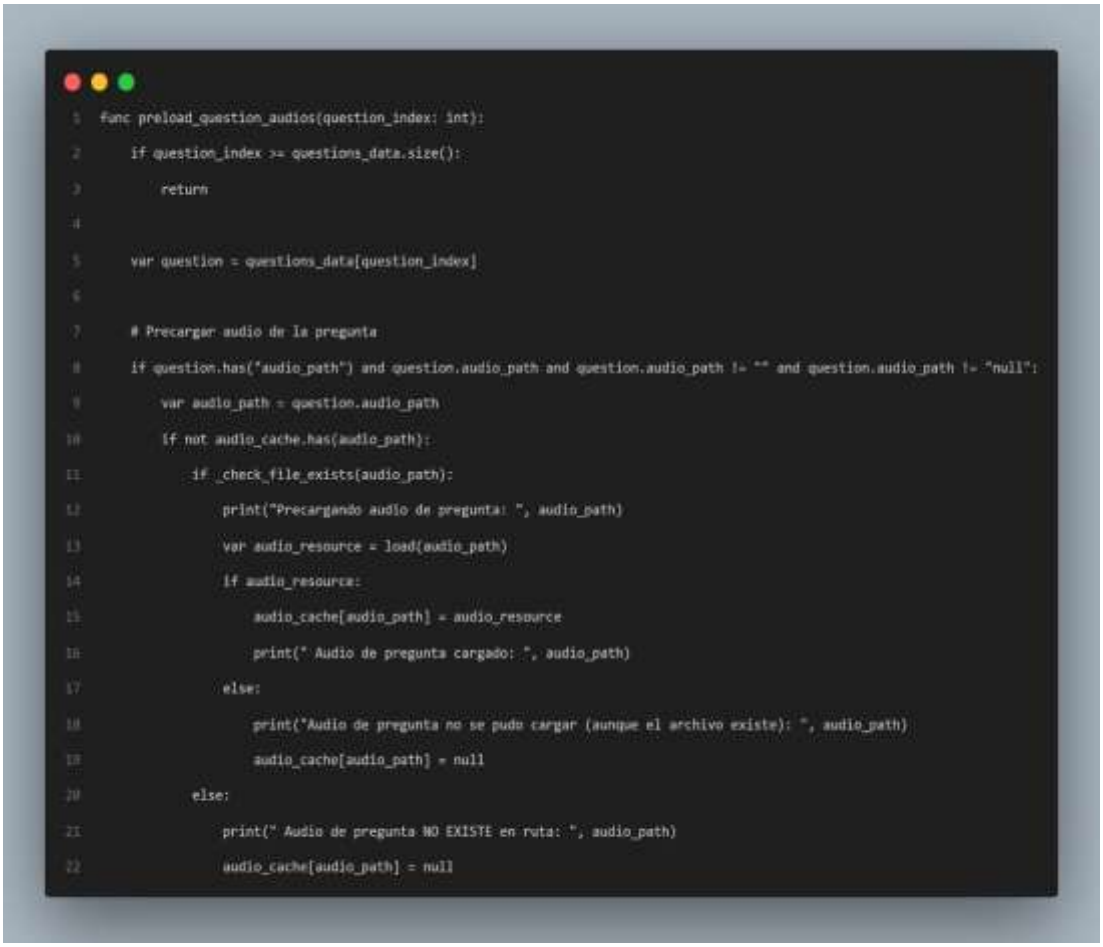
    var user = Database.get_current_user()
    if user.is_empty():
        push_error("❌ No hay usuario logueado")
        return

    var result = await Database.create_attempt(user.userId, current_location_id)

    if result.success:
        current_attempt_id = result.data.attempt.attemptId
        print("✅ Intento creado - ID: ", current_attempt_id)
        await load_location_questions()
    else:
        push_error("❌ Error creando intento: ", result.message)
        end_dialogue()
```

Figura 33. Inicialización del Sistema y Gestión de Intentos en Base de Datos

Este bloque es el punto de entrada crítico del sistema de diálogos. Su importancia radica en que asegura la integridad de los datos: primero verifica la autenticación del usuario actual y luego se comunica de forma asíncrona con la base de datos para generar un "intento" *(attemptId)*. Este identificador es vital, ya que es el pivote relacional que permitirá guardar todo el progreso, respuestas y estadísticas del usuario en esa sesión específica.



```
func preload_question_audios(question_index: int):
    if question_index >= questions_data.size():
        return

    var question = questions_data[question_index]

    # Precargar audio de la pregunta
    if question.has("audio_path") and question.audio_path and question.audio_path != "" and question.audio_path != "null":
        var audio_path = question.audio_path
        if not audio_cache.has(audio_path):
            if _check_file_exists(audio_path):
                print("Precargando audio de pregunta: ", audio_path)
                var audio_resource = load(audio_path)
                if audio_resource:
                    audio_cache[audio_path] = audio_resource
                    print(" Audio de pregunta cargado: ", audio_path)
                else:
                    print("Audio de pregunta no se pudo cargar (aunque el archivo existe): ", audio_path)
                    audio_cache[audio_path] = null
            else:
                print(" Audio de pregunta NO EXISTE en ruta: ", audio_path)
                audio_cache[audio_path] = null
```

Figura 34. Optimización mediante Precarga Dinámica de Recursos (Caché de Audio)

En entornos de VR el rendimiento no puede tener caídas. Este fragmento es fundamental para la optimización del juego. Implementa un sistema de caché *(audio_cache)* que precarga los archivos de audio de la siguiente pregunta y sus opciones en memoria antes de que el jugador los necesite. Esto evita los tiempos de carga durante el juego, garantizando una experiencia inmersiva y fluida.



```
func show_question(index: int):
    if index >= questions_data.size():
        mark_npc_completed()
        end_dialogue()
        return

    current_question_index = index
    var question = questions_data[index]
    current_question_id = question.questionId
    speaker_label.text = question.speaker if question.speaker else ""
    text_label.text = question.text

    _clear_options()

    # Precargar audios de la siguiente pregunta
    if index + 1 < questions_data.size():
        await preload_question_audios(index + 1)
```

Figura 35. Limpieza y Renderizado de Componentes de Interfaz Dinámica

El sistema no depende de interfaces estáticas (quemadas en la escena). Este módulo funciona como un renderizador dinámico. Dependiendo del índice de progreso de la conversación *(current_question_index)*, actualiza el interlocutor, limpia los botones antiguos *(_clear_options())* y asigna el texto de las nuevas respuestas. Además, adelanta el trabajo del procesador al iniciar asíncronamente la carga en caché de la pregunta subsiguiente (estrategia conocida como *Lookahead caching*), optimizando el rendimiento general.



```
# NUEVO: Guardar respuesta con questionId
    var result = await Database.save_answer_with_question(current_attempt_id,
    option_id, question_id, false)

    if not result.success:
        print(" Error guardando respuesta: ", result.message)

    var correct_next_id = find_correct_option_next_id(question_id)

    print(" Next ID de opción correcta: ", correct_next_id)

    if correct_next_id != null and correct_next_id != 0:
        var next_index = find_question_index_by_id(correct_next_id)
        if next_index != -1:
            print("   Saltando a pregunta índice: ", next_index)
            show_question(next_index)
            await play_question_audio_auto()
        else:
            print(" No se encontró la siguiente pregunta con ID: ", correct_next_id)
            show_question(current_question_index + 1)
            await play_question_audio_auto()
```

Figura 36. Motor Lógico de Árbol de Diálogos y Guardado en Tiempo Real

Esta es la implementación práctica del Árbol de Decisiones. Tras enviar inmediatamente la selección del jugador a la base de datos para no perder progreso *(save_answer_with_question)*, el algoritmo extrae el ID apuntador del siguiente nodo de la conversación *(correct_next_id)*. Esto rompe el paradigma lineal de un cuestionario clásico; permite crear ramificaciones donde el siguiente diálogo cambia dinámicamente dependiendo de lo que el jugador escoja, dando vida a la interactividad narrativa.



```
func exit_dialogue_early():

    # Si hay preguntas contestadas, guardar el progreso
    if answered_questions.size() > 0 and total_questions > 0:
        var result = await Database.complete_attempt_with_nulls(
            current_attempt_id,
            answered_questions,
            total_questions
        )

        if result.success:
            if result.data and result.data.stats:
```

Figura 37. Manejo Preventivo de Desconexiones y Cierre Súbito

En el desarrollo de software serio, se deben contemplar las excepciones conocidas como *Edge Cases* (casos límite). Esta función detecta si el usuario interrumpe la simulación antes de completarla. En lugar de invalidar la sesión completa, implementa un algoritmo de compensación: calcula el número de preguntas dejadas al vacío (respuestas nulas) y actualiza las estadísticas del intento *(complete_attempt_with_nulls)*.

Historia de usuario HU-E03: Ayuda de Comprensión Auditiva (Repetición)

Para mitigar la frustración ante la falta de comprensión inicial (problema identificado en la fase de exploración), se añadió una mecánica de asistencia dentro del entorno inmersivo.

La siguiente figura muestra la actualización de la interfaz *DialogueUI*. Se implementó un botón secundario visible con un ícono de repetición. Al pulsarlo mediante el controlador VR, el sistema ordena a la clase del NPC volver a reproducir la pista de audio actual sin registrar una penalización en el puntaje, otorgando al estudiante el tiempo necesario para comprender el audio antes de seleccionar su respuesta.

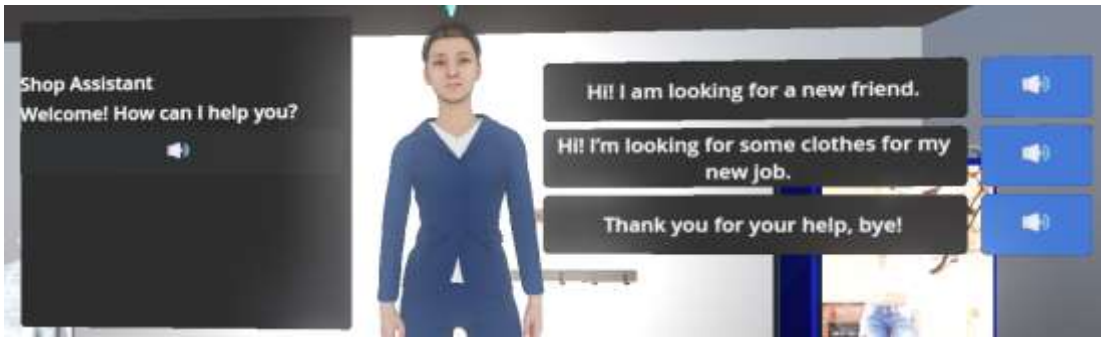


Figura 38. Opciones para repetir los audios tanto en la pregunta como en las opciones de respuesta

Historia de usuario HU-E04: Resumen de Desempeño del Nivel

El cierre del ciclo de aprendizaje situado requería un módulo de evaluación formativa. Se desarrolló la escena *Results*, la cual se instancia una vez que se agota el árbol de diálogos de la locación.

La siguiente figura presenta el panel de analíticas que visualiza el estudiante al terminar su misión. La plataforma consolida los datos guardados en la sesión y renderiza una interfaz clara con el conteo de aciertos, desaciertos, preparándolo para retornar al menú principal.

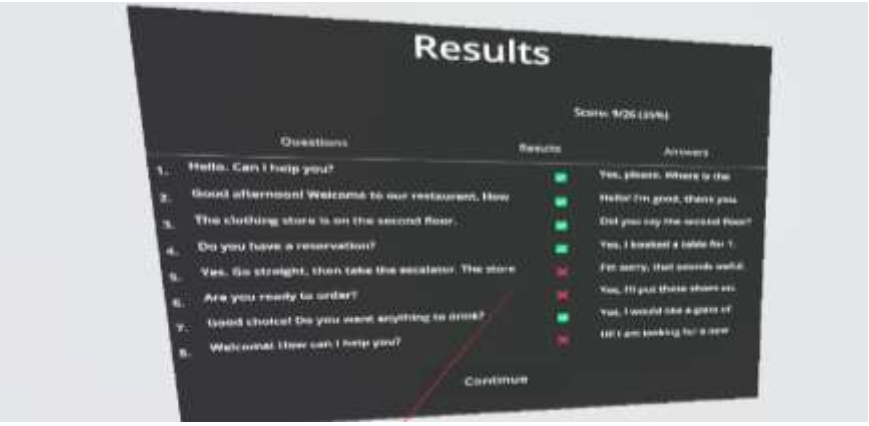


Figura 39. Resultados al Finalizar el Escenario

Código Resultados

```gdscript
func load_results_in_viewport():
    # Obtener el viewport interno
    var internal_viewport = viewport_2_din_3d.get_node("Viewport")

    # Limpiar viewport
    for child in internal_viewport.get_children():
        child.queue_free()

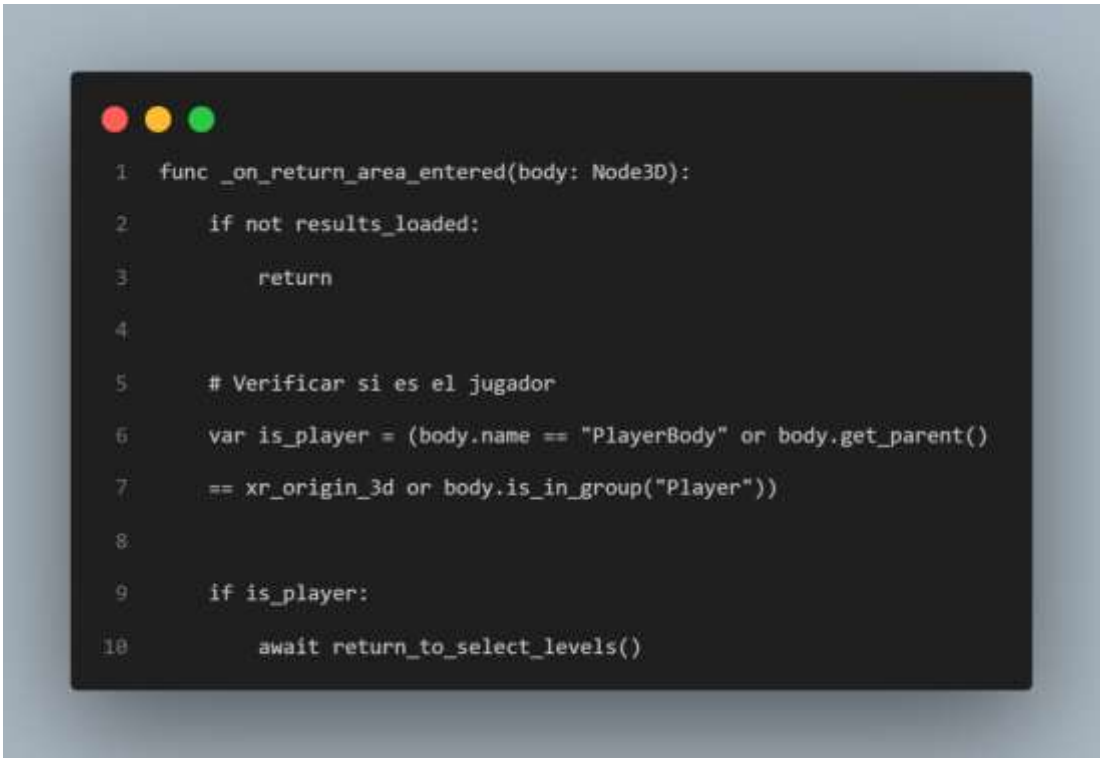
    # Cargar la escena de resultados
    var results_scene = load("res://shared/results/result.tscn").instantiate()
    internal_viewport.add_child(results_scene)

    # Configurar resultados
    if results_scene.has_method("setup_results"):
        await results_scene.setup_results(current_attempt_id, current_scene_id)
        results_loaded = true

    # Asegurar que el viewport sea visible
    viewport_2_din_3d.visible = true
```

Figura 40. Inyección Dinámica de Interfaces 2D en Entornos 3D

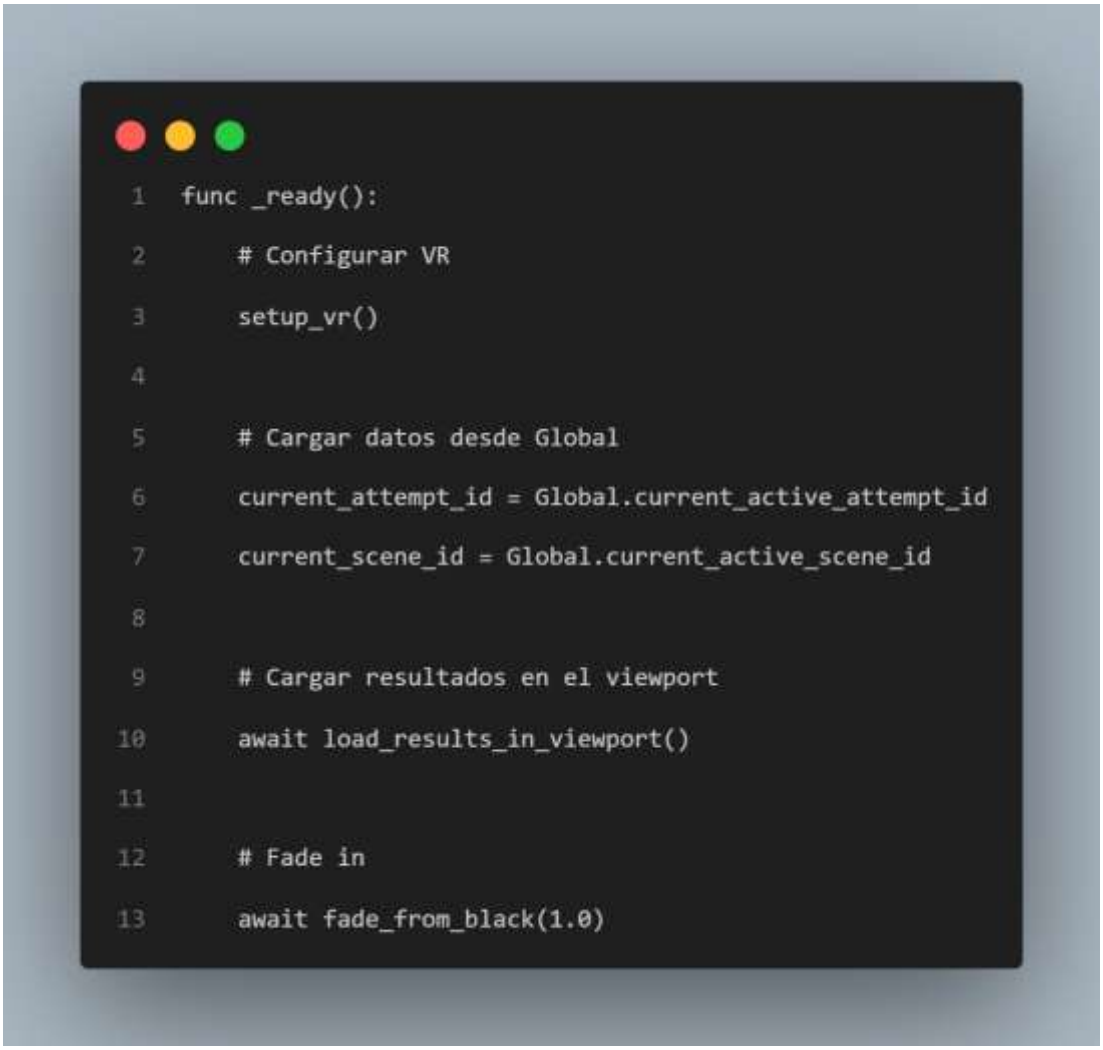
Uno de los mayores inconvenientes de trabajar bajo un entorno VR, es la presentación de datos planos (información en 2D). Este método resuelve arquitectónicamente el problema mediante un Viewport2DIn3D. En lugar de reprogramar toda la interfaz de resultados desde cero para VR, el sistema limpia el canvas interno, instancia dinámicamente una escena de interfaz 2D clásica *(result.tscn)* y la inyecta como un material renderizado dentro del espacio tridimensional. Esto permite la reutilización de componentes UI.



```
1  func _on_return_area_entered(body: Node3D):
2      if not results_loaded:
3          return
4
5      # Verificar si es el jugador
6      var is_player = (body.name == "PlayerBody" or body.get_parent()
7      == xr_origin_3d or body.is_in_group("Player"))
8
9      if is_player:
10         await return_to_select_levels()
```

Figura 41. Navegación Físico-Espacial Mediante Colisiones en VR

En aplicaciones tradicionales, las transiciones de escena ocurren mediante clics en botones (eventos de puntero). En esta arquitectura VR, se aprovecha las físicas de navegación de Godot. Al momento en que 2 áreas colisionan, se dispara la transición de salida de manera asíncrona. Lo que causa que el personaje pueda moverse entre zonas.



```gdscript
func _ready():
    # Configurar VR
    setup_vr()

    # Cargar datos desde Global
    current_attempt_id = Global.current_active_attempt_id
    current_scene_id = Global.current_active_scene_id

    # Cargar resultados en el viewport
    await load_results_in_viewport()

    # Fade in
    await fade_from_black(1.0)
```

Figura 42. Recuperación Asíncrona del Estado Global

Este es el ciclo de vida inicial del módulo de resultados. Su relevancia técnica recae en cómo mantiene la persistencia de datos entre diferentes escenas del motor (Godot). Utilizando el patrón de diseño Singleton (Global), recupera en memoria los identificadores de la sesión en curso *(current_attempt_id)*. Basándose en estos datos, detona de forma asíncrona *(await)* la carga de los componentes visuales de VR y la consulta a la base de datos, garantizando que el usuario solo vea el entorno una vez que la carga de datos haya sido procesada.



```gdscript
func return_to_select_levels():
    # Fade out
    await fade_to_black(1.0)

    # Limpiar datos
    Global.current_active_attempt_id = 0
    Global.current_active_scene_id = 0

    # Cambiar escena
    Global.change_scene("res://scenes/menus/select_levels/select_levels.tscn")
```

Figura 43. Transiciones Seguras y Limpieza de Variables en Memoria

Para evitar vulnerabilidades de estado, comportamientos indefinidos (bugs) o fugas de memoria, es crucial una correcta limpieza al cerrar ciclos. Antes de redirigir al jugador a la pantalla de selección de nivel, el algoritmo se asegura de enmascarar la pantalla y limpiar los apuntadores del estado global, estableciendo los identificadores en cero. Esto asegura que la próxima simulación se inicialice en un estado limpio y determinista.

Iteración 2 (Post - MVP)

Tras consolidar el entorno base, la segunda iteración de la metodología XP se enfocó en añadir funcionalidades de alto valor para el proceso pedagógico, incluyendo mecanismos de apoyo cognitivo para los estudiantes de nivel A1 y el ecosistema de administración para el cuerpo docente.

Historia de usuario HU-D01: Autenticación en el Panel

Para garantizar la privacidad de la información académica, se desarrolló una interfaz de acceso seguro para los docentes.

La siguiente figura presenta la pantalla de inicio de sesión del sistema administrativo. El formulario valida las credenciales ingresadas ejecutando una petición contra la base de datos PostgreSQL a través de la API en Node.js, donde las contraseñas se encuentran protegidas mediante algoritmos de *hashing*. Si la autenticación es exitosa, el sistema emite el JWT para autorizar el acceso al panel.



Figura 44. Inicio de Sesión

Historia de usuario HU-D02: Dashboard de Monitoreo de Alumnos y Reportes

Esta funcionalidad constituye el núcleo de la evaluación asíncrona demandada por los docentes. Se implementó un Dashboard interactivo que consume la telemetría almacenada en la base datos.

La interfaz cuenta con una tabla dinámica que lista a los estudiantes registrados, integrando una barra de búsqueda para filtrar por nombre o ID institucional. Al

seleccionar un estudiante, el docente puede visualizar el historial granular de sus intentos y el porcentaje de precisión de cada uno.



Figura 45. Panel de Administración

Historia de usuario HU-D03: Reportes

Finalmente, para cumplir con el requerimiento de análisis formal (RF-05), se integró un módulo de exportación de estadísticas. La última figura muestra un documento generado automáticamente por el sistema. Utilizando las librerías del backend, la plataforma compila los aciertos, errores y tiempos de sesión del estudiante en formato PDF, facilitando la toma de decisiones pedagógicas por parte del Centro de Idiomas.

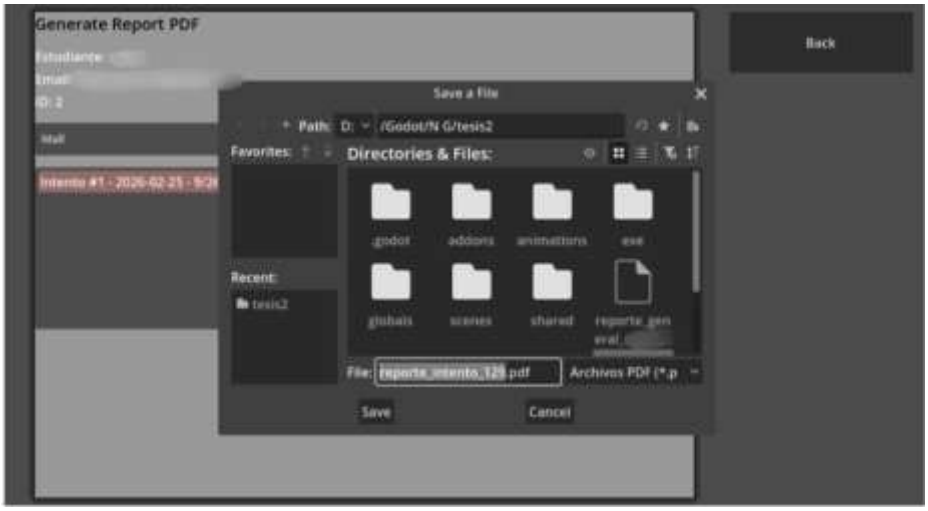


Figura 46. Pantalla para Guardar los Reportes

EVALUATION REPORT

STUDENT: EMAIL: ATTEMPT: 2

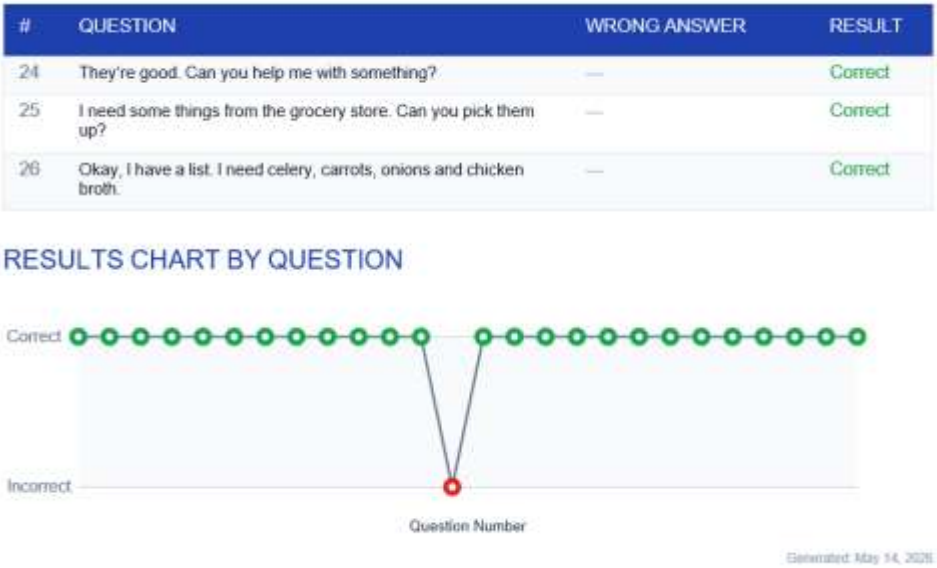
SCENARIO: Mall DURATION: 6:15 DATE: Feb 6, 2026, 10:03 AM

96%	24	1	25
SCORE	Correct	Incorrect	Total Questions

ANSWER DETAILS

#	QUESTION	WRONG ANSWER	RESULT
1	Good afternoon! Welcome to our restaurant. How are you today?	—	Correct
2	Hello. Can I help you?	—	Correct
3	The clothing store is on the second floor.	—	Correct
4	Do you have a reservation?	—	Correct
5	Yes. Go straight, then take the escalator. The store is on the right.	—	Correct
6	Are you ready to order?	—	Correct
7	Good choice! Do you want anything to drink?	—	Correct
8	Welcome! How can I help you?	—	Correct
9	Great! What kind of clothes do you need?	—	Correct
10	Perfect. Would you like any dessert?	—	Correct
11	We have ice cream, apple pie, and tiramisu.	—	Correct
12	No problem. What size do you wear?	—	Correct

Figura 47. Reporte de Evaluación por intento



#	QUESTION	WRONG ANSWER	RESULT
24	They're good. Can you help me with something?	—	Correct
25	I need some things from the grocery store. Can you pick them up?	—	Correct
26	Okay, I have a list. I need celery, carrots, onions and chicken broth.	—	Correct

RESULTS CHART BY QUESTION

Figura 48. Gráfico de Resultados por Intento



COMPREHENSIVE REPORT

Student Performance Analysis

STUDENT INFORMATION

NAME: EMAIL: ID: 18

DATE: May 14, 2026

GLOBAL STATISTICS

2	92%	6:04
Attempts	Avg Score	Avg Time

ALL ATTEMPTS

Attempt #1 - Mall

Feb 6, 2026

88%	22	3	5:53
SCORE	Correct	Incorrect	Duration

Answers Summary:

#	QUESTION	WRONG ANSWER	RESULT
1	Good afternoon! Welcome to our restaurant. How are you today?	—	Correct
2	Hello. Can I help you?	—	Correct

Figura 49. Reporte General por Escenario

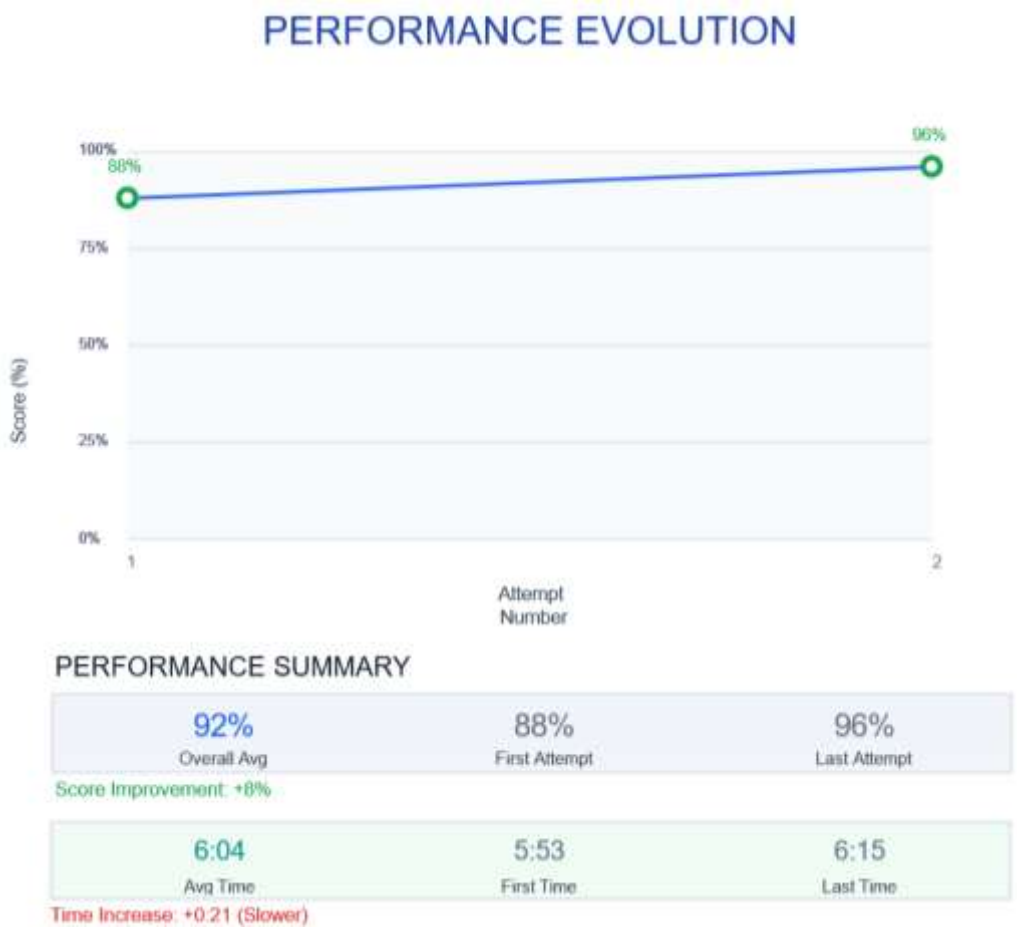


Figura 50. Gráficas y Resumen de Informe General por Escenario

3.2.1 Fase de Pruebas

En concordancia con los principios de la metodología XP, la validación continua del software es un requisito indispensable para garantizar la calidad y mitigar riesgos tecnológicos antes del despliegue.

Para asegurar que la plataforma de VR funcione sin interrupciones, se la sometió a pruebas unitarias y de integración.

Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias se enfocaron en validar el comportamiento individual de las funciones críticas de la lógica de la plataforma, asegurando que cada componente reaccione sin problemas a diferentes problemas como errores en la conexión a internet o la carga de los diferentes modelos 3D.

Para el entorno desarrollado en Godot, se utilizó el framework **GdUnit4**. El diseño de pruebas aplicó técnicas de *Mocking* (objetos simulados) para evaluar las siguientes clases principales:

- **Lógica de Red (database.gd):** Se creó una clase simulada (*MockDatabase*) que sobreescribe el método de peticiones HTTP. Esto permitió validar las funciones de autenticación (*login_success* y *login_failure*) interceptando la respuesta del servidor para verificar que el sistema asigne correctamente el JWT y el ID del usuario, o limpie los datos ante credenciales inválidas.

- **Comportamiento de NPCs (npc_base.gd):** Mediante la instanciación de un escenario simulado (*MockMall*), se evaluó que el personaje no jugable valide correctamente las banderas de estado (ej. *player_in_range, is_talking*). Se comprobó que el método asíncrono *start_dialogue* genere exitosamente un nuevo intento.

- **Interfaz de Diálogo (dialogue_ui.gd):** Se inyectaron datos de prueba (JSON simulados) para evaluar los algoritmos de progresión académica. Se constató que el sistema recupere el ID de la siguiente pregunta de forma precisa y que la función *get_current_progress* calcule los porcentajes de avance del estudiante.



Figura 51. Pruebas Unitarias

Pruebas de Integración

El objetivo de estas pruebas fue verificar la correcta comunicación asíncrona entre las distintas capas de la arquitectura y la sincronización de nodos dentro de Godot. A través de GdUnit4, se instanciaron escenas completas en memoria para validar flujos de comportamiento (End-to-End):

- **Escenarios Tridimensionales (Mall.tscn y Restaurant.tscn):** Se automatizó la instanciación de los escenarios para con el propósito de comprobar el flujo de los eventos. En el escenario *Mall*, se verificó que la visibilidad de los paneles de diálogo (*Viewports*) se alterne correctamente según el NPC interactuado, y que las coordenadas del jugador cambien con precisión matemática al activar zonas de teletransporte VR. En *Restaurant*, se validó el encadenamiento narrativo, asegurando que el nodo de un personaje inactivo despierte (cambiando su process_mode a INHERIT) solo tras completar la misión previa.

- **Panel Administrativo (AdminPanel.tscn):** Se simuló el comportamiento de un docente interactuando con la interfaz gráfica. Se verificó que, al seleccionar el perfil de un estudiante, la interfaz inyecte los datos correctamente y habilite los botones de exportación. Adicionalmente, se constató la apertura y el cierre efectivo del modal de reportes en PDF sin bloquear el hilo principal.

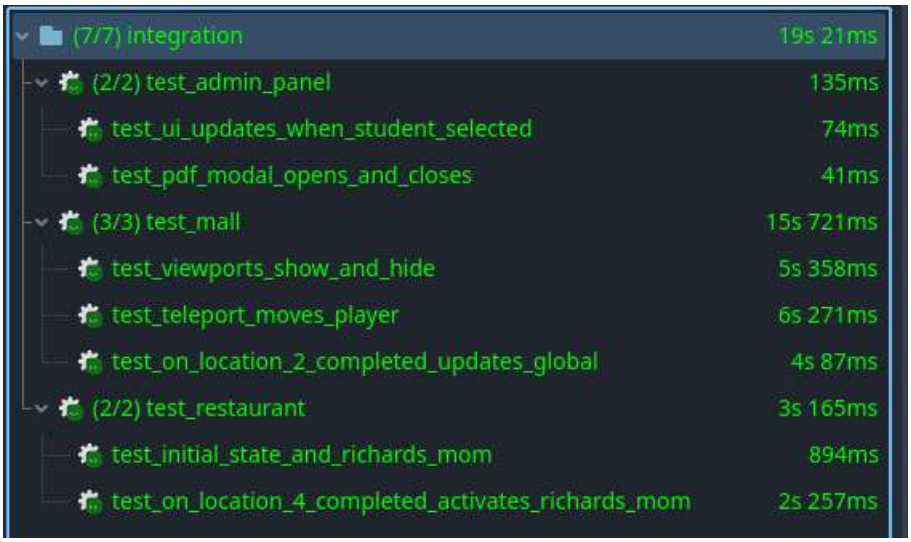


Figura 52. Pruebas de Integración

3.2.2 Fase de Lanzamiento

La fase de lanzamiento del sistema contempló el despliegue del software en un entorno controlado, pasando del entorno de desarrollo a su ejecución práctica en un aula física con estudiantes reales del nivel A1. Esta fase aseguró que la integración entre el entorno virtual, el hardware de realidad virtual y la infraestructura de datos funcionara de manera óptima y sincronizada.

Empaquetado y Exportación del Entorno Virtual

Para el despliegue del sistema, se procedió con la compilación del proyecto desarrollado en el motor Godot. Dado que el hardware disponible requería procesamiento local para mantener una tasa de cuadros estable y evitar latencia, el

sistema se exportó como un archivo ejecutable binario (.exe) optimizado para el sistema operativo Windows. En la configuración de exportación, se verificó la inclusión de todos los recursos gráficos y la correcta inicialización del plugin OpenXR, asegurando la compatibilidad inmediata entre la estación de trabajo y los visores de VR durante las sesiones en el aula.

Despliegue de la Infraestructura

Debido a que las pruebas de lanzamiento requerían centralizar la información generada en el aula de clases, el proceso de despliegue del backend se realizó en un servidor dedicado de la siguiente manera:

- **Base de Datos:** Se alojó el servidor de PostgreSQL en el entorno del servidor. El acceso y la persistencia de la información se gestionaron mediante una instancia de base de datos centralizada. Antes de iniciar las pruebas, se utilizaron las herramientas de gestión de DBeaver mediante conexión remota para ejecutar los scripts de migración y realizar la limpieza de tablas de prueba, dejando el esquema relacional listo para registrar el progreso real de los estudiantes.

- **Middleware y Lógica de Negocio:** El API desarrollado en Express se desplegó y ejecutó en el servidor. Este servicio actuó como puente de comunicación, exponiendo los endpoints necesarios para recibir la telemetría enviada por el archivo .exe (como puntajes, interacciones con los NPCs y tiempos de respuesta) e insertarla de manera eficiente en la base de datos central para su posterior análisis.

Ejecución y Pruebas de Campo en el Aula

El lanzamiento se validó mediante sesiones presenciales donde la computadora principal funcionó como estación de ejecución y servidor central simultáneamente. Mientras el estudiante interactuaba de forma inmersiva con el entorno 3D, el sistema

procesaba las opciones elegidas y el backend registraba en tiempo real cada evento generado en servidor. Este despliegue permitió verificar la estabilidad del motor gráfico en condiciones de uso continuo en un entorno académico real.

Como resultado de estas pruebas de campo, se evidenció una mejora significativa en el rendimiento académico, donde los estudiantes incrementaron su puntaje en un promedio de 3 puntos. Adicionalmente, se registró una reducción del 40 % en el tiempo de ejecución de las evaluaciones en comparación con las pruebas realizadas bajo la metodología tradicional.



Figura 53. Lanzamiento del Sistema

3.2.3 Aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

Esta sección presenta los resultados de la aplicación del TAM a los usuarios principales del sistema: estudiantes de diversas carreras de la UTA evaluando el nivel A1 de inglés. No basta con haber desarrollado un entorno inmersivo técnicamente robusto en Godot; es fundamental validar si los usuarios perciben la herramienta como útil para mejorar sus destrezas comunicativas y fácil de utilizar mediante los visores VR. La evaluación a través del TAM permite medir la aceptación de la solución propuesta, garantizando que la innovación tecnológica se traduzca en una adopción

real y práctica en el ámbito académico. Los instrumentos de recolección de datos aplicados a estudiantes y expertos se detallan en el (Anexo C) y (Anexo D), respectivamente.

Evaluación de Usuarios

Perfil demográfico de los usuarios

La evaluación del sistema se realizó con una muestra de 28 estudiantes pertenecientes a la UTA. La diversidad de la muestra permitió obtener retroalimentación desde diferentes perfiles técnicos y no técnicos. Entre las carreras participantes destacan estudiantes de Tecnologías de la Información, Software, Medicina, Laboratorio Clínico, Veterinaria, Turismo, y Arquitectura. Esto garantiza una evaluación heterogénea sobre la curva de aprendizaje de la VR.

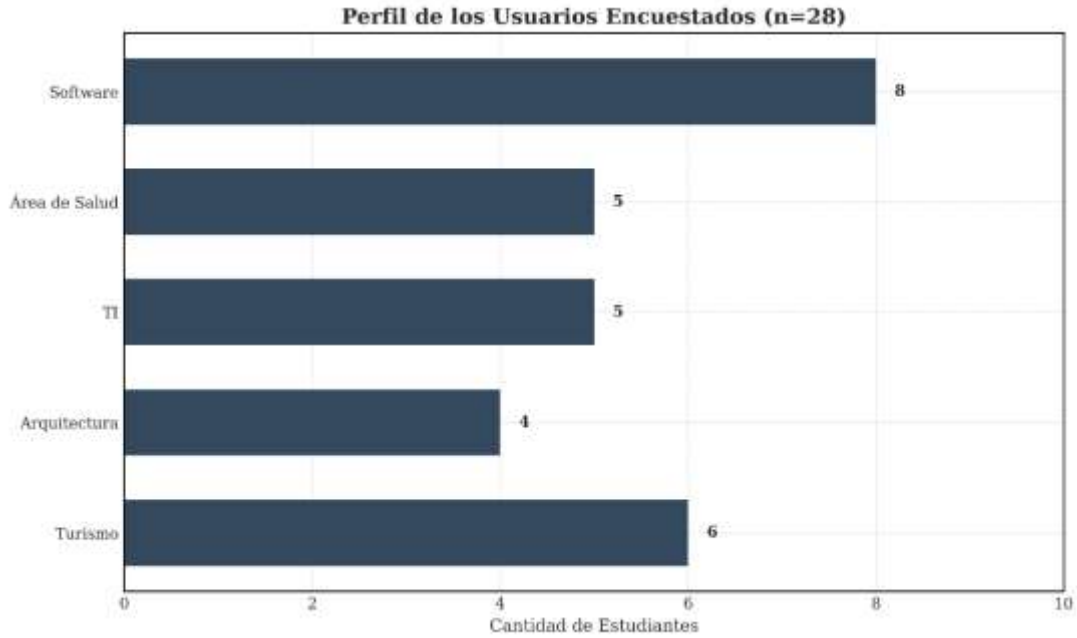


Figura 54. Carreras de Estudiantes Encuestados

Análisis de Utilidad Percibida (PU)

Estas preguntas buscan conocer si el usuario considera que la interacción en el entorno virtual aporta valor real y agiliza su aprendizaje del idioma inglés. Se evaluó mediante una escala de Likert (1-Totalmente en desacuerdo a 5-Totalmente de acuerdo) los siguientes ítems:

1. El sistema me ayuda a aprender vocabulario básico en inglés.
2. Me permite practicar situaciones reales (saludos, compras, etc.).
3. Mejora mi comprensión escrita y competencia conversacional.
4. Aprendo inglés más rápido usando la realidad virtual.
5. El sistema es útil para mi aprendizaje de inglés A1.

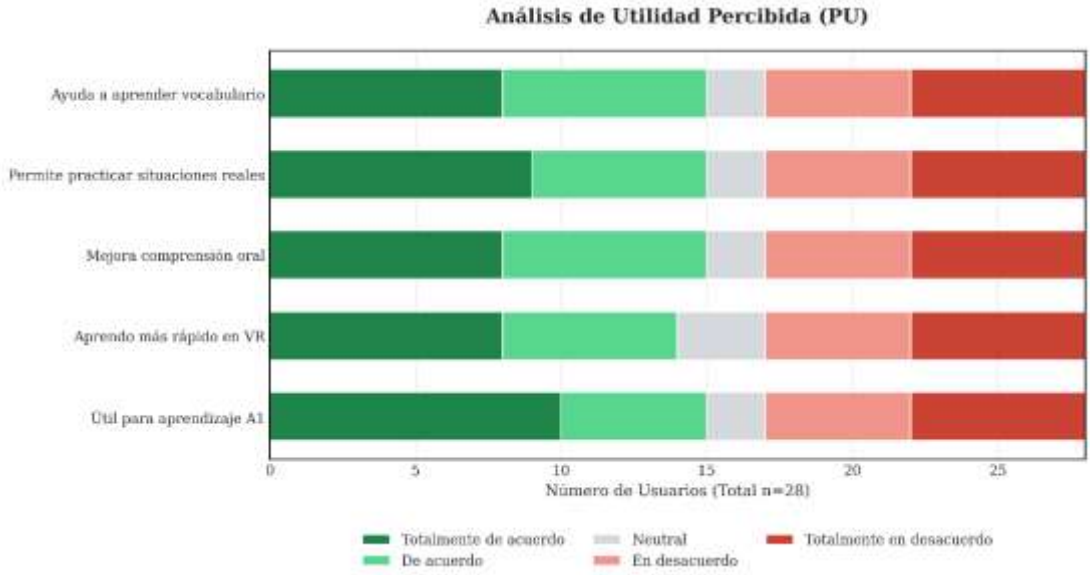


Figura 55. Gráfico del Análisis de Utilidad Percibida

Análisis de la Facilidad de Uso Percibida (PEOU)

Este apartado evalúa cuán comprensible e intuitiva le resulta la navegación en Realidad Virtual y el nivel de esfuerzo necesario para usar los controles y moverse en el entorno 3D. Las métricas evaluadas fueron:

1. Me resulta fácil aprender a usar el sistema de realidad virtual.
2. Puedo moverme por el entorno virtual sin dificultad.
3. Las instrucciones del sistema son claras y comprensibles.
4. No necesito ayuda constante para usar el sistema.
5. El uso del sistema no me resulta complicado.

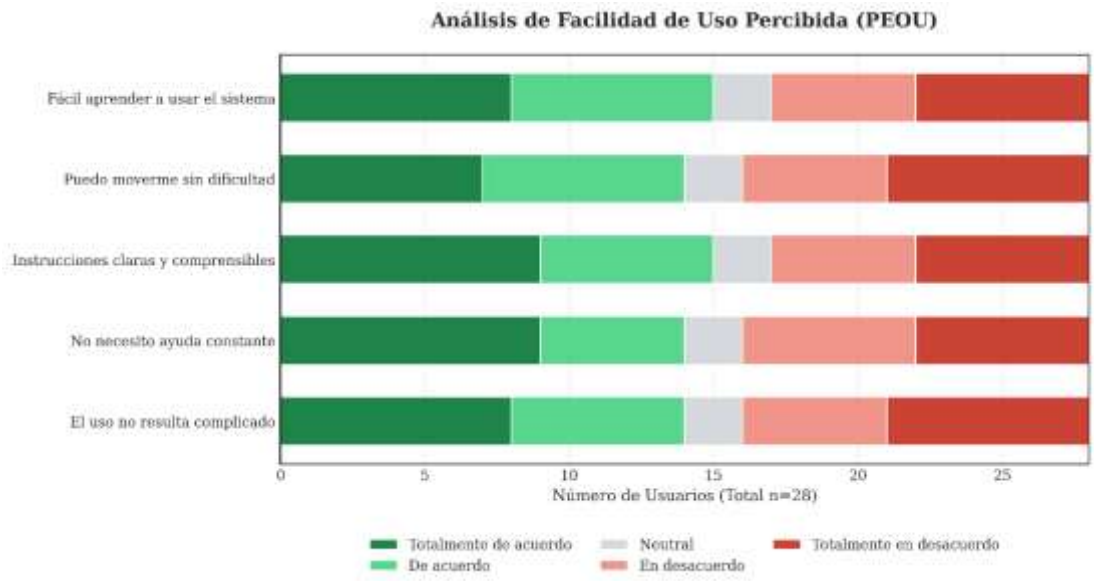


Figura 56. Gráfico del Análisis de Facilidad de Uso Percibida

Análisis Cualitativo de la Experiencia de Usuario

Para complementar el modelo cuantitativo, se integraron preguntas de respuesta abierta enfocadas en la percepción directa y el confort. Las preguntas abiertas evaluadas fueron:

1. ¿Qué es lo que más te ha gustado del sistema de realidad virtual?
2. ¿Qué mejorarías del sistema? Las respuestas permitieron identificar que el nivel de inmersión y la novedad tecnológica son los aspectos más atractivos, mientras que el control del brillo, los colores fuertes y la agilidad de los avatares son los principales puntos de mejora técnica requeridos.

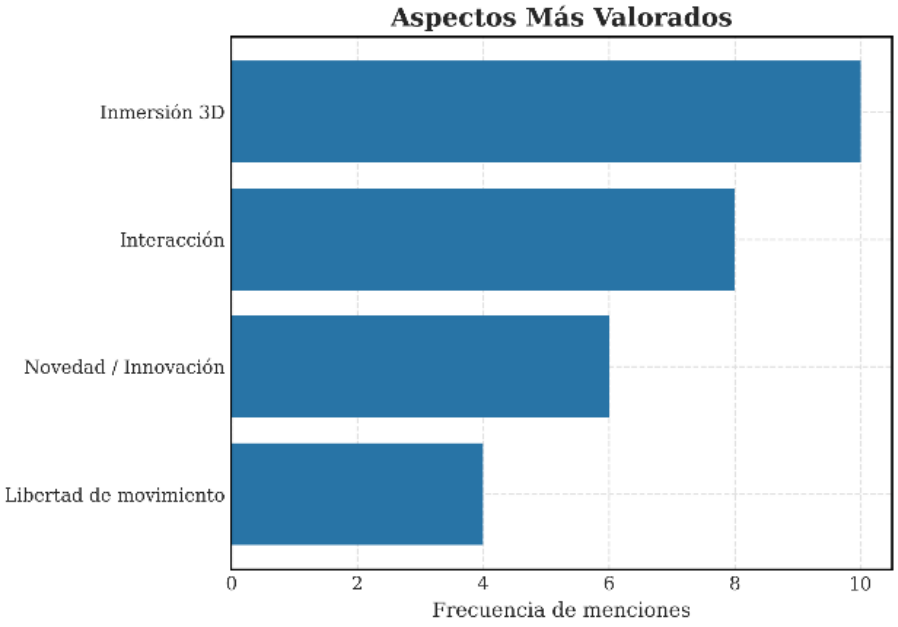


Figura 57. Gráfico de Aspectos Más Valorados

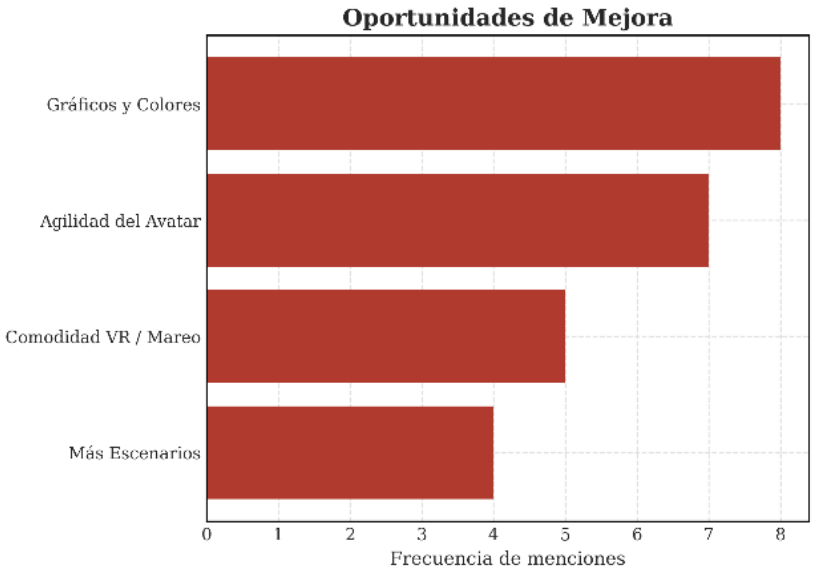


Figura 58. Gráfico de Oportunidades de Mejora

Análisis de Actitud e Intención de Uso (ATT e IU)

Este apartado mide los sentimientos generales sobre la adopción del simulador y si existe una intención real de incorporarlo como herramienta de estudio frecuente. Los ítems evaluados fueron:

Actitud hacia el uso (ATT):

1. Me gusta aprender inglés usando realidad virtual.
2. Aprender con este sistema me resulta motivador.
3. El aprendizaje con realidad virtual es interesante.
4. Me siento cómodo/a usando este sistema en clase.

Intención de uso (IU):

1. Me gustaría seguir utilizando este sistema para aprender inglés.
2. Usaría este sistema en futuras clases de inglés.
3. Recomendaría este sistema a otros compañeros/as.
4. Me gustaría que se utilizara más la realidad virtual en el aula.

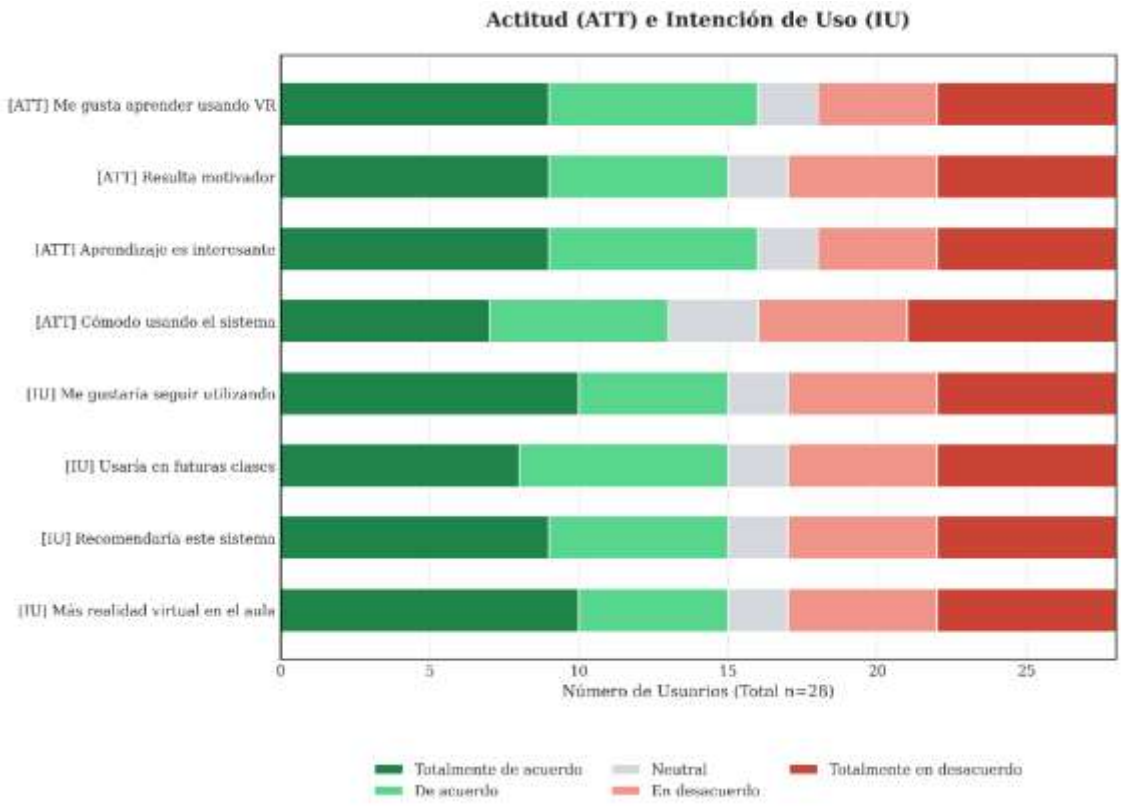


Figura 59. Gráfico de ATT e IU

Evaluación Por Expertos

Perfil profesional de los expertos

La validación pedagógica y técnica del sistema fue realizada por un panel de 3 docentes pertenecientes al Centro de Idiomas y 1 docente perteneciente a la carrera de Software. En cuanto a su experiencia profesional, el (100 %) posee entre 6 a 10 años de experiencia. Esto asegura que los expertos conozcan las metodologías de enseñanza.

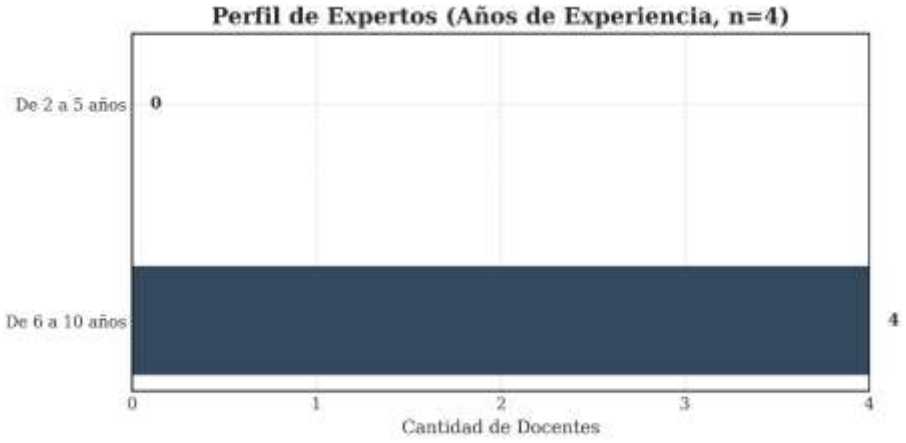


Figura 60. Años de Experiencia de Expertos Encuestados

Análisis de Utilidad Percibida y Valor Pedagógico (PU)

Estas preguntas buscan conocer si los docentes consideran que la plataforma aporta un valor pedagógico real para el aprendizaje del idioma inglés en el nivel A1. Se evaluó mediante una escala de Likert (1-Totalmente en desacuerdo a 5-Totalmente de acuerdo) los siguientes ítems:

1. El sistema representa una herramienta de apoyo efectiva para la enseñanza y práctica del inglés en el nivel A1.

2. Las métricas mostradas en los reportes proporcionan información valiosa y precisa sobre la evolución del estudiante.

3. La mecánica del simulador evalúa adecuadamente la comprensión del alumno.

4. El entorno inmersivo ayuda a dinamizar el trabajo autónomo del alumno y optimizar las horas de práctica

5. La retroalimentación inmediata dentro del entorno VR es una estrategia pedagógica acertada.

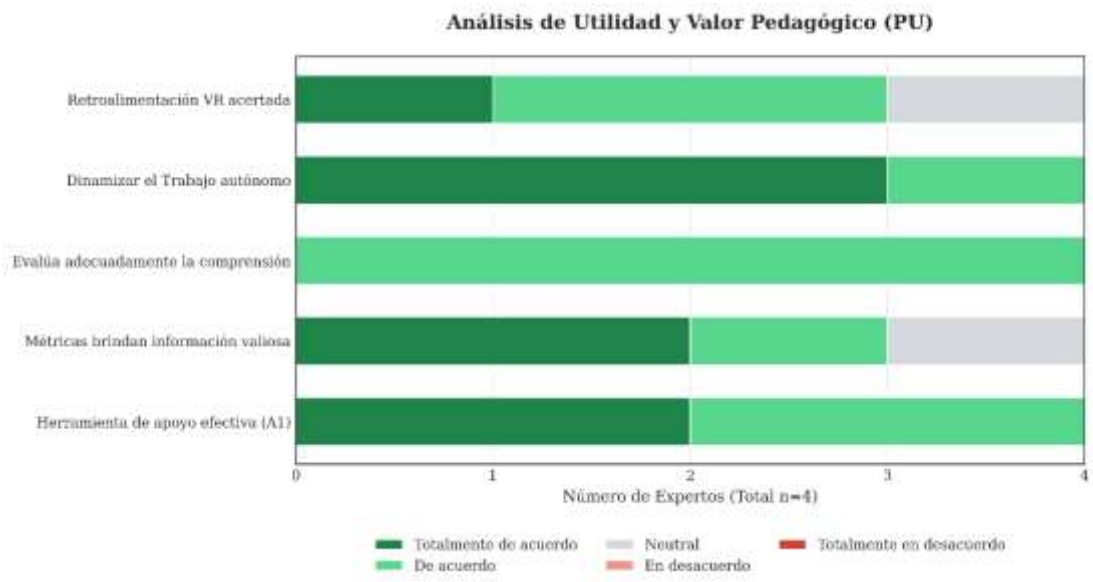


Figura 61. Gráfico del Análisis de Utilidad Percibida por Expertos

Análisis de la Facilidad de Uso Percibida (PEOU)

Este apartado evalúa la percepción de los expertos sobre la usabilidad de la plataforma, tanto desde la administración docente (Dashboard) como desde la asimilación general de la lógica VR. Las métricas evaluadas fueron:

1. El panel de administración (Dashboard Docente) presenta una interfaz intuitiva y fácil de navegar.

2. El proceso para consultar a los estudiantes y generar los reportes es claro y directo.

3. La lógica de interacción en la realidad virtual es comprensible para los estudiantes.

4. Considero que un docente no requeriría una capacitación técnica extensa para operar el sistema.

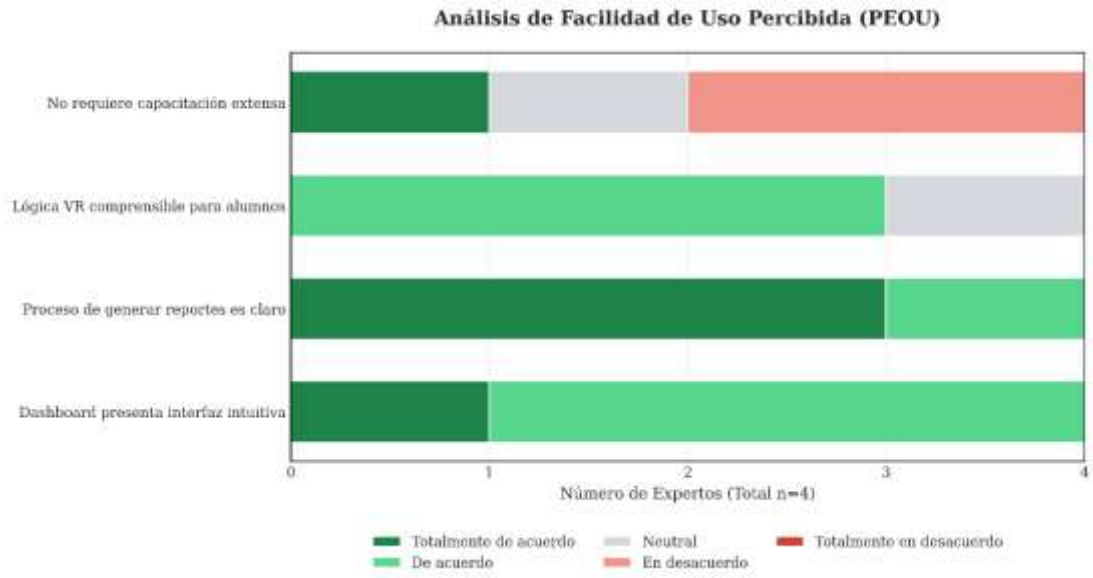


Figura 62. Gráfico del Análisis de Facilidad de Uso Percibida por Expertos

Análisis de Actitud e Intención de Uso (ATT e IU)

Este apartado mide la disposición de los docentes para integrar y adoptar formalmente la plataforma como una herramienta complementaria dentro del programa académico. Los ítems evaluados fueron:

1. Considero que la integración de esta tecnología enriquece las metodologías de enseñanza actuales.

2. Estaría dispuesto/a a utilizar los reportes generados por este sistema como insumo válido para calificación.

3. Incorporaría el uso de este simulador de realidad virtual como material de práctica complementaria.

4. Recomendaría la adopción oficial de esta plataforma en las aulas del Centro de Idiomas.

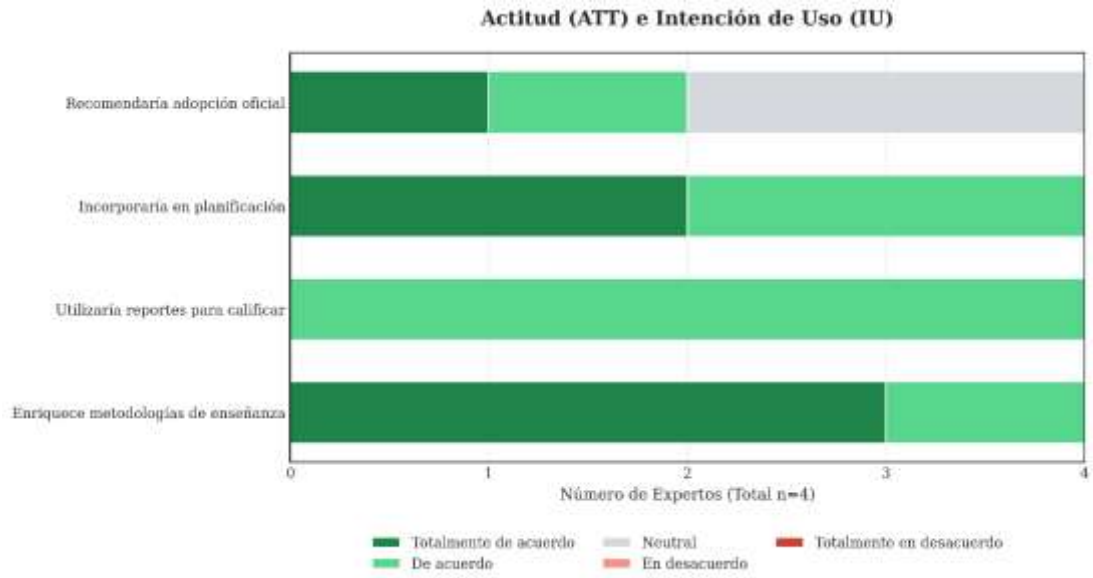


Figura 63. Gráfico de Actitud e Intención de Uso (Expertos)

3.2.4 Resultados

Recolección de Requerimientos y Necesidades Académicas/Tecnológicas

Para entender los problemas reales que enfrentan los estudiantes con el idioma, se realizó un diagnóstico en el Centro de Idiomas. Esto permitió identificar qué factores bloquean su aprendizaje y qué requisitos debe cumplir la plataforma para que sea funcional y resuelva el problema de raíz.

Tabla 37. Resumen Necesidades Académicas y Tecnológicas

Dimensión Evaluada	**Indicador General Obtenido**	**Requisito Técnico Derivado**
Necesidad Académica	89.2 % de estudiantes requiere entornos alternativos de práctica individuales.	Diseño de un entorno simulado de un solo jugador para ejecución de práctica autónoma.
Necesidad Tecnológica	96.4 % de estudiantes demanda la integración de herramientas tridimensionales inmersivas.	Desarrollo de la plataforma sobre un motor gráfico 3D compatible con el estándar OpenXR.
Necesidad Docente	100 % de los expertos (4/4) requiere mecanismos de control y seguimiento de calificaciones.	Implementación de una base de datos centralizada con un panel de administración (Dashboard) analítico.

Los datos del diagnóstico confirman que la principal necesidad académica identificada radica en la optimización de los espacios de práctica individual, donde el 89.2 % de

los alumnos requiere entornos alternativos al aula convencional. En el ámbito tecnológico, existe una alta demanda institucional (96.4 %) orientada a la adopción de herramientas tridimensionales inmersivas, lo que justificó el uso de un motor gráfico parametrizado a un mínimo de 60 FPS estables. Finalmente, para cubrir la necesidad docente identificada por el 100 % de los expertos, se integró un backend con persistencia de datos relacional que automatiza la generación de reportes y centraliza el control de los intentos y evaluaciones de los estudiantes.

Implementación de la Plataforma de VR

Una vez definidos los requisitos, se programó la plataforma dividiendo el trabajo en dos grandes bloques conectados entre sí: el entorno en realidad virtual donde interactúa el estudiante y un sistema en segundo plano que procesa y guarda todo lo que ocurre en la simulación.

Tabla 38. Resumen de Implementación del sistema

Módulo de la Arquitectura	**Tecnología Utilizada**	**Función Principal en la Plataforma**
Entorno Inmersivo (Frontend)	Godot Engine 4.5 + OpenXR	Renderizado 3D, físicas y gestión de colisiones del visor VR.
Lógica de Evaluación	Árboles de diálogo	Mecánicas de selección de opciones para evaluar vocabulario, lectura y comprensión auditiva.
Backend y API RESTful	Node.js / Express	Procesamiento, enrutamiento de la telemetría en tiempo real y seguridad.
Base de Datos (Persistencia)	PostgreSQL	Almacenamiento relacional de métricas, intentos y reportes.

Tabla 39. Resultados del Rendimiento en Pruebas de Campo

Variable / Indicador Evaluado	**Resultado Cuantitativo**	**Impacto Técnico / Pedagógico**
Rendimiento Académico Estudiantil	Incremento promedio de +3 puntos	Evidencia una mayor asimilación del idioma A1 y retención de vocabulario mediante el entorno interactivo.
Eficiencia en el Tiempo de Evaluación	Reducción del 40 % en tiempo de ejecución	Optimización operativa del flujo de evaluación en el aula frente al método tradicional.
Estabilidad del Despliegue en Campo	Servidor y cliente concurrentes en estación local	Verificación del motor gráfico y procesamiento de opciones.

La integración de la infraestructura de software (Tabla 38) con las pruebas de campo realizadas (Tabla 39) demuestra un rendimiento operativo óptimo de la arquitectura. Los resultados al momento de realizar las pruebas de campo fueron la reduciendo en un 40 % de los tiempos de evaluación, y el incremento +3 en la evaluación en comparación de la forma tradicional.

Análisis de Aceptación del Sistema (Modelo TAM)

Para comprobar si la plataforma realmente funciona en un escenario educativo, se llevaron a cabo pruebas prácticas con alumnos y profesores. Utilizando el Modelo TAM, se evaluó si el sistema les resultó útil, si tuvieron dificultades técnicas al manejar los visores VR y si existe un interés real por incorporar esta herramienta a las clases regulares.

Tabla 40. Resumen de TAM

Dimensión TAM	**Percepción Estudiantil (N=28)**	**Percepción Panel de Expertos (N=4)**
Utilidad Percibida (PU)	Alta. Aumenta la motivación, agiliza el vocabulario y fomenta interés.	Alta. Valida la optimización operativa de las prácticas.
Facilidad de Uso (PEOU)	Media-Alta. Curva de aprendizaje inicial en el uso de los mandos VR.	Alta. Dashboard administrativo calificado como intuitivo y directo.
Oportunidades de Mejora	Ajuste de colores fuertes, control de brillo y agilidad de avatares.	Ninguna crítica estructural a nivel de interfaz de reportes.
Intención de Uso (IU)	Positiva. Fuerte deseo de utilizar el sistema en futuras clases (92.8 %).	Positiva. Disposición total para usar los reportes como calificación oficial.

El análisis del Modelo TAM valida la viabilidad del sistema en el entorno escolar, destacando una sólida Utilidad Percibida debido a la dinamización de las prácticas individuales autónomas y una Intención de Uso favorable del 92.8 % en los estudiantes. Si bien la Facilidad de Uso inicial registró una percepción media-alta por la adaptación a los mandos físicos de los visores y la necesidad de afinar parámetros visuales en el motor gráfico, la aprobación unánime de los docentes confirma que el panel de administración cumple con las condiciones técnicas necesarias para una incorporación formal al sílabo de la materia.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a estudiantes y docentes, se recolectaron los requerimientos de las necesidades académicas y tecnológicas indispensables para el aprendizaje del inglés nivel A1. En el ámbito académico, se determinó la urgencia de entornos de práctica individuales que optimicen la participación activa (identificada como una necesidad por el 89.2 % de los alumnos), promoviendo el aprendizaje situado en escenarios cotidianos y entregando retroalimentación inmediata mediante escucha interactiva. En el aspecto tecnológico, se constató una disposición del 96.4 % para el uso de inmersión en realidad virtual, estableciendo como requisitos mandatorios la persistencia de datos para el monitoreo docente y una optimización técnica mínima de 60 FPS para garantizar la estabilidad del sistema y prevenir la fatiga visual.

- La integración de Godot Engine y OpenXR permitió construir una experiencia de realidad virtual fluida y adaptada al nivel A1. Al sincronizar el simulador con un backend en Express y PostgreSQL, se garantizó que el registro de datos no afectara los FPS del visor, cuidando la experiencia del usuario. Las pruebas de campo confirmaron que la plataforma cumple su objetivo didáctico y operativo: redujo un 40% el tiempo dedicado a las evaluaciones y generó un impacto positivo en el aprendizaje, con un incremento promedio de 3 puntos en las notas de los estudiantes frente al modelo tradicional.

- El análisis de aceptación del sistema mediante el Modelo TAM determinó un alto nivel de validación en ambos grupos de usuarios. La muestra de 28 estudiantes confirmó una excelente Utilidad Percibida para el aprendizaje de vocabulario y la motivación, identificando áreas de mejora técnica en la Facilidad de Uso respecto al control del brillo, la intensidad de los colores y la agilidad de los avatares. Por su parte, la validación del panel de 4 expertos bajo el mismo modelo TAM confirmó la Utilidad y Valor Pedagógico de la

plataforma para dinamizar el trabajo autónomo del alumno, calificando la Facilidad de Uso de la interfaz del Dashboard Docente como intuitiva para la consulta de reportes y manifestando una total disposición para adoptar la plataforma dentro de sus metodologías de calificación oficial.

- La integración de VR en el contexto académico demuestra ser una alternativa viable que complementa el método tradicional de enseñanza del idioma inglés. La interactividad de la plataforma fomenta una actitud positiva hacia la adopción tecnológica en la educación superior, evidenciando que un entorno dinámico basado en la toma de decisiones incrementa la disposición al autoaprendizaje por parte de los estudiantes. Además, ofrece una nueva forma para afrontar las limitaciones de tiempo y espacio del aula tradicional.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda calibrar detalladamente el equipo de VR antes de cada sesión de uso, verificando la precisión de los sensores de movimiento y del visor. Asimismo, se debe mantener un control estricto sobre la carga de los mandos inalámbricos para evitar interrupciones imprevistas durante la ejecución de las prácticas estudiantiles.

- Es fundamental mantener actualizadas de forma periódica las dependencias del software y el firmware de los visores de VR para evitar errores de compatibilidad. De igual manera, se sugiere asegurar la actualización constante de los controladores (drivers) de la tarjeta gráfica del computador, convirtiendo la estabilidad de los fotogramas en una constante dentro del entorno interactivo.

- Se sugiere que el servidor donde se encuentra alojada la arquitectura del backend y la base de datos cuente con una política automatizada de copias de seguridad (backups) periódicas. Esto garantizará contar con un respaldo de los datos ante cualquier contrariedad, protegiendo la integridad del historial académico de los alumnos.

- Se recomienda adaptar la configuración de entrada y renderizado del entorno interactivo en Godot para que sea compatible con diferentes tipos de gafas de realidad virtual del mercado. Esto evitará que el sistema sea de uso exclusivo para los visores HTC Vive Pro 2, dotando a la plataforma de una mayor versatilidad para su despliegue en diversas instituciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] EF Education First, "EF English Proficiency Index 2024," 2024, *EF Education First Ltd*. [Online]. Available: https://www.ef.com.ec/epi/

[2] M. I. Vanegas Pesántez and others, "Metodologías y Enfoques Didácticos en la Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera en la Educación Ecuatoriana," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2024, doi: 10.37811/cl_rcm.v8i1.10272.

[3] M. J. Lascano Pérez and others, "Estrategia de enseñanza Think-Pairs-Share (TPS) en el desarrollo de la habilidad del habla," *ConcienciaDigital*, vol. 6, no. 1.4, 2023, doi: 10.33262/concienciadigital.v6i1.4.2039.

[4] R. Kaplan-Rakowski and others, "The impact of high-immersion virtual reality on foreign language anxiety," *Smart Learning Environments*, 2023, doi: 10.1186/s40561-023-00263-9.

[5] J. Li and others, "The effects of immersion in virtual reality environment on oral English learning for Chinese university students," *Education and Lifelong Development Research*, 2024, doi: 10.46690/elder.2024.01.02.

[6] Q. Wu and others, "Virtual Simulation in Undergraduate Medical Education: A Scoping Review of Recent Practice," *Front. Med. (Lausanne).*, 2022, doi: 10.3389/fmed.2022.855403.

[7] C. Hua and J. Wang, "Virtual reality-assisted language learning: A follow-up review (2018–2022)," *Front. Psychol.*, vol. 14, 2023, doi: 10.3389/fpsyg.2023.1153642.

[8] M. Zhang, H. Hashim, and M. M. Yunus, "Analyzing and comparing augmented reality and virtual reality assisted vocabulary learning: a systematic review," *Front. Virtual Real.*, vol. 6, 2025, doi: 10.3389/frvir.2025.1522380.

[9] I. Schorr, D. A. Plecher, C. Eichhorn, and G. Klinker, "Foreign language learning using augmented reality environments: a systematic review," *Front. Virtual Real.*, vol. 5, 2024, doi: 10.3389/frvir.2024.1288824.

[10] W. Yan, V. L. Lowell, and L. Yang, “Developing English language learners’ speaking skills through applying a situated learning approach in VR-enhanced learning experiences,” *Virtual Real.*, vol. 28, no. 1, p. 167, 2024, doi: 10.1007/s10055-024-01061-5.

[11] Y. Xie, Y. Liu, F. Zhang, and P. Zhou, “Virtual Reality-Integrated Immersion-Based Teaching to English Language Learning Outcome,” *Front. Psychol.*, vol. 12, 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2021.767363.

[12] T. Su and L. P. Rue, “The analysis of English language teaching with machine translation based on virtual reality technology,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-00592-4.

[13] A. K. Robles Juárez and A. E. Cango Patiño, “Gamified-Learning on Enhancing English Speaking Skills Among A1 Learners at FineTuned English Language Institute,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 9, no. 2, pp. 407–422, 2025, doi: 10.37811/cl_rcm.v9i2.

[14] Godot Foundation, “Godot Engine 4.0 Documentation,” 2024. [Online]. Available: https://docs.godotengine.org/

[15] Blender Foundation, “Blender 4.0 Manual,” 2024. [Online]. Available: https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/history.html

[16] S. K. Nangunori, “Database-Driven Adaptive Learning: A Systematic Analysis of AI Integration in Educational Personalization,” *International Journal of Frontiers in Research Education*, 2024, doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i06.31498.

[17] D. Amo and others, “Local Technology to Enhance Data Privacy and Security in Educational Technology,” *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2021, doi: 10.9781/ijimai.2021.11.006.

[18] H. Elbadawy and others, “Implementation of Virtual Reality Technology in Architecture Field, and Education: A Review,” *Archives of Computational Methods in Engineering*, 2025, doi: 10.1007/s11831-025-10225-8.

[19] M. Tavakol and R. Dennick, “Making sense of Cronbach’s alpha,” *Int. J. Med. Educ.*, vol. 2, pp. 53–55, 2011, doi: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd.

[20] S. Hosseini, “Xcrum: A Synergistic Approach Integrating Extreme Programming with Scrum,” *arXiv preprint arXiv:2310.03248*, 2023, [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2310.03248

[21] X. Liu, Z. Xie, and S. Jiang, “Personalized Non-Player Characters: A Framework for Character-Consistent Dialogue Generation,” *AI*, vol. 6, no. 5, 2025, doi: 10.3309/ai6050093.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de Validación de Necesidades: Aprendizaje de Inglés Nivel A1 mediante VR

Escribe tu nombre y selecciona acorde a la escala de likert.

Nombre: _____

Para las siguientes afirmaciones, use la escala:

(1) Totalmente en desacuerdo

(2) En desacuerdo

(3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo

(4) De acuerdo

(5) Totalmente de acuerdo

1. **Considero que aprender el idioma inglés es difícil para mí.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

2. **Siento ansiedad o temor a equivocarme al momento de tener que utilizar el idioma inglés en clase.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

3. **Considero que me falta exposición a contextos reales y cotidianos para practicar el idioma inglés.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

4. **Siento que las oportunidades para practicar el idioma de forma individual e interactiva son limitadas.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

5. **Me gustaría utilizar nuevas herramientas tecnológicas para facilitar mi aprendizaje del idioma inglés.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

6. **Considero útil contar con una herramienta tecnológica inmersiva para practicar el idioma fuera del aula.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

7. **Creo que interactuar en un entorno virtual 3D me ayudaría a mejorar mi dominio general del idioma inglés.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

8. **Estaría dispuesto a utilizar una plataforma de Realidad Virtual para potenciar mis habilidades en el idioma.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

9. **Si el Centro de Idiomas me proporciona el acceso, utilizaría frecuentemente este tipo de plataforma de Realidad Virtual.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

10. **¿En qué aspecto general se te hace más difícil aprender el idioma inglés? (Ejemplo: gramática, pronunciación, entender lo que escucho, etc.)**

Anexo 2. Entrevista de Validación de Necesidades: Aprendizaje de Inglés Nivel A1 mediante VR

1. **¿Cuáles son las principales dificultades en speaking y listening del nivel A1?**

2. **¿Qué situaciones de la vida real considera más urgentes simular?**

3. **¿Cómo evalúa actualmente la pronunciación de los estudiantes?**
4. **¿Qué tipo de retroalimentación (feedback) debería dar el sistema VR?**
5. **¿Cuánto tiempo considera adecuado para una sesión inmersiva?**
6. **¿Qué métricas le gustaría visualizar como docente para el seguimiento?**
7. **¿Cómo debería manejar el sistema la frustración ante los errores?**
8. **¿Qué nivel de interactividad espera de los avatares (NPCs)?**
9. **¿Considera necesario integrar un sistema interactivo basado en la toma de decisiones?**
10. **¿Prefiere escenarios guiados o de exploración libre?**

Anexo 3. Cuestionario De Evaluación Del Sistema (Modelo TAM)

Este instrumento se aplica a los estudiantes de nivel A1 que han interactuado con la plataforma VR. Su objetivo es evaluar la aceptación tecnológica y la experiencia de usuario del entorno de realidad virtual.

I. Consentimiento Informado

Buenos días/tardes. Esta encuesta forma parte de una investigación de la Universidad Técnica de Ambato sobre el aprendizaje de inglés nivel A1 mediante entornos de realidad virtual.

Propósito: Evaluar la facilidad de uso, utilidad y la experiencia general al utilizar la plataforma de VR.

Duración: Aproximadamente 5-10 minutos.

Garantías Éticas:

- Su participación es totalmente voluntaria.

- Las respuestas serán tratadas de forma confidencial.
- Se utilizarán exclusivamente con fines académicos y de investigación.

¿Desea continuar y participar en esta encuesta?

- [ ] Sí, acepto participar
- [ ] No, prefiero no participar
- (Si seleccionó "No", agradecemos su consideración. Puede retornar la encuesta).

II. Información del Participante

Dirección de correo electrónico: _____

Apellidos y Nombres: _____

Número de Cédula: _____

Edad: _____

Género:

- [ ] Masculino
- [ ] Femenino
- [ ] Otro

Etnia: _____

Ciudad donde vive: _____

Carrera que estudia en la UTA: _____

III. Evaluación del Sistema (Escala Likert)

Para las siguientes afirmaciones, use la escala:

(1) Totalmente en desacuerdo

(2) En desacuerdo

(3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo

(4) De acuerdo

(5) Totalmente de acuerdo

Facilidad de Uso Percibida (El sistema es fácil de usar)

1. **Me resulta fácil aprender a usar el sistema de realidad virtual**

   (1) (2) (3) (4) (5)

2. **Puedo moverme por el entorno virtual sin dificultad.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

3. **Las instrucciones del sistema son claras y comprensibles.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

4. **No necesito ayuda constante para usar el sistema.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

5. **El uso del sistema no me resulta complicado.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

Utilidad Percibida (El sistema me ayuda a aprender inglés)

6. **El sistema me ayuda a aprender vocabulario básico en inglés.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

7. **Me permite practicar situaciones reales (saludos, compras, etc.).**

   (1) (2) (3) (4) (5)

8. **Mejora mi comprensión escrita y oral en inglés.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

9. **Aprendo inglés más rápido usando la realidad virtual.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

10. **El sistema es útil para mi aprendizaje de inglés A1.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

Actitud Hacia el Uso (Me gusta usar el sistema)

11. **Me gusta aprender inglés usando realidad virtual.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

12. **Aprender con este sistema me resulta motivador.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

13. **El aprendizaje con realidad virtual es interesante.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

14. **Me siento cómodo/a usando este sistema en clase.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

Intención de Uso (Quiero seguir usando el sistema)

15. Me gustaría seguir utilizando este sistema para aprender inglés.

(1) (2) (3) (4) (5)

16. Usaría este sistema en futuras clases de inglés.

(1) (2) (3) (4) (5)

17. Recomendaría este sistema a otros compañeros/as.

(1) (2) (3) (4) (5)

18. Me gustaría que se utilizara más la realidad virtual en el aula.

(1) (2) (3) (4) (5)

IV. Preguntas Abiertas

19. ¿Qué es lo que más te ha gustado del sistema de realidad virtual?

20. ¿Qué mejorarías del sistema?

Anexo 4. Cuestionario De Evaluación Del Sistema Por Expertos (Modelo TAM)

Validación de Expertos: Evaluación del Sistema VR (Modelo TAM)

Este instrumento está dirigido a docentes de inglés, expertos en pedagogía y evaluadores de proyectos tecnológicos. Su objetivo es validar la aceptación tecnológica (Modelo TAM), la utilidad pedagógica y la usabilidad del entorno de realidad virtual y su panel de administración docente.

Sus respuestas serán tratadas con absoluta confidencialidad y utilizadas exclusivamente para la validación de esta investigación en la Universidad Técnica de Ambato.

SECCIÓN 1: Información del Experto

Apellidos y Nombres: _____

Años de experiencia profesional:

- Menos de 2 años
- De 2 a 5 años
- De 6 a 10 años
- Más de 10 años

SECCIÓN 2: Instrucciones de Evaluación

Para las siguientes secciones, evalúe las afirmaciones utilizando la siguiente escala: 1 = Totalmente en desacuerdo 2 = En desacuerdo 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4 = De acuerdo 5 = Totalmente de acuerdo

SECCIÓN 3: Facilidad de Uso Percibida (Panel Docente y Entorno VR)

Evalúa qué tan intuitiva resulta la herramienta desde la perspectiva de administración y monitoreo.

1. **El panel de administración (Dashboard Docente) presenta una interfaz intuitiva y fácil de navegar.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

2. **El proceso para consultar a los estudiantes y generar los reportes de rendimiento (por intento o generales) es claro y directo.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

3. **La lógica de interacción en la realidad virtual (uso de controles para movimiento, selección e interacción con NPCs) es comprensible para los estudiantes.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

4. **Considero que un docente no requeriría una capacitación técnica extensa para operar el sistema y extraer las calificaciones.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

SECCIÓN 4: Utilidad Percibida (Valor Pedagógico y Técnico)

Evalúa el impacto del sistema como herramienta de apoyo para el aprendizaje del idioma.

5. **El sistema representa una herramienta de apoyo efectiva para la enseñanza y práctica del inglés en el nivel A1.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

6. **Las métricas mostradas en los reportes (aciertos, errores y puntajes por escenario) proporcionan información valiosa y precisa sobre la evolución del estudiante.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

7. **La mecánica del simulador, basada en la toma de decisiones y selección de respuestas ante los NPCs, evalúa adecuadamente la comprensión del alumno.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

8. **El entorno inmersivo ayuda a reducir los nervios que los estudiantes suelen enfrentar en clases tradicionales.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

SECCIÓN 5: Actitud Hacia el Uso y Diseño

Evalúa la percepción profesional sobre la arquitectura y metodología del proyecto.

9. **La retroalimentación inmediata dentro del entorno VR (alertas visuales / códigos de colores) es una estrategia pedagógica acertada.**

   (1) (2) (3) (4) (5)

10. **La calidad visual y el diseño estructurado de los escenarios virtuales son adecuados para un entorno académico.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

11. **Considero que la integración de esta tecnología enriquece las metodologías de enseñanza actuales en la universidad.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

SECCIÓN 6: Intención de Uso e Integración

Evalúa la disposición para adoptar esta tecnología en un entorno real.

12. **Estaría dispuesto/a a utilizar los reportes generados por este sistema como insumo válido para la calificación de mis estudiantes.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

13. **Incorporaría el uso de este simulador de realidad virtual como material de práctica complementaria en mi planificación de clases.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

14. **Recomendaría la adopción oficial de esta plataforma en los aulas del Centro de Idiomas.**

    (1) (2) (3) (4) (5)

Anexo 5. Manual De Usuario



Introducción

La plataforma de aprendizaje de inglés inmersiva desarrollada en el motor Godot. Este sistema está diseñado específicamente para estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato, permitiendo la práctica del idioma en entornos virtuales controlados mediante interacciones con NPCs y resolución de escenarios lingüísticos.

Acceso a la Aplicación

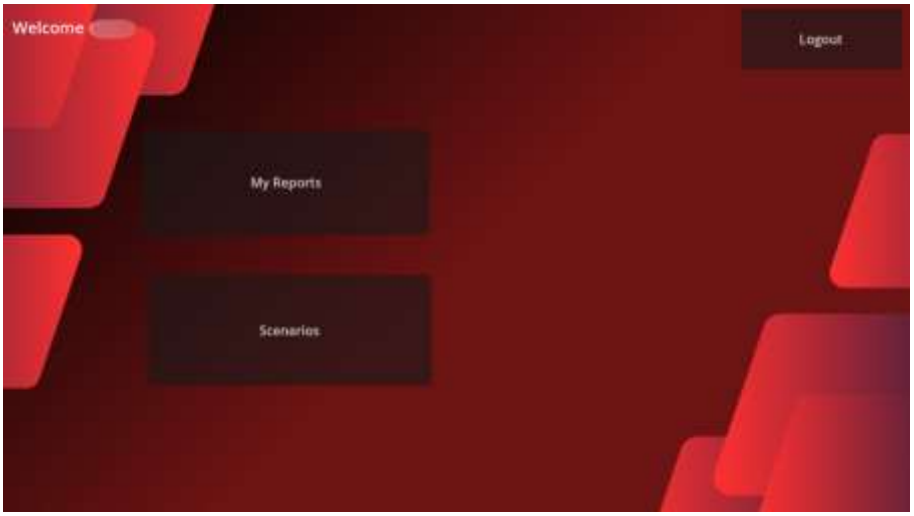
Antes de ejecutar el sistema en necesario que el equipo HTC Vive Pro 2 esté totalmente configurado.

1. Ejecutar la aplicación y esperar a que se ejecute.
2. Se abrirá una pantalla con un login y donde colocaremos nuestras credenciales.

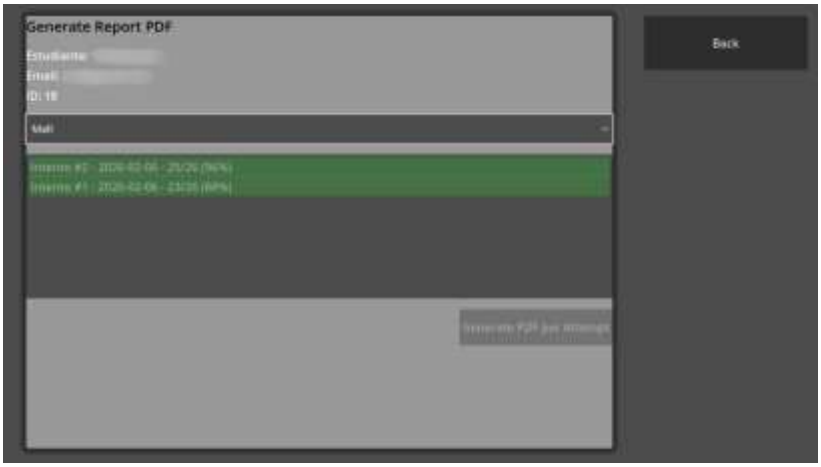


Flujo Estudiante

3. Si somos estudiantes podremos elegir entre ver nuestros reportes o seleccionar el escenario a interactuar.



4. Al elegir mis reportes tendrá una vista en donde podrá ver sus intentos por escenario y guardarlos dentro del ordenador.



5. Al regresar al menú principal, el estudiante podrá elegir el nivel a completar.



6. Al elegir el escenario, será necesario que el estudiante se coloque el visor y los controles, tras lo cual el sistema lo va a redirigir automáticamente al escenario elegido.

7. Para el movimiento del usuario dentro del entorno 3D se configuraron 3 acciones principales:

    - Desplazamiento: Utiliza el componente Touchpad, permitiendo al estudiante trasladarse de forma fluida dentro del entorno 3D según la dirección de sus dedos.

- Selección: Permite apuntar con el puntero láser virtual y accionar el gatillo para elegir las diferentes opciones de respuesta en los menús flotantes.

  Contaremos con 3 secciones. La primera sección será la pregunta general, la segunda sección serán las respuestas y finalmente la sección 3 serán los audios de las preguntas.



- Interacción: Habilita el inicio de los diálogos con los NPCs al posicionarse cerca del NPC y presionar el botón de acción designado. En ese momento se desplegará la ventana del punto anterior.

Los controles para usar el sistema.



8. Al finalizar de responder todas las preguntas, será teletransportado a la pantalla de resultados en donde podrá observar el puntaje y las aciertos y errores que realizó.

Flujo Docente

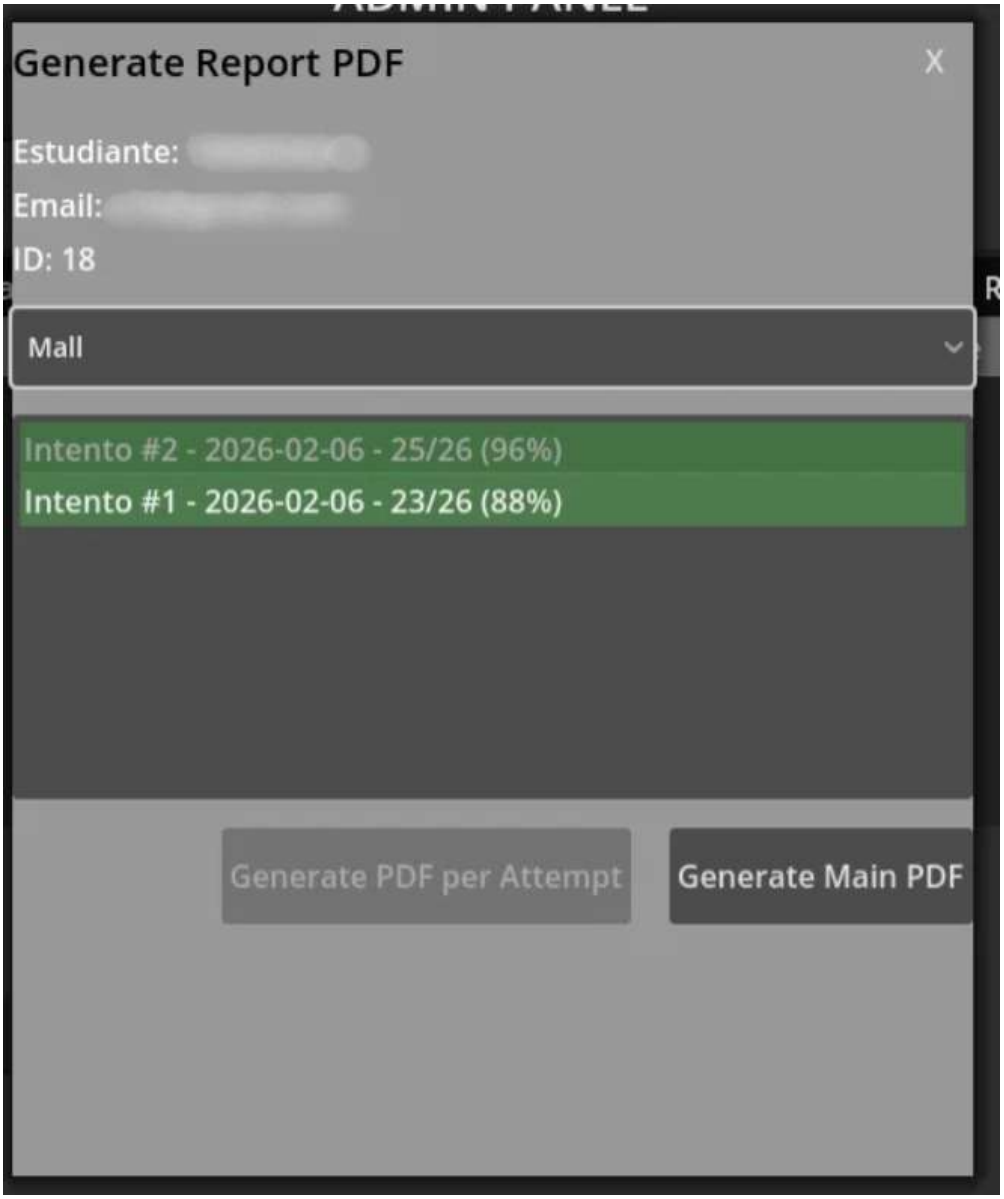
1. Tras iniciar sesión de forma exitosa, el sistema redirigirá al docente de manera directa al panel de administración (*Dashboard*), cuya interfaz principal presenta una tabla centralizada con el registro completo de los estudiantes matriculados en la plataforma.

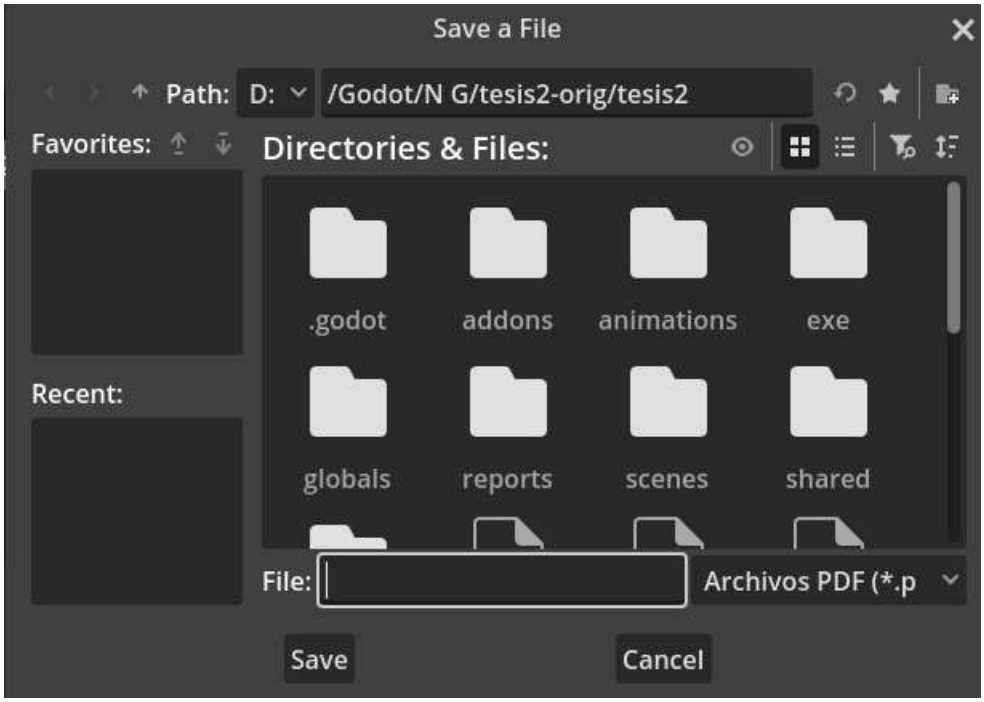


2. Al seleccionar un estudiante y presionar el botón para consultar se desplegará un modal para poder generar los reportes por estudiante en específico. Podrá generar 2 tipos de reportes:

- Reporte Específico: Va a generar un reporte solo por el intento seleccionado.
- Reporte General: Va a generar un reporte por todos los intentos que realizó el estudiante en el nivel.

  Al reporte luego de generarlo podremos guardarlo del ordenador.


Generate Report PDF
X
Estudiante:
Email:
ID: 18
Mall
Intento #2 - 2026-02-06 - 25/26 (96%)
Intento #1 - 2026-02-06 - 23/26 (88%)
Generate PDF per Attempt
Generate Main PDF


Save a File
Path:
D:
/Godot/N G/tesis2-orig/tesis2
Favorites:
Directories & Files:
.godot
addons
animations
exe
Recent:
globals
reports
scenes
shared
File:
Archivos PDF (*.p
Save
Cancel