



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO
HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA
Y PROBLEMAS AUDITIVOS**

Heidy Carolina Castellanos de León

Asesorado por la Mtra. Inga. Gabriela María Díaz Domínguez

Guatemala, julio de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO
HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA
Y PROBLEMAS AUDITIVOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

HEIDY CAROLINA CASTELLANOS DE LEÓN

ASESORADO POR LA MTRA. INGA. GABRIELA MARÍA DIAZ DOMÍNGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, JULIO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADOR	Ing. Marlon Francisco Orellana López
EXAMINADOR	Ing. Neftalí de Jesús Calderón Méndez
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Giovanni Longo Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO
HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA
Y PROBLEMAS AUDITIVOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 5 de octubre de 2023.



Heidy Carolina Castellanos de León



EEPFI-PP-1305-2023

Guatemala, 5 de octubre de 2023

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela De Ingenieria En Sistemas
Presente.

Estimado Mtro. Alonzo

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA Y PROBLEMAS AUDITIVOS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Innovación - Dispositivos y sistemas para ampliar la tecnología de realidad virtual y aumentada**, presentado por la estudiante **Heidy Carolina Castellanos De** carné número **201612282**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Tecnologías De La Inf. Y La Comunicacion.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6\2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

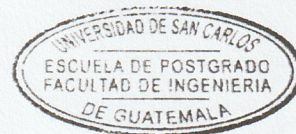
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Gabriela María Díaz Domínguez
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
Colegiado 12204

Mtra. Gabriela María Díaz Domínguez
Asesor(a)

Mtro. Marlon Antonio Pérez Turk
Coordinador(a) de Maestría



Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EICS-1230-2023

El Director de la Escuela De Ingenieria En Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA Y PROBLEMAS AUDITIVOS**, presentado por el estudiante universitario **Heidy Carolina Castellanos De**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mtro. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela De Ingenieria En Sistemas

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.285.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **EXPLORANDO EL POTENCIAL DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA COMO HERRAMIENTA DE AUTOAPRENDIZAJE PARA USUARIOS CON DISLEXIA, DISCALCULIA Y PROBLEMAS AUDITIVOS**, presentado por: **Heidy Carolina Castellanos De León** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.

Guatemala, julio de 2024



Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 285 CUI: 2996633880101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por las bendiciones que recibido cada día y por las capacidades que se me han otorgado para alcanzar mis metas.

Mis padres

Alvaro Castellanos Contreras y Mirza Carolina de León Pérez por su amor incondicional, comprensión y paciencia. Su constante apoyo ha sido fundamental para alcanzar esta meta. Sin ellos, no estaría donde estoy hoy. Agradezco sinceramente por ser mi inspiración diaria.

Mi hermana

Melisa Castellanos por su apoyo y por estar presente en cada etapa de mi vida. Su constante compañía y ejemplo son una fuente de inspiración diaria para mí.

Mi familia

Sin cuyo apoyo, ejemplo, valores y moral, no hubiera podido lograr esta meta.

Mis amigos

Orly Muñoz, Viviana Ujpan, y a todos los demás con los que compartí grandes aventuras y experiencias

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por permitirme ser un profesional más en esta casa de estudio.

Facultad de Ingeniería

Por darme todos los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente.

**Mis amigos de la
Facultad**

Por compartirme sus conocimientos a lo largo de las asignaciones que cursamos juntos y por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4. JUSTIFICACIÓN	17
5. OBJETIVOS	19
5.1. General.....	19
5.2. Específicos	19
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	21
6.1. Necesidades por cubrir	21
6.2. Esquema de la solución.....	22
6.2.1. Contexto del uso	23
6.2.2. Arquitectura	25
7. ALCANCES.....	29
7.1. Perspectiva investigativa	29
7.2. Perspectiva técnica.....	30

7.3.	Perspectiva de resultados	31
8.	MARCO TEÓRICO	33
8.1.	Qué son las discapacidades del aprendizaje.....	33
8.1.1.	Dislexia.....	34
8.1.1.1.	Concepto	34
8.1.1.2.	Características.....	35
8.1.2.	Discalculia	36
8.1.2.1.	Concepto	36
8.1.2.2.	Características.....	37
8.1.3.	Problemas auditivos	38
8.1.3.1.	Concepto	38
8.1.3.2.	Características.....	39
8.1.4.	Desafíos en el autoaprendizaje para personas con discapacidades del aprendizaje	40
8.1.5.	Identificación de las necesidades específicas de usuarios con dislexia, discalculia y problemas auditivos en el autoaprendizaje	43
8.2.	Tecnologías en la educación para personas con discapacidades de aprendizaje	45
8.2.1.	¿Qué es la realidad virtual (VR)?.....	45
8.2.1.1.	Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta y 360 grados	46
8.2.2.	¿Cómo funciona la realidad virtual?	47
8.2.3.	Uso de la realidad virtual inmersiva en el aprendizaje.....	49
8.2.3.1.	Diseño inmersivo	51
8.2.3.2.	¿Cómo lograr la inmersión?.....	52

	8.2.3.2.1.	Pilares de un diseño inmersivo.....	53
8.2.4.		Aplicaciones de la realidad virtual	54
8.2.4.1.		Ejemplos de aplicaciones en el ámbito educativo.....	55
	8.2.4.1.1.	InMind 2	56
	8.2.4.1.2.	VR Lessons by ThingLink	56
	8.2.4.1.3.	Unimersiv	56
	8.2.4.1.4.	Mondly VR.....	57
	8.2.4.1.5.	Anatomyou	57
8.2.5.		Metodología de aprendizajes para personas con dislexia, discalculia y problemas auditivos	58
	8.2.5.1.	Estrategias de aprendizaje	58
	8.2.5.1.1.	Adaptaciones y enfoques personalizados	58
	8.2.5.1.2.	Diseño universal para el aprendizaje (DUA).....	62
	8.2.5.2.	Beneficios y riesgos de las estrategias de aprendizaje	64
9.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	67
10.		METODOLOGÍA	69
	10.1.	Características del estudio.....	69
	10.2.	Unidades de análisis.....	70
	10.3.	Variables	71
	10.4.	Fases de estudio	73

10.4.1.	Introducción de fundamentos teóricos y revisión de literatura	73
10.4.2.	Diseño del juego en <i>Unity</i>	74
10.4.3.	Desarrollo del juego en <i>Unity</i>	74
10.4.4.	Pruebas y ajustes del juego.....	74
10.4.5.	Evaluación de la eficacia y beneficios del juego en la realidad virtual inmersiva	75
10.4.6.	Análisis de resultados.....	75
11.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	76
12.	CRONOGRAMA	79
13.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	81
13.1.	Factibilidad operativa	81
13.2.	Factibilidad técnica.....	82
13.3.	Factibilidad económica.....	83
	REFERENCIAS.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Modelo mental del mapa encantado	23
Figura 2.	Arquitectura de la aplicación	26
Figura 3.	Tecnologías inmersivas	46
Figura 4.	Vista esquemática de un sistema de RV	47
Figura 5.	Desarrollo de componentes	49
Figura 6.	Propuesta índice	67
Figura 7.	Cronograma.....	79

TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de características	35
Tabla 2.	Clasificación de características	37
Tabla 3.	Clasificación de características	40
Tabla 4.	Necesidades específicas para los usuarios	43
Tabla 5.	Adaptaciones y enfoques para la dislexia	58
Tabla 6.	Adaptaciones y enfoques para la discalculia	60
Tabla 7.	Adaptaciones y enfoques para problemas auditivos	61
Tabla 8.	Beneficios de estrategias de aprendizaje	64
Tabla 9.	Riesgos de estrategias de aprendizaje	65
Tabla 10.	Variables en estudio	71
Tabla 11.	Descripción de las variables estadísticas	76
Tabla 12.	Detalle del recurso económico	83

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Quetzal

GLOSARIO

AR	<i>Augmented Reality</i> en español Realidad Aumentada
Comprensión auditiva	Habilidad para entender y procesar información auditiva
Comprensión lectora	Habilidad para entender y procesar información escrita
DEA	<i>Individuals with Disabilities Education Act</i> en español Ley de Educación para Personas con Discapacidades
Dificultades de aprendizaje (LD)	<i>Learning Disabilities</i> en español dificultades específicas en el aprendizaje, como la dislexia y la discalculia
Dislexia	Dificultad específica en el aprendizaje de la lectura y la escritura
Discalculia	Dificultad específica en el aprendizaje de las matemáticas
EE. UU.	Estados Unidos
Retroalimentación adaptativa	Retroalimentación que se ajusta y adapta a las necesidades individuales del estudiante

Tecnología de apoyo	Tecnología diseñada para ayudar a las personas con discapacidades en su aprendizaje y desarrollo
Texto con formato especial	Texto que se presenta de manera visualmente adaptada para facilitar la lectura
VR	<i>Virtual Reality</i> en español Realidad Virtual

1. INTRODUCCIÓN

Las discapacidades del aprendizaje, conocidas como *Learning Disabilities* (LD), constituyen condiciones que afectan la capacidad de adquirir, procesar y aplicar información de manera efectiva. Ejemplos comunes incluyen la dislexia y la discalculia, que pueden tener un impacto adverso tanto en el rendimiento académico como en el bienestar emocional de las personas. Aunque la tecnología educativa ha surgido como un recurso prometedor para abordar estas dificultades, hasta la fecha, las soluciones han sido fragmentadas. No obstante, plataformas como *Dytective* y programas de reconocimiento de voz han demostrado su eficacia.

Las discapacidades del aprendizaje presentan desafíos significativos, y la tecnología educativa, incluyendo la realidad virtual inmersiva, ofrece una prometedora oportunidad para abordarlos de manera integral. Este estudio introduce una solución innovadora: un juego de realidad virtual titulado *El Mapa Encantado: Las Gemas Ocultas de Guatemala*. Este juego se diseñará para sumergir a niños de 9 a 14 años en un mundo virtual envolvente, donde se enfrentarán a desafíos estratégicos adaptados a sus discapacidades específicas. La construcción del juego seguirá una sólida arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) y utilizará *Unity* como motor de juego, además del *Oculus SDK* para brindar una experiencia de realidad virtual inmersiva. Esta iniciativa representa una oportunidad única para abordar eficazmente las dificultades de aprendizaje mediante tecnología educativa avanzada.

El enfoque central del juego es proporcionar a niños con discalculia, dislexia y problemas auditivos una experiencia de aprendizaje enriquecedora y

exitosa, fomentando la autonomía, la motivación y el desarrollo de habilidades específicas para superar sus desafíos de aprendizaje. La combinación de realidad virtual, adaptaciones personalizadas y tecnología avanzada garantiza una experiencia inmersiva y efectiva. Para lograr una implementación exitosa, se establecerán alcances detallados en el tercer capítulo, considerando una perspectiva investigativa y técnica. Desde la perspectiva investigativa, se establece que la investigación es de tipo exploratoria y descriptiva. En la parte exploratoria, se aborda la evaluación de la viabilidad de una herramienta de aprendizaje para niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos, considerando estrategias didácticas y la implementación de elementos visuales y pistas virtuales mediante la realidad virtual. Desde la perspectiva descriptiva, se recopilan datos sobre el rendimiento de los niños en el juego *El mapa encantado* y cómo afecta su autoaprendizaje y utilidad como herramienta educativa.

El cuarto capítulo proporciona un marco teórico que aborda conceptos fundamentales relacionados con las discapacidades del aprendizaje y las tecnologías educativas. Se explica qué son estas discapacidades, como la dislexia, la discalculia y los problemas auditivos, y se resaltan los desafíos que enfrentan los estudiantes con estas condiciones en el autoaprendizaje. Además, se explora el uso de la realidad virtual inmersiva en la educación y se detallan sus conceptos básicos, funcionamiento y aplicaciones en el aprendizaje. Se profundiza en el diseño inmersivo y su importancia en la realidad virtual educativa, así como en las estrategias de modificación del entorno de aprendizaje. También se destacan los beneficios de estas estrategias y los riesgos potenciales al aplicar metodologías inclusivas.

El quinto capítulo presenta los resultados y se estructura en diversas secciones. Se definen los objetivos de aprendizaje, se selecciona el contenido

educativo y se describen las estrategias de participación. Se detallan aspectos como el diseño de la interfaz de usuario, la creación de recursos multimedia, la integración de elementos gráficos y la selección de herramientas de producción audiovisual, así como la consideración de estándares de accesibilidad y usabilidad. También se aborda la personalización de trayectorias de aprendizaje, el flujo de navegación y la retroalimentación interactiva. Por último, se describe con detalle la estructura, la funcionalidad y la evaluación del juego.

El sexto capítulo se enfoca en el análisis crítico y reflexivo de los resultados presentados en el capítulo anterior. Proporciona una interpretación de cómo los elementos de diseño estratégico, diseño audiovisual y diseño de flujo interactivo contribuyen a la efectividad del juego como herramienta de aprendizaje para niños con discapacidades del aprendizaje. Se discuten los resultados de la evaluación de las estrategias implementadas, como la tipografía para dislexia, el apoyo auditivo y otras adaptaciones. Se esperan análisis comparativos entre grupos de estudio y una evaluación crítica de la tecnología de realidad virtual inmersiva en el contexto educativo. En resumen, este capítulo permite una comprensión profunda de la contribución de la investigación a la mejora del aprendizaje para niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos, así como de las implicaciones y limitaciones de la solución propuesta.

2. ANTECEDENTES

En esta sección se explora los precedentes pertinentes que apoyan la utilización de la realidad virtual inmersiva como herramienta de aprendizaje innovadora para usuarios con dislexia, discalculia y problemas auditivos. Se examinan las aplicaciones de la tecnología de realidad virtual en entornos educativos, junto con las teorías y descubrimientos relacionados, centrándose en la población antes mencionada. A través de un análisis de documentos académicos y científicos disponibles en la actualidad, se identifican los beneficios potenciales de la realidad virtual inmersiva para superar las barreras de aprendizaje asociadas a estos retos, así como su contribución al campo de la educación inclusiva y las tecnologías de apoyo.

Stevenson, Lydia C. (2023), en el artículo de investigación titulado *Effective Methods of Teaching Phonological Awareness and Phonics to Individuals With Reading Difficulty*, desarrollado en *Bethel University*, Estados Unidos de América, se plantea la importancia de la instrucción sistemática y explícita en conciencia fonológica y fonética para los lectores con dificultades. Se enfoca en la necesidad de proporcionar a los estudiantes una instrucción clara y estructurada en ciertas áreas para mejorar sus habilidades de lectura.

Su objetivo principal es investigar la importancia de la instrucción sistemática y explícita en conciencia fonológica y fonética para los lectores con dificultades. Dentro de este proceso de investigación buscan comparar metodologías explícitas y sistemáticas con métodos no explícitos para determinar qué metodologías resultan más efectivas para tratar esta discapacidad. También se busca explorar métodos efectivos para enseñar fluidez, comprensión y

vocabulario. Todos los hallazgos ayudan a los educadores a trabajar en conjunto para ver cómo el acceso a estas metodologías hace en realidad un progreso más eficaz para los estudiantes con discapacidades significativas en sus aulas.

Como resultado del estudio realizado se determina que todos los estudiantes mostraron un aumento en sus puntajes académicos después de completar el período de intervención multisensorial de la metodología. Además, se demuestra que nueve de cada diez estudiantes informaron que disfrutaban aprendiendo inglés y tenían el deseo de aprender el idioma. Esto sugiere que el enfoque multisensorial funciona con estudiantes que tienen dificultades para aprender el idioma inglés y que los estudiantes pueden tener éxito utilizando el método multisensorial, teniendo una respuesta positiva al aprendizaje.

En base a lo anterior expuesto, esta investigación aporta una serie de metodologías que es apropiada para llevar a cabo las indagaciones necesarias de poseer una guía de estudio con el diseño de una nueva metodología de docencia que complementa el desarrollo de competencias para tratar la dislexia.

Gul et al. (2021), en el artículo de investigación titulado *Using Technology to Enhance the Performance of Intellectually Disabled Students: Mobile Game-based Urdu Learning*, aborda las diferencias entre el efecto de dos pedagogías diferentes para estudiantes con discapacidad intelectual. Utilizando tecnología de apoyo como una de las metodologías y la segunda utilizando el método de enseñanza tradicional para mejorar el vocabulario urdu.

Su objetivo principal es explorar cómo el uso de la tecnología, específicamente los juegos móviles, puede mejorar el rendimiento de los estudiantes con discapacidades intelectuales en el aprendizaje del vocabulario urdu. El estudio analiza el uso de juegos móviles como herramienta de apoyo,

estudiando si tiene un impacto positivo en las habilidades lingüísticas, como el vocabulario, la gramática y la pronunciación en comparación al método tradicional.

Como resultado del estudio realizado se determinó que la tecnología móvil mejoró el rendimiento del grupo experimental en comparación con el grupo de control que continuo con el método tradicional. La tecnología tuvo un impacto positivo en el proceso de aprendizaje del vocabulario urdu desde la perspectiva de los estudiantes con discapacidades intelectuales. Los resultados sugieren que el aprendizaje de la lengua urdu mediante programas de tecnología basados en juegos puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes en el aula.

En base a lo anterior expuesto, esta investigación aporta una serie de pasos que deben abordarse en los juegos que se enfocan en el mejoramiento de habilidades de personas que poseen dificultades en su aprendizaje por las discapacidades intelectuales.

En el artículo de investigación titulado *Realidad virtual y realidad aumentada en educación para la ingeniería*, Se propone desarrollar una aplicación estrechamente vinculada a la creación de una nueva metodología de enseñanza inductiva para apoyar la mejora de las competencias en el área de Matemática y Física (Aragón Ruano et al., 2019).

El desarrollo de una aplicación para diversos dispositivos móviles o dispositivos especialmente diseñados para la realidad aumentada y virtual es su principal objetivo. Crear una metodología que apoye el crecimiento de las habilidades matemáticas y físicas. De una forma más específica busca desarrollar una metodología de enseñanza de aprendizaje que complementa el proceso cognitivo de abstracción y concreción de los saberes a través de una

aplicación para dispositivos móviles en Realidad Virtual. Otro de los puntos a tratar es la clasificación de los incentivos necesarios del agente económico para facilitar el proceso cognitivo de aprendizaje. Entre las tareas que se plantean encontramos la realización de la propuesta de implementación, la cual provee distintas herramientas, indicadores y procesos necesarios para replicar la metodología enseñanza-aprendizaje. También se habla del diseño de un sistema logístico y financiero para implementar la aplicación y metodología desarrollada; esta busca la cuantificación de los costos y beneficios que obtendría la Universidad del Valle de Guatemala. Uno de los análisis de factibilidad busca determinar la viabilidad y rentabilidad de manufacturar sensores que rastreen los movimientos o gestos corporales de una persona.

Como resultado del estudio realizado se determina que la aplicación ha estado estrechamente vinculada al desarrollo de una nueva metodología de aprendizaje inductivo que completa el crecimiento de las habilidades matemáticas y físicas. La nueva metodología de enseñanza, así como su aplicación, toma en cuenta a los principales grupos de interés y facilita su uso en la Universidad del Valle de Guatemala. Para facilitar el aprendizaje mediante incentivos, se explica detalladamente en qué consiste el proceso de aprendizaje. Posteriormente, se desarrolla una estrategia financiera y logística, junto con las estimaciones de costes y beneficios necesarios para su aplicación en la Universidad del Valle.

En base a lo anterior expuesto, esta investigación aporta una metodología que es apropiada para llevar a cabo las indagaciones necesarias de poseer una guía de estudio con la creación de una nueva metodología de aprendizaje inductivo que complementa el crecimiento de las competencias en el campo de la física y las matemáticas, siendo este un megaproyecto que desarrolla una aplicación con disponibilidad en distintos dispositivos, brindando un análisis en

cuanto a la utilización de la realidad virtual y la generación de un modelo de aprendizaje que facilita el aprendizaje de estas materias y puede ser de ayuda para mejorar la discalculia.

Lege & Bonner (2020), en el artículo de investigación titulado *Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge*, desarrollado en Kanda University of International Studies, Japón; se plantea la situación acerca de la exploración del progreso de la Realidad Virtual en la investigación educativa y en las prácticas impartidas en las aulas.

Como primer punto, busca indagar los beneficios que puede aportar la implementación de la realidad virtual en la educación. Entre sus propuestas específicas se busca la identificación de los retos para la aplicación de la Realidad Virtual en el contexto educativo y que tanto ha madurado la Realidad Virtual para que pueda ser útil en una amplia gama de fines educativos.

Como resultado del estudio realizado, se explora que la Realidad Virtual vive evolucionando y que sus costes han bajado, siendo posible que pueda ser costeadada por las instituciones. Los modelos pedagógicos son claros y van con un objetivo en mente para sus resultados.

En base a lo anterior expuesto, esta juega con la explicación de varias aplicaciones y pedagogías que se han evaluado alrededor de la realidad virtual y los beneficios que está a aportado, la similitud entre ambos es la aplicación de la realidad virtual en el ámbito de la educación, sin embargo, el documento se enfoca primordialmente en realizar un estudio y análisis de todas las aplicaciones prácticas que se han hecho y cómo se han desarrollado.

Hussein & Nätterdal (2015), en el artículo de investigación titulado *The Benefits of Virtual Reality in Education*, desarrollado en el departamento de ciencias e ingeniería Informática en la Universidad de Gotemburgo, Suecia; se plantea la situación acerca de examinar los beneficios de las aplicaciones educativas de Realidad Virtual en comparación con la misma aplicación en el celular. Xolius, una aplicación para el aprendizaje de la astronomía es presentada y evaluada por 20 estudiantes y 5 educadores mediante entrevistas. Al analizar los resultados, se comprueba que la realidad virtual es especialmente eficaz en materias en las que se necesita un entorno interactivo.

A nivel general, busca la indagación sobre la importancia de la Realidad Virtual en la educación, puntuando las características por las cuales es beneficiosa tomarla como herramienta principal. Entre sus propuestas específicas se busca; como primer punto, exponer los beneficios del uso de la Realidad Virtual, valorando cuando y como se debe hacer uso de esta referente a otros medios de aprendizaje.

Como resultado del estudio realizado, se explora la evaluación de la Realidad Virtual versus otras herramientas como lo son las aplicaciones móviles en el terreno educativo. Para llevar a cabo la tarea se realizaron dos aplicaciones para mantener el estudio de los resultados fiables e imparciales.

En base a lo anterior expuesto, esta investigación aporta una evaluación de las herramientas que se utilizan en la educación mayormente en celulares versus la Realidad Virtual como herramienta en un ambiente interactivo, tomando en cuenta que es preferible atacar desde todos los puntos posibles las discapacidades de aprendizaje dentro de un entorno controlado.

Los antecedentes resaltan el atractivo de la realidad virtual inmersiva como herramienta de aprendizaje autodirigido para usuarios que se enfrentan a retos específicos. Sin embargo, la adaptación de entornos virtuales y recursos educativos que satisfagan las necesidades específicas de la dislexia, discalculia y problemas auditivos en un único entorno integrado requiere una mayor comprensión. Además, es crucial estudiar cómo afectará esta tecnología a la mejora de las capacidades académicas y cognitivas a largo plazo, así como investigar estrategias eficaces de aplicación y formación para los profesores y terapeutas que utilicen esta tecnología innovadora.

De este modo, el objetivo es abordar estos campos de investigación con el fin de mejorar los conocimientos actuales y proporcionar recomendaciones prácticas para la utilización eficaz de la realidad virtual inmersiva como herramienta para el autoaprendizaje inclusivo. Al emplear este enfoque, se espera crear un entorno atractivo y enriquecedor que satisfaga mejor las necesidades de los usuarios mencionados, promoviendo la educación inclusiva y la tecnología de apoyo en el proceso, a la vez que se realizan nuevos avances en la comprensión de las ventajas y los efectos de la realidad virtual inmersiva en el aprendizaje.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las discapacidades del aprendizaje, también conocidas como *Learning Disabilities* (LD) en inglés, son condiciones que afectan la capacidad de una persona para adquirir, procesar o utilizar información de manera efectiva. Existe la norma federal de los Estados Unidos (EE. UU.) que regula lo concerniente a la educación de dicho colectivo conocido como *Individuals with Disabilities Education Act* (DEA), dejando de lado los aspectos sensoriales tales como ceguera, deficiencias de audición, otros (Yell et al., 2017).

Las dificultades de aprendizaje pueden afectar a personas de todas las edades, y la experiencia de cada persona con ellas será probablemente muy diferente. Ejemplos comunes de dificultades de aprendizaje son la dislexia, la discalculia y los problemas con el procesamiento auditivo central. Estas circunstancias pueden dificultar que las personas desarrollen y apliquen habilidades críticas, lo que a su vez puede tener un efecto negativo en su rendimiento académico, autoestima y bienestar emocional (Fiuza y Fernández, 2014). A lo largo de los años, se han desarrollado varios enfoques y planteamientos para abordar las dificultades de aprendizaje y ayudar a las personas a superar los retos asociados. Un área que ha demostrado tener mucho potencial en este sentido es la tecnología educativa. La utilización de soluciones tecnológicas en el contexto de las dificultades de aprendizaje puede ofrecer apoyo a medida, adaptaciones y herramientas interactivas que fomenten la participación del estudiante y el proceso de aprendizaje (Stanberry, 2019).

Las soluciones tecnológicas que han abordado estas dificultades de aprendizaje (LD) hasta ahora han trabajado de forma separada, sin constituir un

enfoque integral. Una de las herramientas que ofrece una solución más completa es la plataforma *Dytective*. Esta plataforma ofrece funciones como lectura de pantalla, texto con formato especial, ejercicios interactivos, retroalimentación adaptativa y otras características diseñadas específicamente para promover la comprensión, retención y motivación en personas con dislexia (Del Roció Macas-Macas y Guevara-Vizcaíno, 2020).

Por otra parte, otro estudio se centra en la literatura como apoyo para estas discapacidades. En general, los investigadores concluyeron que los programas informáticos de reconocimiento de voz, tanto continuos como discretos, pueden ser utilizados con éxito en una amplia gama de edades y niveles de habilidad, no solo para compensar las dificultades de escritura en los estudiantes, sino también para mejorar sus habilidades de escritura (Higgins & Raskind, 2000).

A partir de estos avances con diferentes enfoques de tecnología, se podría abordar de manera integral las discapacidades de discalculia, dislexia y problemas auditivos a través de un juego de realidad virtual inmersiva que promueva la resolución de problemas y aumente la creatividad, para edades comprendidas entre los 10 y los 14 años, ya que es durante este periodo cuando se puede comenzar a abordar estas discapacidades.

Entendiendo la importancia de mejorar la forma en que se trata con estas discapacidades, se plantea la siguiente pregunta central, ¿Cómo implementar la tecnología de realidad virtual inmersiva de manera efectiva y atractiva para actividades que ayuden a mejorar el autoaprendizaje en usuarios que sufren de discalculia, dislexia y problemas auditivos?

Así también, se plantean las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cómo podemos implementar actividades matemáticas interactivas que sean amigables y efectivas para los usuarios con discalculia, fomentando su comprensión y resolución de problemas numéricos?
- ¿Qué estrategias se pueden implementar para mejorar la fluidez y comprensión lectora de los usuarios con dislexia, teniendo en cuenta la variabilidad en sus habilidades y dificultades específicas?
- ¿Cómo implementar el componente auditivo en los desafíos del juego para que los usuarios con problemas auditivos puedan participar plenamente y desarrollar sus habilidades auditivas?
- ¿Cuáles son las métricas o indicadores de evaluación adecuados para medir la eficacia de la realidad virtual inmersiva en el autoaprendizaje en los usuarios con dislexia, discalculia y problemas auditivos?

4. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de habilidades académicas en niños y adolescentes se ve afectado significativamente cuando se presentan dificultades de aprendizaje como la dislexia, la discalculia y los problemas auditivos. Estas dificultades pueden suponer barreras en el proceso educativo, lo que disminuye la motivación y el rendimiento académico de quienes las padecen. Para hacer frente a estos retos, se ha explorado el potencial de la realidad virtual inmersiva como herramienta prometedora de innovación con el objetivo de potenciar el autoaprendizaje en este grupo de usuarios. Esta línea de investigación se centra en el desarrollo de dispositivos y sistemas que aumenten las capacidades de la tecnología de realidad virtual y aumentada.

La realidad virtual inmersiva proporciona un entorno altamente estimulante e interactivo que permite a los usuarios experimentar situaciones de aprendizaje de una manera más inmersiva y atractiva. Al combinar elementos visuales, auditivos y táctiles, la realidad virtual inmersiva puede brindar una rica experiencia de aprendizaje adaptada a las necesidades individuales de los usuarios con dislexia, discalculia y problemas auditivos.

Abordar los problemas relacionados con estas discapacidades para el autoaprendizaje es fundamental para garantizar la igualdad de oportunidades educativas y promover el desarrollo integral de habilidades cognitivas y académicas para quienes enfrentan estas dificultades. Estas discapacidades de aprendizaje pueden crear barreras significativas para la adquisición de conocimientos y habilidades clave en áreas como la lectura, las matemáticas y la comprensión auditiva. El fortalecimiento de estas habilidades es crucial porque

forman la base para el desarrollo del proceso de enseñanza, especialmente en la temprana edad cuando los niños son más capaces de asimilar los conocimientos.

El trabajo promueve el avance de la investigación en el campo de la tecnología educativa inclusiva y presenta una base sólida para una mayor investigación y desarrollo en el campo. Asimismo, se espera que los resultados obtenidos beneficien directamente a los usuarios con problemas de aprendizaje, brindándoles nuevas oportunidades de aprendizaje, mejorando su autoestima, motivación y autonomía, y potenciando su desarrollo académico y personal.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar un entorno de realidad virtual inmersiva que ayude a mejorar el autoaprendizaje en usuarios que sufren de discalculia, dislexia y problemas auditivos a través de un juego que combine desafíos educativos, estrategias de aprendizaje específicas y elementos motivacionales.

5.2. Específicos

1. Implementar elementos y pistas visuales, con manipulación virtual de objetos que apoyen la comprensión de conceptos numéricos de manera amigable y efectiva con respecto a la discalculia.
2. Implementar estrategias visuales como tipografía específica para dislexia, resaltado de palabras clave, apoyo auditivo con lectura en voz alta, retroalimentación inmediata y la posibilidad de ajustar la velocidad de lectura para adaptarse a las necesidades individuales.
3. Implementar subtítulos o transcripciones de audio para todas las instrucciones orales, usar visualizaciones y representaciones gráficas de sonidos, ofrecer opciones de ajuste de volumen y frecuencia, y utilizar ejercicios de discriminación auditiva que se adapten a las necesidades específicas de los usuarios.

4. Recopilar la retroalimentación directa de los usuarios sobre su experiencia con la realidad virtual inmersiva, mediante escalas de evaluación enfocadas en la dislexia, discalculia y problemas auditivos.
5. Determinar si la implementación de la tecnología de realidad virtual inmersiva conduce a mejoras significativas en el aprendizaje con la comparativa de resultados de tres grupos de estudio.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Las dificultades de aprendizaje como la discalculia, la dislexia y los problemas auditivos pueden tener un impacto significativo en el crecimiento académico y emocional de los niños. Estas dificultades pueden hacer que los niños se sientan frustrados, desarrollen una baja autoestima y pierdan interés por el aprendizaje. Por eso se espera que el uso de la realidad virtual inmersiva facilite el aprendizaje autónomo, aumente la motivación y supere las barreras relacionadas con estas dificultades concretas. Para fomentar el desarrollo de las competencias académicas y potenciar así el éxito académico y personal de los niños de entre 9 y 14 años.

6.1. Necesidades por cubrir

Los niños con discalculia, dislexia y problemas auditivos a menudo enfrentan dificultades para aprender de manera autónoma. Necesitan herramientas y recursos que les permitan acceder a la información de manera comprensible y adaptada a sus necesidades individuales. Al facilitar su autoaprendizaje, se busca empoderar a estos niños, fomentando su autonomía y promoviendo el desarrollo de habilidades de aprendizaje independientes, por lo que se busca satisfacer la necesidad de facilitar el autoaprendizaje de niños con discalculia, dislexia y problemas auditivos.

Otra de las necesidades a cubrir es superar las barreras y dificultades específicas asociadas con estas discapacidades del aprendizaje. Cada una de estas dificultades presentan desafíos particulares, por lo tanto, se desarrollan

adaptaciones, apoyos y enfoques pedagógicos que atiendan las necesidades únicas de cada niño, en un mismo entorno.

Las dificultades del aprendizaje pueden afectar la motivación y la autoestima de los niños. Es fundamental brindarles experiencias de aprendizaje enriquecedoras y exitosas para promover una actitud positiva hacia el aprendizaje. La solución a la necesidad de promover la motivación, autoconfianza y el interés por el aprendizaje apunta a despertar el interés, estimular la curiosidad y fomentar la confianza en sus capacidades, creando un entorno de aprendizaje que les brinde oportunidades de éxito y reconocimiento.

La necesidad de proporcionar un entorno de aprendizaje inclusivo y adaptado a las necesidades individuales de cada niño conlleva al desarrollo de un entorno de aprendizaje inclusivo y adaptado, con un enfoque educativo que atienda las necesidades individuales, promoviendo el pleno desarrollo de cada niño.

6.2. Esquema de la solución

Para abordar de manera eficaz las dificultades asociadas a la discalculia, dislexia y problemas auditivos, se ha desarrollado el juego *El mapa encantado: Las gemas ocultas de Guatemala* en el entorno de realidad virtual inmersiva. Este innovador juego se fundamenta en un concepto de mapa del tesoro, diseñado para sumergir a los niños en un mundo virtual envolvente, en el cual se enfrentarán a desafíos estratégicamente concebidos para abordar las dificultades mencionadas. El propósito principal de esta propuesta es fomentar el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y creatividad, al tiempo que se potencian estrategias de aprendizaje adaptadas de manera específica a cada

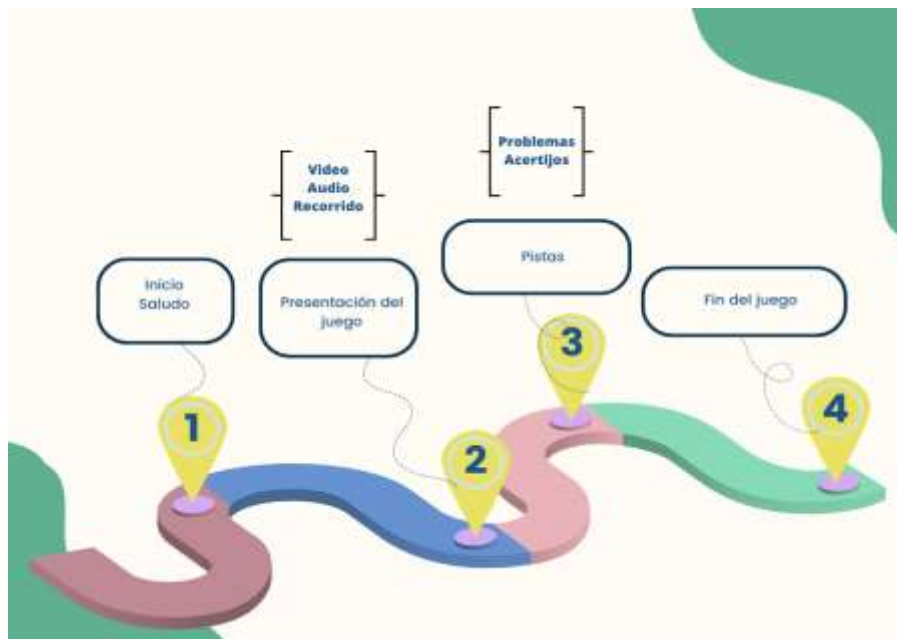
discapacidad. Buscando crear una experiencia más única para los niños, el enfoque combina realidad virtual y técnicas personalizadas.

6.2.1. Contexto del uso

El juego está pensado para que su jugabilidad se concentre en desbloquear habilidades y conquistar desafíos. A medida que los usuarios progresen en el juego, podrán desbloquear nuevas áreas y obtener recompensas que les ayudarán a avanzar en la aventura. Estos hilos de pensamiento son los que llevan a determinar el modelo mental del juego como se muestra en la Figura 1.

Figura 1.

Modelo mental del mapa encantado



Nota. Modelo mental del juego *El mapa encantado: Las gemas ocultas de Guatemala*. Elaboración propia, realizado con Canva.

La Figura 1 presenta dos elementos fundamentales que sientan las bases para el desarrollo del juego. En primer lugar, el apartado dos se centra en la interacción del usuario con el entorno, destacando la importancia de elementos clave que deben tenerse en cuenta para mantener la atención del usuario durante las actividades del juego. Estos elementos incluyen videos, sonidos, objetos interactivos, el diseño del recorrido, entre otros. Asimismo, el apartado tres aborda el contenido que el juego debe desarrollar para permitir el avance del usuario. En este sentido, se consideran las estrategias específicas para abordar las discapacidades de aprendizaje mencionadas, asegurando que se integren de manera efectiva en el juego. El análisis detallado de estos apartados proporciona las bases necesarias para la concepción y diseño del juego, garantizando que cumpla con los requisitos fundamentales para involucrar y beneficiar a los usuarios con estas dificultades.

Con el propósito de abordar de manera efectiva la discalculia, se plantean secciones específicas que requieren que los usuarios resuelvan problemas matemáticos en entornos interactivos, como parte integral de las pistas a resolver. En aras de facilitar su comprensión y resolución de los desafíos numéricos, se les brinda apoyo adicional, tal como la posibilidad de manipular objetos de forma virtual y pistas visuales complementarias. Esta estrategia se ha diseñado cuidadosamente para atender las dificultades propias de la discalculia, al proporcionar a los usuarios las herramientas y ayudas necesarias para mejorar su comprensión numérica y fortalecer sus habilidades matemáticas.

En relación con la dislexia, el juego presenta diversas actividades enfocadas en la lectura y escritura, proporcionando a los usuarios la oportunidad de practicar habilidades de fonética, reconocimiento de palabras y comprensión lectora. Para facilitar la lectura, se emplean técnicas visuales y auditivas que ayudan a los jugadores a procesar y comprender el texto de manera más efectiva.

Además, se brinda asistencia en tiempo real para mejorar la precisión y fluidez de la lectura, brindando apoyo adicional que permita a los usuarios superar las dificultades propias de la dislexia y fortalecer sus capacidades en el ámbito de la lectura/escritura.

Para resolver problemas de comprensión auditiva, el juego presenta secciones en las que los usuarios deberán usar sus habilidades auditivas para resolver desafíos. Durante estas secciones, se enfrentarán a situaciones en las que deberán reconocer y discriminar sonidos, seguir instrucciones habladas y reconocer patrones auditivos. Con el fin de apoyar la comprensión auditiva, se proporciona el respaldo adicional de subtítulos y comentarios visuales que enriquecen la experiencia de juego y mejoran la comprensión de las pistas sonoras. Esta combinación de estímulos auditivos y visuales se ha diseñado cuidadosamente para ofrecer un entorno de aprendizaje inmersivo y favorecer el desarrollo de habilidades de comprensión auditiva, permitiendo a los usuarios superar los desafíos asociados a problemas auditivos y fortalecer su capacidad de procesar y comprender la información auditiva de manera efectiva.

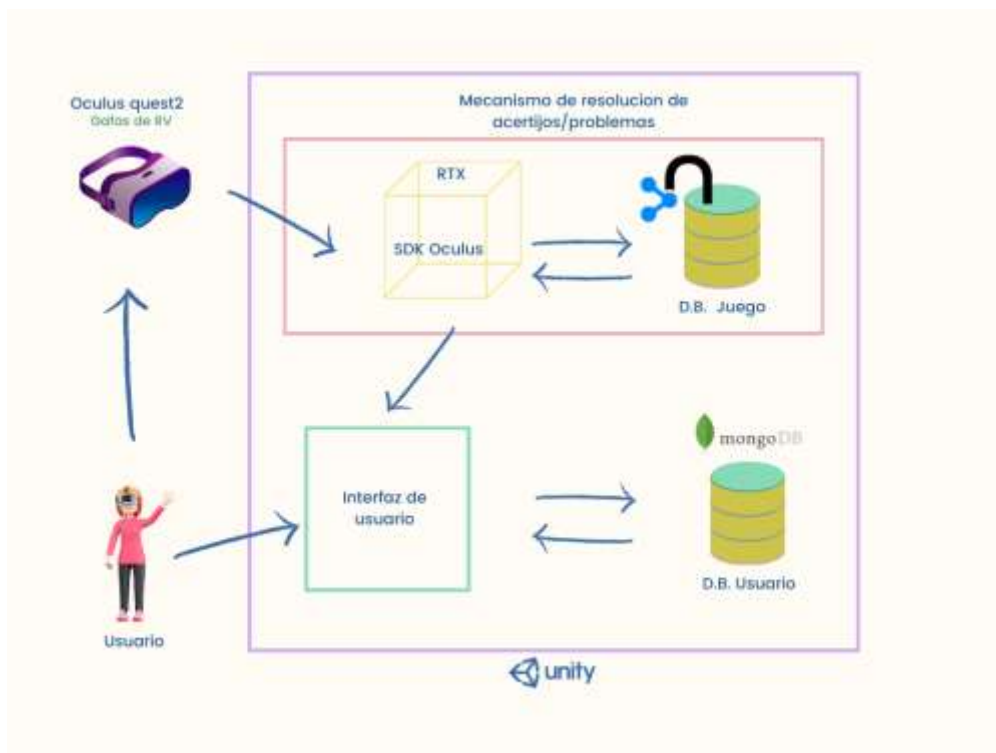
6.2.2. Arquitectura

El juego se desarrolla siguiendo el patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) para garantizar una estructura sólida y modular. En esta arquitectura que se muestra en la Figura 2, el modelo representa los datos y la lógica del juego, abarcando la gestión de pistas, acertijos y el progreso del usuario. Por su parte, la vista se encarga de la presentación visual del juego, incluyendo los gráficos, la interfaz de usuario y los efectos visuales que contribuyen a la inmersión del jugador. Por último, el controlador maneja las interacciones del usuario, procesando las entradas del jugador y actualizando tanto el modelo como la vista de manera acorde. Al seguir este enfoque MVC, se

fomenta la separación de responsabilidades, lo que facilita el mantenimiento y la evolución del juego a lo largo del tiempo. Además, esta arquitectura permite una mayor flexibilidad en el desarrollo, ya que las modificaciones en un componente no afectan directamente a los demás, promoviendo la escalabilidad y la eficiencia en el desarrollo y la gestión del juego.

Figura 2.

Arquitectura de la aplicación



Nota. Arquitectura del juego El mapa encantado: Las gemas ocultas de Guatemala. Elaboración propia, realizado con Canva.

Unity se ha seleccionado como el motor de juego para este proyecto debido a su capacidad para crear entornos 3D interactivos y su amplio conjunto de herramientas y recursos disponibles. La elección de Unity se respalda por su

entorno de desarrollo robusto, que facilita la creación y manipulación de gráficos, físicas, animaciones y sonidos, brindando así una base sólida para la creación de experiencias inmersivas y envolventes. Además, la versatilidad de Unity se destaca por su compatibilidad con múltiples plataformas, lo que facilita la implementación del juego en una amplia gama de dispositivos, maximizando así su alcance y accesibilidad para los usuarios.

Para brindar una experiencia de realidad virtual inmersiva, se utiliza el *Oculus SDK*, un conjunto de herramientas y librerías proporcionadas por *Oculus* específicamente diseñadas para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual. El *Oculus SDK* ofrece una amplia gama de capacidades, como el seguimiento preciso de la posición y el movimiento, así como la interacción fluida con los controladores de *Oculus*. Esta integración con el *Oculus SDK* permite una experiencia de usuario envolvente y realista dentro del entorno del juego.

Además, se complementa con el uso de la librería RTX para aprovechar al máximo las capacidades de trazado de rayos en tiempo real, logrando una sinergia que potencia la inmersión y la calidad visual del juego en el entorno de realidad virtual. Gracias a esta tecnología de vanguardia, se logran gráficos de alta calidad y efectos visuales impresionantes en el juego. El uso de la librería RTX permite crear una atmósfera visualmente impactante y realista, enriqueciendo aún más la experiencia de realidad virtual inmersiva.

Para gestionar de manera eficiente los datos del juego, se ha empleado una combinación de dos bases de datos NoSQL. MongoDB se utiliza para el almacenamiento de datos relacionados con el usuario, como información de perfil y preferencias del jugador. Dado que MongoDB es una base de datos orientada a documentos, permite almacenar y recuperar datos flexibles y no estructurados de manera eficiente. Por otro lado, Neo4j se utiliza para almacenar la información

de las pistas del juego, permitiendo modelar las complejas relaciones entre pistas, ubicaciones y acertijos utilizando una estructura de grafo.

Estas tecnologías trabajan en conjunto para brindar una experiencia de juego inmersiva y garantizar una gestión eficiente de los datos del usuario y las pistas del juego. Esta sinergia entre los distintos componentes garantiza un flujo de información fluido y un rendimiento óptimo, lo que contribuye a una experiencia de juego ininterrumpida y enriquecedora para los jugadores.

7. ALCANCES

Los alcances abarcan diversas perspectivas, para un enfoque integral que asegure una comprensión profunda y holística del estudio.

7.1. Perspectiva investigativa

La investigación es de tipo exploratoria porque se evaluará la viabilidad como herramienta de aprendizaje para niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos, considerando las estrategias didácticas y la implementación de elementos y pistas visuales, junto con la manipulación virtual de objetos mediante la tecnología de realidad virtual, con el objetivo de apoyar la comprensión de conceptos numéricos de manera amigable y efectiva en niños diagnosticados con discalculia; para asegurar que el diseño del juego aborde de manera efectiva las discapacidades de aprendizaje. La selección y diseño de los elementos visuales y objetos virtuales se basan en las mejores prácticas y hallazgos relevantes de investigaciones previas en el campo de la educación inclusiva y el uso de la realidad virtual como recurso pedagógico.

En segundo lugar, se considera la perspectiva descriptiva, que implica la recopilación de datos sobre el rendimiento de los niños en los acertijos y desafíos del juego, proporcionando una visión general de cómo este afecta su autoaprendizaje y su utilidad como herramienta educativa. Con características y mecánicas específicas. *El mapa encantado* busca proporcionar una experiencia educativa y divertida que mejore la comprensión de textos, el razonamiento numérico y la percepción auditiva. A través de la combinación de juegos y

realidad virtual inmersiva, promoviendo así la superación de obstáculos en la educación.

7.2. Perspectiva técnica

Se implementarán estrategias visuales, como el uso de tipografía específica para dislexia, resaltado de palabras clave y apoyo auditivo con lectura en voz alta. Además, se ofrecerá retroalimentación inmediata y la posibilidad de ajustar la velocidad de lectura para adaptarse a las necesidades de cada niño. Estas características permitirán mejorar la comprensión de textos y el proceso de lectura, favoreciendo así el aprendizaje de los niños con dislexia y problemas auditivos.

Se incorporarán subtítulos o transcripciones de audio para todas las instrucciones orales, junto con visualizaciones y representaciones gráficas de sonidos. Adicionando opciones de ajuste de volumen y frecuencia, así como ejercicios de discriminación auditiva adaptados a las necesidades específicas de los usuarios. Estas estrategias asegurarán una experiencia de juego accesible y amigable para los niños con discapacidades auditivas y con dislexia, mejorando su percepción auditiva y comprensión del contenido.

Para lograr este propósito, la solución se apoyará en la adopción de tecnologías como la realidad virtual, la librería *RTX* y bases de datos *NoSQL*, junto con el empleo de algoritmos de adaptabilidad, permitirá brindar una experiencia de juego envolvente y personalizada. La implementación del juego en *Unity* y su integración con *Oculus SDK* asegurará una interacción inmersiva y accesible para los niños. Asimismo, la utilización de *MongoDB* y *Neo4j* facilitará la gestión eficiente de los datos del usuario y las pistas del juego, respectivamente. Con pruebas rigurosas y ajustes de rendimiento, se garantiza

un producto final que promueva el autoaprendizaje y el desarrollo de habilidades académicas clave en este grupo demográfico.

7.3. Perspectiva de resultados

Se emplearán escalas de evaluación específicas para medir la efectividad de las estrategias implementadas en el juego, como la tipografía para dislexia, el apoyo auditivo con lectura en voz alta, y las visualizaciones gráficas de sonidos, entre otros. Los resultados obtenidos permitirán identificar la eficacia de la solución tecnológica en el apoyo al aprendizaje de los niños con discapacidades del aprendizaje y evaluar su percepción sobre el entorno educativo inclusivo y personalizado proporcionado por la realidad virtual inmersiva.

Para lograrlo se toman cinco indicadores base como la mejora en la comprensión numérica, auditiva y de lectura; así también, la participación y motivación, aceptación y accesibilidad, autonomía y confianza, entre otros. Los resultados obtenidos tienen el potencial de mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje y el desarrollo académico de los niños con discalculia, dislexia y problemas auditivos, al proporcionarles un entorno educativo inclusivo y adaptado a sus necesidades individuales a través de una solución de juego de aventura inmersiva. Y para medir la efectividad de la realidad virtual inmersiva como herramienta que ayuda a la mejora en el aprendizaje para los niños que sufren de dislexia, discalculia y problemas auditivos, se realiza la comparativa entre tres grupos de estudio.

8. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de una herramienta educativa inclusiva es necesario sentar las bases necesarias para entender las discapacidades del aprendizaje y el uso de tecnologías educativas avanzadas, como la realidad virtual inmersiva.

8.1. Qué son las discapacidades del aprendizaje

En un entorno educativo ideal, es esencial que todos los estudiantes tengan la oportunidad de alcanzar su máximo potencial. Sin embargo, algunos estudiantes enfrentan desafíos únicos en su camino hacia el aprendizaje pleno. Estas dificultades pueden manifestarse en áreas cruciales como las matemáticas, la lectura y la escritura, lo que a menudo se agrupa bajo el término discapacidades en el aprendizaje (Freeman, 2018).

Estas discapacidades, afectan la forma en que los estudiantes procesan y asimilan información, pueden presentarse de diversas maneras. Algunos estudiantes pueden requerir más tiempo para comprender conceptos, mientras que otros podrían necesitar apoyo adicional para tareas específicas. Cada estudiante tiene su propia combinación única de desafíos y fortalezas.

En este contexto, es fundamental reconocer que el éxito educativo no tiene una única fórmula. Cada estudiante con discapacidad tiene necesidades individuales que merecen una atención cuidadosa (Del Rocío Macas-Macas y Guevara-Vizcaíno, 2020). Es por ello por lo que se deben de reconocer las diversas discapacidades en el aprendizaje, desde las que afectan la lectura y escritura hasta las que impactan en las habilidades matemáticas. Comprender

cómo adaptar enfoques y estrategias es una meta fundamental para garantizar que todos los estudiantes tengan igualdad de oportunidades para triunfar académicamente.

Entre las diversas discapacidades de aprendizaje, se profundiza en tres en particular: la dislexia, la discalculia y los problemas auditivos. Estas discapacidades, aunque difieren en su naturaleza, comparten un impacto significativo en la educación de los niños (Fiuza y Fernández, 2014).

8.1.1. Dislexia

Para comprender como la dislexia afecta al estudiante, es necesario comprender el concepto y las características que el estudiante puede presentar.

8.1.1.1. Concepto

Es primordial distinguir entre lectores deficientes (lectores lentos o estudiantes que tienen dificultades en la comprensión de causas socioculturales, intelectuales o emocionales) de niños con dislexia (IDA, 2018). La dislexia es una discapacidad específica del aprendizaje que afecta la capacidad de una persona para leer e identificar la relación entre los sonidos del habla (Lahti, 2020). Las personas con dislexia tienen dificultad para leer con fluidez y sin errores. Si bien la causa exacta de la dislexia no se comprende por completo, se cree que es una combinación de factores genéticos neurológicos y ambientales (IDA, 2018).

Las personas con dislexia enfrentan una variedad de desafíos, incluida la dificultad para reconocer palabras, confundir letras o números similares y problemas para comprender el texto escrito (Lahti, 2020). Es importante recalcar que los síntomas de la dislexia pueden variar entre las personas, entra las más

comunes se encuentra la dificultad para reconocer palabras, confusión al escribir letras similares y dificultad en la comprensión lectora (IDA, 2018).

8.1.1.2. Características

Según la Asociación Internacional de la Dislexia, conocida por sus siglas en Ingles como IDA (2018), indica que una persona con dislexia suele presentar varias características que persisten en el tiempo e interfieren en su aprendizaje, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación de características

Categorías	Características
<i>Comunicación Oral</i>	Retraso en aprender a hablar Dificulta al pronunciar palabras Dificultad para ampliar el vocabulario o utilizar gramática adecuada a su edad Dificultad al seguir instrucciones Confusión con antes/después, derecha/izquierda, etc Dificultad para aprender el alfabeto, canciones infantiles o canciones Dificultad para comprender conceptos y relaciones Dificultad para recuperar palabras o problemas de denominación Dificultad para identificar palabras o problemas de denominación
<i>Lectura</i>	Dificultad para aprender a leer Dificultad para identificar o generar palabras que rimen, o para contar sílabas en las palabras Dificultad para oír y manipular los sonidos de las palabras Dificultad para distinguir los diferentes sonidos de las palabras Dificultad para aprender los sonidos de las letras Dificultad para recordar nombres y formas de letras, o para nombrar letras rápidamente Cambiar el orden de las letras al leer o deletrear Leer mal u omitir palabras cortas comunes Tropezar con palabras más largas Comprensión lectora deficiente durante la lectura oral o silenciosa Lectura oral lenta y laboriosa
<i>Escritura</i>	Dificultad para plasmar ideas en papel Muchas faltas de ortografía Dificultad para corregir textos

Continuación de la Tabla 1.

Categorías	Características
<i>Otros síntomas</i>	Dificultad para nombrar colores, objetos y letras de manera rápida Mala memoria para listas, instrucciones o hechos Necesidad de ver o escuchar conceptos cierta cantidad de veces para entenderlos Distracción por estímulos visuales o auditivos

Nota. Detalle de las características que puede presentar una persona que padezca dislexia. Elaboración propia, realizado con Excel.

8.1.2. Discalculia

Para comprender como la discalculia afecta al estudiante, es necesario comprender el concepto y las características que el estudiante puede presentar.

8.1.2.1. Concepto

La discalculia, es un trastorno de aprendizaje que afecta la comprensión y el dominio de las matemáticas, se manifiesta como una dificultad específica en la realización de cálculos y la adquisición de conocimientos numéricos (Conley, 2022). La discalculia puede desarrollarse y puede ser adquirida, esta condición puede surgir tanto en la infancia como en la adultez, en respuesta a factores genéticos o lesiones cerebrales. A menudo denominada erróneamente como *dislexia matemática*, la discalculia se distingue por la dificultad en la manipulación y comprensión de los números, y se caracteriza por una serie de síntomas que abarcan desde problemas en el conteo y la memoria de trabajo, hasta desafíos en la percepción visual y el procesamiento espacial (Salisa y Meiliasari, 2023).

Los síntomas de la discalculia tienden a manifestarse en edades tempranas, coincidiendo con el inicio de la educación matemática en la escuela.

Sin embargo, es importante destacar que los adultos también pueden verse afectados por esta condición, ya que puede durar hasta la edad adulta, interfiriendo con el rendimiento académico o laboral (Vigna et al., 2022). Los individuos que experimentan la discalculia se encuentran con obstáculos en diversas áreas, como la interpretación numérica, la representación visual, la capacidad de razonamiento cuantitativo y la memoria de procedimientos matemáticos (Conley, 2022). A menudo, la discalculia puede coexistir con otros trastornos de aprendizaje y condiciones de salud mental, aunque es crucial recalcar que esta dificultad en matemáticas no está vinculada a una disminución general de la inteligencia o las capacidades de la persona en otros aspectos académicos (IDA, 2018).

8.1.2.2. Características

Las características de la discalculia impactan en el desarrollo de las habilidades matemáticas de las personas que la padecen de varias maneras como se listan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Clasificación de características

Categoría	Características
<i>Comunicación Oral</i>	Dificultad para calcular y contar números Dificultad para identificar operaciones matemáticas básicas Dificultad para comprender conceptos matemáticos y relaciones numéricas Dificultad para comprender instrucciones matemáticas Dificultad para realizar operaciones y cálculos aritméticos Dificultad para resolver problemas de palabras
<i>Escritura</i>	Dificultad para escribir símbolos y funciones matemáticas Dificultad para identificar palabras reservadas para problemas matemáticos

Continuación de la Tabla 2.

Categoría	Características
<i>Lectura</i>	Dificultad para comprender conceptos matemáticos Dificultad para leer símbolos y funciones matemáticas Dificultad para comprender instrucciones matemáticas Dificultad para identificar palabras como variables o constantes
<i>Otros síntomas</i>	Dificultad para manipular objetos matemáticamente Habilidades espaciales pobres Memoria de trabajo débil

Nota. Detalle de las características que puede presentar una persona que padezca discalculia.
Elaboración propia, realizado con Excel.

8.1.3. Problemas auditivos

Para comprender como los problemas auditivos afectan al estudiante, es necesario comprender el concepto y las características que el estudiante puede presentar.

8.1.3.1. Concepto

La pérdida de audición puede tener un impacto significativo en individuos con discapacidades de aprendizaje de formas que no son evidentes de inmediato. Por ejemplo, ciertos comportamientos asociados a la pérdida auditiva, como la falta de atención y la dificultad para seguir instrucciones, a menudo son erróneamente atribuidos a la propia discapacidad de aprendizaje. Esto puede llevar a diagnósticos incorrectos o tardíos (Alnaim & Drei, 2023).

Lamentablemente, la pérdida de audición muchas veces pasa desapercibida o no se diagnostica a tiempo, lo que disminuye las posibilidades de que personas con dificultades de aprendizaje reciban el diagnóstico y tratamiento adecuados para sus problemas auditivos (Bowen & Probst, 2023).

Esto se debe, en parte, a conceptos erróneos y obstáculos en la evaluación, también se debe tener en cuenta que no todas las pérdidas auditivas son iguales. De hecho, hay muchos factores que juegan un papel importante en el desarrollo de la discapacidad, como lo son el momento de la aparición, el ambiente en el que se desenvuelve (escolar y social), y las relaciones familiares (Fiuza y Fernández, 2014). Las personas con dificultades de aprendizaje tienen un mayor riesgo de padecer pérdida auditiva en comparación con la población general, pero es menos probable que reciban un diagnóstico oportuno para sus problemas auditivos. La combinación de pérdida de audición junto con una discapacidad de aprendizaje previa puede agravar las dificultades de aprendizaje y la interacción social del individuo (Alnaim & Drei, 2023).

8.1.3.2. Características

Las personas con problemas auditivos pueden presentar una variedad de dificultades de aprendizaje debido a factores como el grado de pérdida auditiva, la edad de inicio de la pérdida auditiva, el uso de dispositivos de asistencia auditiva, el idioma materno y las modalidades de comunicación elegidas (Nelson & Bruce, 2019). Algunas de las características principales se listan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Clasificación de características

Categoría	Características
<i>Comunicación Oral</i>	Retraso en el desarrollo del lenguaje Dificultad en la comprensión del lenguaje Dificultad para expresarse a través del lenguaje
<i>Otros síntomas</i>	Dificultad para manipular objetos Dificultades en el control de la motricidad fina que afecte el lenguaje hablado como el lenguaje de señas

Nota. Detalle de las características que puede presentar una persona que padezca de problemas auditivos. Elaboración propia, realizado con Excel.

8.1.4. Desafíos en el autoaprendizaje para personas con discapacidades del aprendizaje

El proceso de autoaprendizaje plantea una serie de desafíos singulares que requieren enfoques y estrategias adaptables, especialmente para aquellas personas que enfrentan dificultades en el aprendizaje. Superar estos obstáculos demanda una aproximación integral que considere las barreras inherentes a cada discapacidad, con el objetivo de facilitar un proceso educativo equitativo y enriquecedor para cada estudiante.

Entre los desafíos más recurrentes que emergen al abordar el autoaprendizaje, según Fiuza y Fernández (2014), se incluyen:

- La estructuración y organización eficaz de los contenidos a estudiar.
- Mantener la motivación y la disciplina de manera constante.
- Obtener retroalimentación precisa y oportunidades para corregir posibles errores.
- Afrontar el aislamiento y la falta de interacción social.

Conforme a Lahti (2020), los niños que experimentan dislexia confrontan retos sumamente específicos, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Lectura y escritura: Enfrentan obstáculos en la decodificación, ortografía y expresión escrita, lo que repercute en su habilidad para acceder de manera autónoma a la información y comprenderla.
- Atención y concentración: Experimentan dificultades para mantener períodos prolongados de enfoque en el estudio, lo que dificulta la absorción y retención efectiva de la información.
- Autoestima reducida y frustración: Las dificultades persistentes en el aprendizaje pueden mermar su confianza en las habilidades académicas, lo que conlleva a una baja autoestima y sentimientos de frustración.
- Requerimiento de apoyo adicional: Es fundamental proporcionar asistencia suplementaria que los auxilie en la superación de los desafíos relacionados con la lectura y escritura.

Por otro lado, de acuerdo con Conley (2022), la discalculia guarda notables similitudes con la dislexia al compartir ciertos criterios. Los obstáculos que las personas con discalculia afrontan son los siguientes:

- Procesamiento numérico y cálculo matemático: se enfrentan a dificultades en la comprensión y manipulación de números, lo que complica la obtención de resultados precisos en operaciones matemáticas.
- Problemas de percepción visual: pueden experimentar dificultades para reconocer y comprender símbolos, así como representaciones visuales de números debido a desafíos en la percepción visual.
- Memoria de trabajo: la capacidad de retener y manipular información numérica en la memoria a corto plazo se ve afectada, lo que influye en su habilidad para realizar cálculos y procesos matemáticos.

- Comprensión de conceptos matemáticos abstractos: les cuesta comprender conceptos matemáticos abstractos como fracciones, proporciones y ecuaciones algebraicas.

La discapacidad auditiva presenta diversos retos en el contexto del autoaprendizaje, tal como señalan Nelson y Bruce (2019). Estos desafíos engloban:

- Limitado acceso al lenguaje: esta limitación impacta tanto en la comprensión como en la expresión lingüística, lo que a su vez dificulta la escritura y la comprensión lectora debido a un efecto de repercusión.
- Comunicación problemática: dado que se requieren sistemas de comunicación alternativos, se vuelve esencial emplear tales sistemas para asegurar que la participación e interacción no se vean comprometidas en el entorno de estudio.
- Obstáculos en el acceso a la información auditiva: dificultades al acceder a explicaciones verbales o materiales de audio constituyen una barrera para obtener información crítica.
- Estigma y discriminación societal: la discriminación y el estigma que a menudo experimentan en la sociedad resultan en la pérdida de oportunidades y recursos educativos.

8.1.5. Identificación de las necesidades específicas de usuarios con dislexia, discalculia y problemas auditivos en el autoaprendizaje

El autoaprendizaje desempeña un papel importante en la educación, especialmente en el desarrollo de habilidades académicas. Esta modalidad de aprendizaje permite a los individuos explorar áreas que les resulten genuinamente interesantes, o profundizando en temas que despiertan su curiosidad o que necesiten reforzar. En el caso de los niños que padecen de dislexia, discalculia y problemas auditivos, se necesitan necesidades específicas a cubrir cuando se quiere poner en práctica el autoaprendizaje, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.
Necesidades específicas para los usuarios

Tema	Necesidades de autoaprendizaje	
<i>Dislexia</i>	Conciencia fonológica	Actividades para identificar y manipular fonemas
	Enseñanza de lectura y escritura	Enfoque en la relación fonema-grafema y fonética
	Organización y estrategias	Hábitos de estudio, enfoque en la tarea y técnicas para pensar sobre el pensamiento
	Uso de recursos multimedia	Utilización de herramientas multimedia para mejorar la experiencia de aprendizaje
	Enseñanza explícita	Métodos directos para abordar conceptos matemáticos y fonológicos
	Enfoque basado en intereses	Mantener el compromiso y la motivación a través de intereses personales
	Apoyos visuales y verbales	Proporcionar instrucciones claras y visuales en problemas matemáticos
	Práctica repetida	Repetición y práctica en habilidades clave
	Tiempo adicional	Ofrecer tiempo extra en tareas y evaluaciones

Continuación de la Tabla 4.

Tema	Necesidades de autoaprendizaje	
<i>Discalculia</i>	Enseñanza explícita	Instrucción clara y directa en conceptos numéricos
	Enfoque basado en intereses	Utilización de intereses personales para mantener el compromiso
	Apoyos visuales y organización	Proporcionar instrucciones visuales y sistemas de organización
	Uso de calculadoras y tablas	Acceso a calculadoras y tablas para agilizar cálculos
	Práctica y tiempo adicional	Repetición, práctica y tiempo extra para lograr maestría
<i>Problemas auditivos</i>	Acceso a materiales y recursos	Adaptación de materiales a formatos visuales o lenguaje de señas
		Tecnologías que faciliten la comprensión y acceso a la información
	Desarrollo del lenguaje	Enseñanza del lenguaje de señas o uso de tecnologías de asistencia auditiva
	Promoción de autonomía	Fomentar la toma de decisiones y la gestión personal del aprendizaje
	Tecnologías de asistencia	Uso de audífonos, implantes cocleares y dispositivos de amplificación de sonido
		Acceso a tecnologías que mejoren la participación en actividades de aprendizaje

Nota. Detalle de las necesidades que se identifican se deben cubrir para el autoaprendizaje con personas que padecen de dislexia, discalculia y problemas auditivos. Elaboración propia, realizado con Excel con fuentes de Nelson y Bruce (2019), *Children who are Deaf/Hard of Hearing with Disabilities: Paths to Language and Literacy*. Stevenson (2023), *Effective methods of teaching phonological awareness and phonics to individuals with reading difficulty*. Durgungoz & Durgungoz (2021), *Exploring the use of touchscreen devices for children with special educational needs and disabilities: digital vs. traditional*. Ida40york (2018), Vigna et al., (2022) *Dyscalculia in Early Adulthood: Implications for numerical activities of daily living*. y Conley (2022) *How to effectively support students with dyscalculia*.

8.2. Tecnologías en la educación para personas con discapacidades de aprendizaje

Las nuevas tecnologías están pavimentando un camino hacia la personalización del aprendizaje, la tecnología empodera a los estudiantes dándoles los medios necesarios para ser autodidactas, haciendo que la educación sea notable para el desarrollo digital en sus vidas (Juan et al., 2019). Con la tecnología y el acceso a los recursos más allá de las paredes de un aula, los estudiantes se inspiran para convertirse en solucionadores de problemas, pensadores críticos, colaboradores y creadores. La integración de la tecnología en las aulas es un éxito, cuando los estudiantes desarrollan un amor por el aprendizaje para toda la vida.

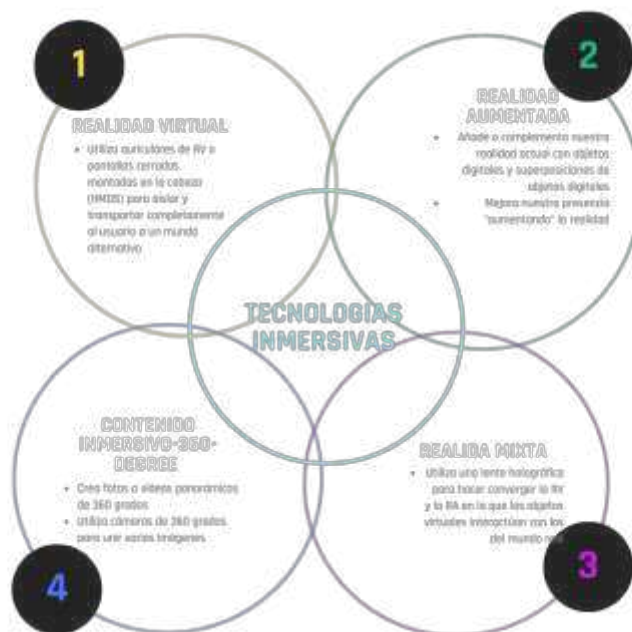
8.2.1. ¿Qué es la realidad virtual (VR)?

En una simulación de realidad virtual generado mediante tecnología informática, se simula y se muestra un entorno por el cual se puede caminar e interactuar con objetos y personas simuladas (comúnmente denominados agentes o avatares). Un entorno virtual suele representarse como un mundo tridimensional y, a menudo, los mundos virtuales tratan de replicar el mundo real tanto en su apariencia como en la forma en que se comportan los objetos (Ruano et al., 2019). No obstante, hay que señalar que no es necesario que este espacio virtual sea similar al mundo real. De hecho, una de las virtudes de los entornos virtuales es que pueden utilizarse para representar escenarios totalmente irreales (Christou, 2010). Sin embargo, a efectos de formación, los entornos virtuales simulan el entorno en el que un usuario acabará operando y proporcionan un entorno seguro en el que ensayar ciertos escenarios en concreto.

8.2.1.1. Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta y 360 grados

Aunque el término realidad virtual puede utilizarse para describir distintos tipos de experiencias inmersivas o de realidad alterada, no es lo mismo que la realidad aumentada, como se describe en la Figura 3.

Figura 3.
Tecnologías inmersivas



Nota. Características de cada una de las tecnologías relacionadas con realidad virtual. Elaboración propia, realizado con Canva.

Según Kong & Kruke (2018), se debe tener en claro que el contenido inmersivo (360-Degree) no es RV. Sin embargo, la experiencia de 360 Degree se

utilizan en la RV, donde los usuarios ven contenidos de 360 grados dentro de un casco de RV. La RV utiliza sensores para seguir los movimientos de la cabeza del usuario y crear la ilusión de que está en un mundo alternativo sin visibilidad del mundo real. Con los contenidos de 360 Degree, los usuarios no están totalmente inmersos porque pueden mirar hacia arriba, hacia abajo y alrededor, pero no avanzar.

8.2.2. ¿Cómo funciona la realidad virtual?

En la Figura 4 se muestra cómo se compone un sistema de RV.

Figura 4.

Vista esquemática de un sistema de RV



Nota. El diagrama muestra las relaciones que se manejan en la simulación del desarrollo de la realidad virtual. Elaboración propia, realizado con Canva.

El software de control de la VR es el corazón de este sistema. Según Christou (2010) se encarga de determinar cuándo deben aparecer en escena los dispositivos de visualización (por ejemplo, interfaces hápticas y visuales) y gestiona la comunicación entre la interfaz y el mundo virtual, actualizando adecuadamente el mundo cuando el usuario realiza una acción.

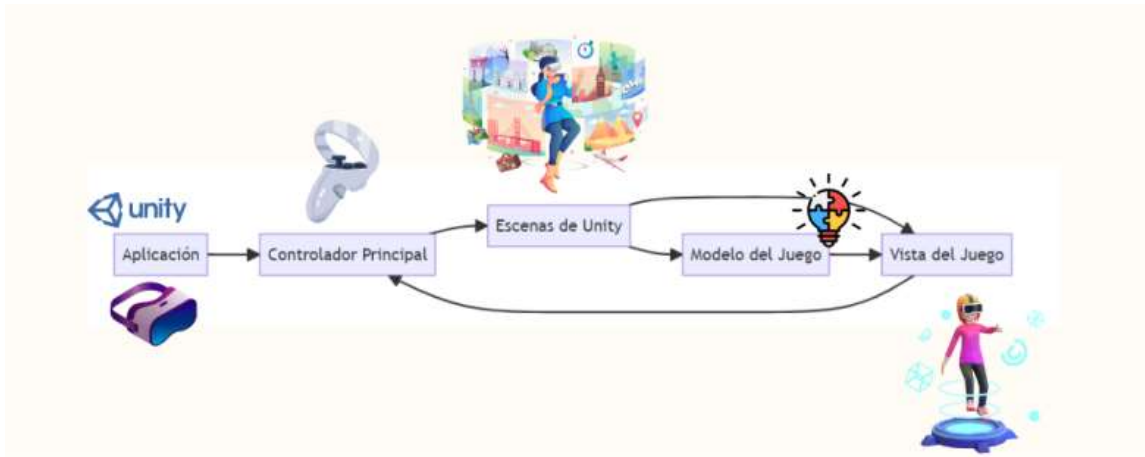
El entorno virtual se refiere a un espacio generado por computadora que simula la realidad y permite a los usuarios interactuar con él de manera inmersiva (Gomez-Tone et al., 2022). Esta representación incluye no sólo la apariencia, sino también información sobre el propio estatus y posición (Christou, 2010). Estas entidades pueden ser objetos estáticos o dinámicos, como objetos en movimiento o avatares. Las entidades dinámicas deben actualizarse periódicamente dentro del modelo de entorno virtual.

Se requiere un motor físico para lograr una simulación realista, como se muestra en la Figura 4, ejemplificado por *Unity*. El motor físico incluye reglas que gobiernan el movimiento y la interacción de objetos dinámicos. Las características más comunes de un motor física incluyen la detección de colisiones (calcular cuándo un objeto cruza a otro) y el modelado de las leyes de la mecánica newtoniana.

La capa de interfaz táctil del sistema proporciona entrada y salida al usuario. Los componentes principales incluyen una interfaz visual que permite al usuario ver el mundo y algunos tipos de dispositivos de navegación. Los dispositivos hápticos permiten al usuario iniciar movimientos virtuales de la mano o el dedo en el entorno (la mano o el dedo están en el entorno) y proporcionan al usuario retroalimentación táctil cuando la mano o el dedo toca un objeto, todas estas relaciones del sistema se pueden comprender de mejor manera en la Figura 5.

Figura 5.

Desarrollo de componentes



Nota. El diagrama muestra el flujo de los componentes en la simulación del desarrollo de la realidad virtual. Elaboración propia, realizado con Canva.

8.2.3. Uso de la realidad virtual inmersiva en el aprendizaje

La realidad virtual (RV) ha estado presente durante varios años, pero recientemente ha experimentado una disminución en los costos, volviéndose más accesible para un público más amplio (Miguélez-Juan et al., 2019). Esta reducción en el precio ha permitido que la RV se convierta en una herramienta asequible para explorar y aplicar en diversas actividades y entornos. Una de las ventajas más notables de la RV es su percepción inmediata, lo que agrega un valor significativo, especialmente en el ámbito educativo (Gomez-Tone et al., 2022). Los usuarios pueden adentrarse rápidamente en la tecnología y participar en entornos virtuales de manera natural.

En comparación con las tecnologías tradicionales, la RV elimina gran parte de la brecha entre el usuario final y el software. En los enfoques convencionales,

elementos como la pantalla del ordenador, el ratón y el cursor pueden generar una abstracción que requiere tiempo y esfuerzo para dominar (Ruano et al., 2019). La RV, por otro lado, ofrece una experiencia más inmersiva y directa, lo que acelera el proceso de aprendizaje de las herramientas tecnológicas.

Según Tribe (2023), mediante la tecnología de RV, los usuarios tienen la oportunidad de fomentar su imaginación, potenciar su creatividad y adquirir conocimiento. Esta interacción posibilita la creación de un entorno innovador y acogedor, diseñado para ser intuitivo y de fácil manejo, lo que da lugar a un mundo repleto de posibilidades. A través de esta herramienta, se persigue el desarrollo de estrategias innovadoras, emergiendo de manera natural mientras el usuario se sumerge en la aplicación (Kong & Kruke, 2018).

Según Christou (2010), en entornos educativos, las aplicaciones de Realidad Virtual (RV) se pueden clasificar en dos categorías principales: aquellas en las que los profesores emplean aplicaciones preexistentes (como *Biología Celular*, *Exposición Virtual de Gorilas*, *MaxwellWorld*, *Atom World*, *Newton World* y *Villa Griega*), y aquellas en las que los estudiantes diseñan mundos virtuales para poner a prueba hipótesis (*Virtual Stage*, *Wetland Ecology*). Las aplicaciones preexistentes incluyen un entorno virtual completo, software de soporte y el hardware necesario para que los estudiantes aborden tareas específicas de aprendizaje.

Desde su concepción, la tecnología se ha diseñado con el propósito de simplificar todas las labores humanas (Melinda & Widjaja, 2022). La implementación de la Realidad Virtual en la educación trasciende las limitaciones físicas de un aula convencional, permitiendo a los estudiantes acceder al aprendizaje en cualquier momento y lugar, lo que se conoce como aprendizaje ubicuo. Esta tecnología brinda la oportunidad de aprender en diversos contextos

de manera lúdica y social, proporcionando una experiencia educativa más allá de las aulas tradicionales y permitiendo que los estudiantes adquieran conocimientos de forma más fluida e involucrada en su entorno cotidiano (Christou, 2010).

8.2.3.1. Diseño inmersivo

Desde la intervención del diseño, existe una gran variedad de técnicas y diferentes métodos que pueden llevar a la solución de un problema de comunicación visual. Según Liu (2022), el diseño inmersivo se concentra en la integración de diversas modalidades de aprendizaje, como imágenes, videos, gestos y lenguaje corporal, entre otros, con el objetivo de estimular los canales multisensoriales de los estudiantes y atender sus requerimientos en cuanto a lenguaje, conocimiento y pensamiento. Su propósito es generar una experiencia de aprendizaje dinámica e interactiva que comprometa activamente a los estudiantes, fomentando un mayor nivel de compromiso y participación.

El diseño inmersivo surge como resultado del avance de las tecnologías de visualización, especialmente la realidad virtual y la realidad aumentada (Matovu et al., 2022). Todos los buenos diseños cuentan una historia, y los que sumergen a los usuarios en la experiencia lo hacen incorporando enfoques multimedia y multiformato. Estos formatos apelan a sentidos del usuario, principalmente a la vista, el sonido y el tacto (Sommer et al., 2020).

Para lograr que el usuario experimente una inmersión completa, es esencial que se someta a la suspensión de la incredulidad, un término que se utiliza para describir cómo los espectadores de una experiencia aceptan momentáneamente lo que están viendo, dejando de lado su sentido crítico en términos de realismo. De acuerdo con Bruckner et al. (2022), la narrativa

desempeña un papel crucial al proporcionar cohesión en el espacio de una realidad virtual, lo que permite una experiencia fluida y coherente, independientemente del ritmo o la dirección que tome el usuario.

8.2.3.2. ¿Cómo lograr la inmersión?

La realidad virtual (VR) ha surgido como una herramienta poderosa para crear entornos simulados que brindan experiencias envolventes. Según Matovu et al. (2022) y Sommer et al. (2020) para lograr una inmersión exitosa se necesitan abarcar los siguientes aspectos:

- **Experiencia multisensorial y realismo:** la experiencia inmersiva en VR se ve mejorada a través de la utilización de dispositivos de realidad virtual, como cascos de realidad virtual (HMD), que ofrecen una visión de 360 grados y gráficos realistas de alta calidad. Además, se incorporan sonidos envolventes y realistas para una experiencia auditiva inmersiva. La retroalimentación táctil a través de controladores hápticos y la consideración de olores añaden capas sensoriales que enriquecen la experiencia.
- **Narrativa y emoción:** la creación de una narrativa envolvente se convierte en un pilar fundamental para mantener a los usuarios comprometidos y emocionalmente conectados con la experiencia virtual. Asignar roles de personajes identificables y proporcionar una trama con desafíos permite a los usuarios tomar decisiones que afectan el desarrollo de la historia.
- **Interacción física y control:** la integración de acciones corporales y la capacidad de interactuar con el entorno virtual contribuyen significativamente a la sensación de inmersión. Movimientos corporales relevantes, como caminar y manipular objetos virtuales, se pueden realizar a través de controladores y guantes, lo que permite a los usuarios

manipular elementos en el entorno virtual y observar las consecuencias de sus acciones.

- Representación del usuario en el entorno: la inclusión de una representación del cuerpo del usuario en el entorno virtual, ya sea a través de avatares o la visualización de manos y cabeza, refuerza la sensación de presencia. Esto permite a los usuarios sentir que están presentes y participando activamente en el entorno virtual.

8.2.3.2.1. Pilares de un diseño inmersivo

Difuminar la línea entre la interfaz de usuario y el contenido, se considere ambos términos en relación con el diseño inmersivo. Este contenido constituye el ¿Qué? y el ¿Por qué? del diseño, mientras que la pregunta clave es: ¿Cómo se relacionará un usuario con él? La respuesta a esta interrogante variará según la experiencia específica que se esté buscando desarrollar (Sommer et al., 2020).

Según Lege y Bonner (2020), es crucial evitar interrupciones en la inmersión. Aunque el manejo de la carga cognitiva puede ser influenciado en cierta medida mediante el diseño didáctico, existen otros factores que tienen el potencial de socavar la eficacia educativa de la realidad virtual. Si no se abordan adecuadamente, los beneficios de la inmersión proporcionada por la RV podrían disminuir debido a elementos que interrumpen la ilusión, tales como aberraciones visuales o la baja calidad de las imágenes.

Es esencial no comprometer la narrativa en aras del progreso tecnológico. Aunque la tecnología avanzada tiene el poder de deslumbrar e inspirar, no debe poner en riesgo ni la experiencia del usuario ni la historia que se desea transmitir. Cada función, capacidad e interacción debe tener un propósito definido. En última

instancia, la integridad narrativa y la experiencia del usuario deben seguir siendo los pilares fundamentales en medio de cualquier avance tecnológico (Bruckner, et al., 2022).

Optar por la sencillez, por naturaleza, las experiencias inmersivas pueden parecer complejas; sin embargo, eso no significa que tengan que ser complicadas de navegar. Según Tarantino et al. (2023), la aproximación a la sencillez puede aumentar la efectividad de los procesos de aprendizaje, reducir distracciones ambientales y fomentar la concentración, en parte gracias a la creación de entornos simples y predecibles que se perciben como menos estresantes para los usuarios.

8.2.4. Aplicaciones de la realidad virtual

La medicina, el entretenimiento, la educación y la arquitectura son algunos de los ámbitos en los cuales se ha visto el progreso en uso de esta tecnología y se han dado a conocer las ventajas que esta herramienta ofrece (Miguélez-Juan et al., 2019).

Según Gómez-Tone et al. (2022), Akbulut et al. (2018) y Christou (2010), en los diversos campos explorados en el ámbito de la realidad virtual (RV), se pueden identificar las siguientes áreas de aplicación:

- Medicina: un ejemplo notable es el empleo de Simodont, un simulador odontológico de RV. Además, se ha implementado un entorno de RV en la Universidad Estatal de Oklahoma para la formación en cirugía ortopédica.
- Educación: la RV ha demostrado su eficacia en entornos educativos, mejorando la retención de conocimientos en los alumnos. Los estudiantes

pueden participar en clases interactivas donde interactúan con profesores virtuales y obtienen respuestas predefinidas en un entorno tridimensional.

- Entretenimiento: los usuarios pueden aprovechar la RV para practicar en escenarios seguros, especialmente en deportes de riesgo, o para disfrutar de experiencias inmersivas a través de videos y videojuegos.
- Arquitectura: los arquitectos se benefician de la RV para concebir y presentar proyectos de manera más efectiva a los clientes. Asimismo, esta tecnología facilita la gestión de instalaciones y la revisión detallada de edificios, entre otras aplicaciones.
- Industria: los simuladores de vuelo fueron pioneros en la implementación de la RV. Los "Gemelos Digitales" (Digital Twin) son recreaciones virtuales de objetos físicos que permiten a los operarios de fábricas practicar y probar en un entorno virtual.
- Cultura/arte: museos y galerías han adoptado la RV para ofrecer visitas virtuales y experiencias inmersivas que fomentan la comprensión de la historia y la cultura detrás de cada obra. Un ejemplo es el Exploratorium, un museo científico que utiliza exposiciones prácticas para enseñar ciencia.
- Militar: la simulación interactiva distribuida (DIS) hace uso de la RV para entrenar a personal militar en entornos simulados de combate.

8.2.4.1. Ejemplos de aplicaciones en el ámbito educativo

En el contexto del ámbito educativo, la implementación de diversas aplicaciones tecnológicas ha revolucionado la manera en que se enseñan y aprenden los contenidos. Estas aplicaciones no solo facilitan el acceso a una amplia gama de recursos educativos, sino que también promueven un aprendizaje interactivo y personalizado.

8.2.4.1.1. InMind 2

La aplicación se fundamenta en un emocionante juego de aventuras que pone un gran énfasis en explorar la química subyacente a las emociones humanas. Su inspiración proviene en gran medida de la película de *Pixar/Disney Inside Out* y, desde una perspectiva más científica, de la teoría de las emociones propuesta por Lövheim. Esta innovadora experiencia busca guiar a los usuarios a comprender el funcionamiento interno del cerebro humano, todo a través de un fascinante viaje a una recreación virtual del mismo (Luden.io, 2023).

8.2.4.1.2. VR Lessons by ThingLink

La esencia de esta aplicación radica en la entrega de clases interactivas que abarcan campos como la ciencia, el lenguaje y el arte. A través de esta plataforma, es posible adentrarse en la exploración de escenarios como el ecosistema de una región remota, por citar un ejemplo. Diseñadas específicamente para estudiantes de primaria, estas lecciones están concebidas con el objetivo de fomentar un aprendizaje más lúdico y ameno en una variedad de materias clave que abarca la aplicación (VR Lessons, 2023).

8.2.4.1.3. Unimersiv

Se posiciona como una de las plataformas más influyentes en el ámbito de la enseñanza educativa en realidad virtual, destacando por su enfoque expansivo. Sus aplicaciones abarcan esferas como el espacio, la anatomía y la historia. Cada mes, la página principal se actualiza con nuevas y enriquecedoras experiencias educativas. Aunque su núcleo principal radica en aplicaciones dirigidas a los ámbitos previamente mencionados, recientemente han ampliado su alcance al colaborar con empresas, brindando apoyo en la incorporación de la

realidad virtual en su formación. Este enfoque no solo contribuye a la reducción de costos asociados a la capacitación, sino que también mitiga riesgos inherentes a ciertos procesos de entrenamiento (Unimersiv, 2023).

8.2.4.1.4. Mondly VR

La plataforma de *Mondly* ha sido concebida con el propósito de enseñar los fundamentos de un idioma a través de diálogos básicos. Su singularidad radica en la incorporación de *chatbots* y tecnología de reconocimiento de voz, que constituyen los principales medios de interacción para los estudiantes en su búsqueda por dominar más de 30 idiomas. Este enfoque de estudio se basa en la utilización de diálogos reales de la vida cotidiana, lo que proporciona a los usuarios una experiencia de aprendizaje auténtica y amena (Mondly - Learn Languages Online for Free, 2023).

8.2.4.1.5. Anatomyou

La aplicación tiene como finalidad impartir conocimientos acerca de la anatomía humana desde una perspectiva singular, en la cual el usuario pasa a formar parte activa del sistema anatómico. A través de esta herramienta, es posible explorar el interior del cuerpo humano y adquirir un profundo entendimiento de los diversos sistemas que lo componen. Con una experiencia que podría compararse a la utilización de un endoscopio durante el recorrido, la aplicación permite sumergirse en un viaje educativo por el cuerpo humano, proporcionando una apreciación única de su funcionamiento interno (Anatomyou VR | App 3D Inmersiva De Anatomía Humana, 2020).

8.2.5. Metodología de aprendizajes para personas con dislexia, discalculia y problemas auditivos

Se abordan distintas estrategias pedagógicas adaptadas para apoyar el aprendizaje de personas con dislexia, discalculia y problemas auditivos, enfocándose en técnicas que promueven la inclusión y la efectividad educativa.

8.2.5.1. Estrategias de aprendizaje

Se contemplan estrategias de aprendizaje diseñadas para facilitar la educación inclusiva, enfocadas en satisfacer las necesidades específicas de estudiantes con dislexia, discalculia y problemas auditivos.

8.2.5.1.1. Adaptaciones y enfoques personalizados

Según Tsiakalou (2023), las adaptaciones y enfoques para los niños que sufren de dislexia, son las que se describen en la Tabla 5.

Tabla 5.

Adaptaciones y enfoques para la dislexia

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
<i>Enseñanza diferencial</i>	Adaptar el contenido curricular para abordar los estilos de aprendizaje y necesidades de cada estudiante disléxico	Utilizar materiales visuales, manipulativos y multisensoriales. Dependiendo de la necesidad a cubrir.
	Utilizar materiales visuales para reforzar la comprensión	Utilizar imágenes, gráficos y diagramas para ayudar a los niños a comprender y recordar la información

Continuación de la Tabla 5.

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
	Incorporar manipulativos y actividades multisensoriales para apoyar la adquisición de conceptos	La enseñanza de fonemas a través de movimientos corporales o la utilización de canciones y ritmos para ayudar a los niños a recordar y procesar la información. Además, se pueden utilizar materiales manipulativos, como letras y palabras en relieve, para que los niños puedan tocar y manipular mientras aprenden.
<i>Apoyo Individualizado</i>	Realizar evaluaciones iniciales para identificar las áreas de dificultad de cada niño	
	Ofrecer retroalimentación constructiva y refuerzo positivo	
	Enseñar a usar herramientas de organización y planificación	
	Diseñar un plan de apoyo personalizado basado en sus necesidades específicas	
<i>Uso de Tecnología de Asistencia</i>	Introducir software de lectura y escritura asistida para permitir el acceso al contenido escrito de manera más efectiva	Facilitar la práctica de habilidades de escritura y edición a través de programas de procesamiento de texto con funciones de apoyo
	Enseñar a usar herramientas de organización y planificación	
<i>Estrategias de Enseñanza Explícitas</i>	Enseñar a usar herramientas de organización y planificación	
	Enfatizar las reglas ortográficas y proporcionar ejercicios de práctica guiada	
	Implementar métodos explícitos para desarrollar habilidades de comprensión lectora	Utilizar resumen de textos y la identificación de ideas clave
<i>Apoyo Emocional y Motivacional</i>	Reconocer y validar los esfuerzos y logros del niño, independientemente de los desafíos de la dislexia	Fomentar el ambiente de aula inclusivo y libre de juicio
	Establecer metas realistas y alcanzables	Celebrar los avances
	Proporcionar retroalimentación positiva	Alentar la autoestima

Continuación de la Tabla 5.

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
<i>Estrategia de Mnemotecnia</i>	Implementar técnica que ayuda a mejorar la memoria y la retención de información	Utilizar creación de acrónimos, la asociación de imágenes o la repetición espaciada para ayudar a los niños a recordar palabras, reglas ortográficas o conceptos

Nota. Acciones para realizar en una metodología enfocado para niños con dislexia. Elaboración propia, realizado con Excel.

Según Fauzan et al. (2022), las adaptaciones y enfoques para personas que sufren de dislexia, son las que se describen en la Tabla 6.

Tabla 6.

Adaptaciones y enfoques para la discalculia

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
<i>Uso de Manipulativos y Materiales Concretos</i>	Incorporar bloques de construcción, fichas, ábacos u otros objetos tangibles	Ayuda a visualizar y manipular conceptos matemáticos de forma concreta
<i>Enfoque Multisensorial</i>	Utilizar múltiples sentidos (tacto, vista, oído) en actividades de aprendizaje matemático	Emplear canciones, rimas y juegos de movimiento para aprender
	Facilitar la asociación de conceptos abstractos con experiencias sensoriales	
<i>Estrategias de Enseñanza Estructuradas</i>	Proporcionar estructura clara en la enseñanza de conceptos matemáticos	Dividir problemas en pasos más pequeños
	Fomentar la repetición y práctica regular de habilidades	
	Utilizar diagramas y gráficos para visualizar información matemática	
<i>Apoyo Individualizado</i>	Adaptar estrategias y actividades a necesidades específicas del estudiante	Simplificar instrucciones y presentar información en formatos más accesibles
	Ofrecer tiempo adicional para tareas	

Continuación de la Tabla 6.

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
<i>Apoyo Individualizado</i>	Ajustar evaluaciones para evaluar el conocimiento comprensivamente	

Nota. Acciones para realizar en una metodología enfocado para niños con discalculia. Elaboración propia, realizado con Excel.

Según Bowen & Probst (2023), las adaptaciones y enfoques para personas que sufren de problemas auditivos, son las que se describen en la Tabla 7.

Tabla 7.

Adaptaciones y enfoques para problemas auditivos

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
<i>Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)</i>	Uso de dispositivos de comunicación por voz y tablas de comunicación	
<i>Programas Educativos Individualizados</i>	Facilitar la comunicación efectiva para las personas con problemas auditivos	
	Utilizar herramientas visuales para visualizar información del tema que se esté trabajando	Deberá incluir dibujos, texto, graficas, imágenes, entro otros tipos de materiales visuales.
	Diseñar programas educativos adaptados a las necesidades específicas del estudiante	Deberá incluir estrategias de enseñanza y evaluación adecuadas
<i>Evaluación Diagnóstico Adecuados</i>	Realizar una evaluación exhaustiva de habilidades y necesidades del individuo	
	Fundamentar la provisión de apoyo en un diagnóstico preciso	
<i>Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)</i>	Adaptar estrategias y actividades a necesidades específicas del estudiante	Simplificar instrucciones y presentar información en formatos más accesibles
	Aplicar un enfoque que asegure acceso equitativo para todos los estudiantes	

Continuación de la Tabla 7.

Adaptaciones y Enfoques	Acción	Detalle
	Adaptar objetivos, materiales para individuales	estrategias y necesidades

Nota. Acciones para realizar en una metodología enfocada para niños con problemas auditivos.
Elaboración propia, realizado con Excel.

8.2.5.1.2. Diseño universal para el aprendizaje (DUA)

De acuerdo con Ewe et al. (2023), el marco del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye un conjunto de enfoques educativos que reconocen y se adaptan a una variedad de estilos de aprendizaje. Este enfoque proporciona oportunidades de aprendizaje que son inclusivas para una amplia gama de estilos, habilidades y necesidades, ampliando las opciones de los estudiantes para acceder a la información y fomentar el proceso de aprendizaje. Asimismo, el DUA fomenta una mayor participación social y promueve la inclusión. Por lo cual, la teoría y la práctica trabajan en sinergia en este contexto para responder al por qué, el qué y el cómo de la inclusión.

En esencia, el DUA se fundamenta en la diversidad de formas en que los individuos adquieren información y conocimiento. Esto se refleja en una serie de estrategias pedagógicas, como el trabajo en parejas, la utilización de materiales tangibles, el empleo de videos, la integración de la tecnología informática y la disponibilidad de recursos auditivos (Kelly et al., 2022). A su vez, se presentan alternativas para que los estudiantes puedan expresar su aprendizaje de maneras que trasciendan el enfoque tradicional basado en la escritura. Ejemplos

de estas alternativas incluyen la creación de videos, la enseñanza a compañeros, la elaboración de presentaciones, la realización de dibujos, esculturas y actividades de carácter dramático.

Una característica fundamental del DUA es su compromiso con los intereses individuales de los estudiantes (Ewe et al., 2023). Esto se traduce en la presentación de desafíos educativos que se ajustan a sus preferencias y motivaciones, fomentando así un mayor nivel de compromiso y entusiasmo por el aprendizaje. El DUA es una de las muchas formas de poner en práctica la inclusión.

Según Kelly et al. (2022), dentro del Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL), existen diversos ejemplos de adaptaciones y estrategias de aprendizaje que pueden emplearse:

- Diversificación de percepción: se propicia mediante la utilización de diversos medios y formatos para presentar la información. Imágenes, videos, texto escrito y actividades prácticas se combinan, permitiendo a los estudiantes acceder a la información a través de vías visuales, auditivas o táctiles. Esto asegura que cada estudiante pueda beneficiarse según sus necesidades y preferencias individuales.
- Facilitación de comprensión en diferentes lenguajes y representaciones: se brindan apoyos y adaptaciones especialmente destinados a estudiantes que enfrentan dificultades con el lenguaje o la interpretación de símbolos. Mediante la incorporación de imágenes, gráficos, diagramas y ejemplos concretos, se fomenta la comprensión y aplicación de conceptos, permitiendo a los estudiantes asimilar el contenido de manera más efectiva.

- Estímulo de comprensión en profundidad: se promueve a través de enfoques pedagógicos como la enseñanza explícita, el modelado y la retroalimentación. Estas estrategias ayudan a los estudiantes a construir significados sólidos y a entender la información en profundidad. Adicionalmente, se pueden implementar herramientas de organización y planificación para respaldar la fijación de objetivos y el seguimiento del progreso de los estudiantes.
- Fomento de variedad en la acción y expresión: se otorga a los estudiantes la oportunidad de demostrar su comprensión y habilidades a través de múltiples modalidades. Proyectos, presentaciones orales, escritura creativa y representaciones visuales son solo algunas de las opciones disponibles. Esto permite a los estudiantes emplear sus propias fortalezas y preferencias individuales para expresar su proceso de aprendizaje de manera más completa.

8.2.5.2. Beneficios y riesgos de las estrategias de aprendizaje

En la Tabla 8, se detallan los beneficios que brindan las estrategias del aprendizaje que van enfocadas para niños que sufren discapacidades del aprendizaje.

Tabla 8.

Beneficios de estrategias de aprendizaje

Beneficios	Descripción
<i>Mejora del acceso al contenido</i>	El uso de materiales visuales, manipulativos y multisensoriales como dicta el marco DUA ayuda a los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos a acceder al contenido de manera más efectiva. Esto les permite comprender y recordar la información de manera más fácil.

Continuación de la Tabla 8.

Beneficios	Descripción
<i>Mayor comprensión y retención de la información</i>	La enseñanza explícita y el uso de técnicas como mnemotécnicas ayudan a los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos a comprender y retener la información de manera más efectiva.
<i>Mayor autonomía y confianza</i>	El uso de tecnología de asistencia permite a los niños realizar tareas escolares y reforzar su aprendizaje de manera más independiente.
<i>Desarrollo de habilidades organizativas y de planificación</i>	Enseñar a los niños técnicas de organización y planificación les ayuda a manejar sus tareas y tiempos de estudio de manera más efectiva

Nota. Beneficios de las estrategias de aprendizaje para niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la Tabla 9, se detallan los beneficios que brindan las estrategias del aprendizaje que van enfocadas para niños que sufren discapacidades del aprendizaje.

Tabla 9.

Riesgos de estrategias de aprendizaje

Riesgos	Descripción
<i>Falta de reconocimiento y comprensión</i>	Muchos profesores y personas en general pueden no reconocer los síntomas de la dislexia o discalculia y no tener un conocimiento adecuado sobre esta condición. Esto puede dificultar la identificación temprana y el apoyo adecuado para los niños con dislexia y discalculia
<i>Falta de capacitación y recursos</i>	Los profesores pueden enfrentar dificultades para brindar apoyo a los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos debido a la falta de capacitación y recursos adecuados. Esto puede limitar su capacidad para implementar estrategias efectivas de enseñanza y adaptaciones en el aula
<i>Estigma y falta de conciencia</i>	La dislexia, discalculia y problemas auditivos a menudo está rodeada de estigma y falta de conciencia. Esto puede llevar a la discriminación y al trato injusto de los niños que padecen estas discapacidades, lo que dificulta su participación plena y su desarrollo académico

Continuación de la Tabla 9.

Riesgos	Descripción
<i>Barreras de acceso a la tecnología de asistencia</i>	Puede haber barreras de acceso a herramientas de asistencia, por la falta de recursos económicos o la falta de conocimiento sobre cómo utilizarlas de manera efectiva
<i>Falta de apoyo emocional y motivacional</i>	Los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos pueden enfrentar desafíos emocionales y de autoestima debido a sus dificultades de aprendizaje. La falta de apoyo emocional y motivacional puede afectar negativamente su bienestar y su motivación para aprender

Nota. Riesgos de las estrategias de aprendizaje para niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos. Elaboración propia, realizado con Excel.

9. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

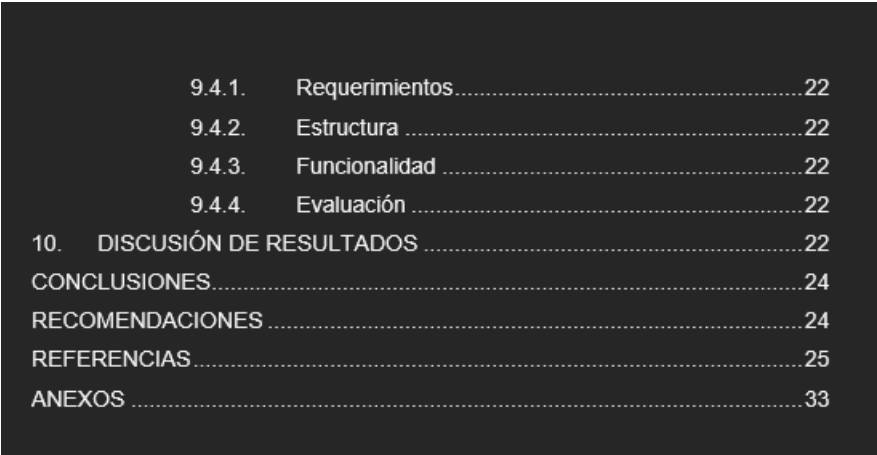
Se presenta la estructura sugerida para el desarrollo del contenido del trabajo, proporcionando un esquema organizado y coherente que facilite la comprensión y el acceso a la información clave del estudio en la Figura 6.

Figura 6.

Propuesta índice

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTA DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. OBJETIVOS	18
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	20
7. ALCANCES	21
8. MARCO TEÓRICO	22
9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	22
9.1. Diseño estratégico del proceso de aprendizaje para la aplicación del entorno virtual	22
9.1.1. Definición de objetivos de aprendizaje	22
9.1.2. Selección de contenido educativo	22
9.1.3. Estrategias de participación	22
9.2. Diseño audiovisual del entorno virtual	22
9.2.1. Diseño de interfaz de usuario	22
9.2.2. Creación de recursos multimedia	22
9.2.3. Integración de elementos gráficos	22
9.2.4. Selección de herramientas de producción audiovisual	22
9.2.5. Estándares de accesibilidad y usabilidad	22
9.3. Diseño del flujo interactivo dentro del entorno virtual	22
9.3.1. Estructura de navegación	22
9.3.2. Personalización de trayectorias de aprendizaje	22
9.3.3. Retroalimentación y comunicación interactiva	22
9.4. Implementación	22

Continuación de la Figura 6.



9.4.1.	Requerimientos.....	22
9.4.2.	Estructura	22
9.4.3.	Funcionalidad	22
9.4.4.	Evaluación	22
10.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	22
	CONCLUSIONES.....	24
	RECOMENDACIONES	24
	REFERENCIAS.....	25
	ANEXOS	33

Nota. La imagen muestra el índice propuesto para el estudio, realizado con Word y Snipping Tool.

10. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico adoptado en la investigación describiendo los procedimientos, técnicas y herramientas utilizadas para la recolección y análisis de los datos.

10.1. Características del estudio

El tipo de estudio es mixto, dado que se combinan elementos cuantitativos como cualitativos. De parte del aspecto cuantitativo se evaluarán la efectividad de la implementación de los elementos visuales y los entornos virtuales en términos de mejora en la comprensión numérica y lectora. Por otra parte, la experiencia y percepción de los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos forman parte dentro del aspecto cualitativo. La combinación de estas evaluaciones brindará una perspectiva holística y multidimensional de los resultados, que permitirán una comprensión más completa de la efectividad de la solución planteada.

El alcance de este estudio se divide en dos perspectivas distintas: la exploratoria y la descriptiva. En la perspectiva exploratoria, se busca evaluar la viabilidad de utilizar la realidad virtual como una herramienta de aprendizaje para niños que enfrentan desafíos en áreas como la discalculia, dislexia y problemas auditivos. Este enfoque incorpora estrategias didácticas y elementos visuales diseñados para abordar estas dificultades.

Por otro lado, la perspectiva descriptiva se enfoca en recopilar datos sobre el rendimiento de los niños en un juego específicamente diseñado para mejorar la comprensión de textos, el razonamiento numérico y la percepción auditiva. El

análisis de estos datos tiene como objetivo proporcionar una comprensión más profunda de cómo la realidad virtual puede impactar de manera positiva en estas áreas de desarrollo cognitivo en niños con necesidades educativas especiales.

El diseño adoptado será experimental dado que se busca implementar y evaluar una solución específica, empleando elementos visuales y pistas virtuales en un juego de realidad virtual inmersiva, con el objetivo de mejorar la comprensión numérica, lectora y auditiva para el aprendizaje en niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos.

10.2. Unidades de análisis

Para la fase de evaluación de la eficacia y beneficios del juego en la realidad virtual inmersiva, se utilizarán diversas técnicas de recolección de información, tanto cuantitativas como cualitativas. Estas técnicas se seleccionan con el objetivo de obtener una comprensión completa de los resultados. Las cuales son:

- Pruebas y evaluaciones estandarizadas: se administrarán pruebas numéricas, pruebas de lectura y evaluaciones de comprensión auditiva a los participantes antes y después de la interacción con el juego.
- Cuestionarios: se diseñarán cuestionarios estructurados que evalúan la experiencia de los usuarios, su percepción del juego, su nivel de satisfacción y su autopercepción de mejora en las habilidades específicas.
- Entrevistas: se llevarán a cabo entrevistas semiestructuradas con los participantes para obtener información cualitativa más detallada sobre su experiencia, desafíos encontrados y sugerencias de mejora.

- Observaciones: se llevarán a cabo observaciones directas de los participantes mientras interactúan con el juego para capturar comportamientos, reacciones y problemas en tiempo real.

La combinación de estas técnicas permite obtener una imagen completa de cómo el juego afecta el aprendizaje y la experiencia de los usuarios con discalculia, dislexia y problemas auditivos.

10.3. Variables

En la Tabla 10, se proporcionan las definiciones de las variables de investigación de manera detallada.

Tabla 10.

Variables en estudio

Variables	Descripción	Subvariables	Indicadores
<i>Autoaprendizaje en personas que sufren de discalculia, dislexia y problemas auditivos</i>	Es el proceso mediante el cual estas personas adquieren conocimientos y habilidades de forma independiente, adaptando estrategias y enfoques que se ajusten a sus necesidades y desafíos específicos	Discalculia	Porcentaje de aumento en las puntuaciones de pruebas numéricas antes y después de la interacción con el juego de realidad virtual
			Tasa de mejoramiento en la independencia de resolución de operaciones matemáticas complejas dentro del juego
		Dislexia	Porcentaje de aumento en las habilidades de lectura y comprensión de palabras y frases antes y después de la interacción con el juego
			Porcentaje de precisión en la identificación de letras y sonidos durante las actividades de lectura en el juego

Continuación de la Tabla 10.

Variables	Descripción	Subvariables	Indicadores
<i>Autoaprendizaje en personas que sufren de discalculia, dislexia y problemas auditivos</i>		Dislexia	Tasa de aumento en el interés hacia la lectura después de interactuar con el juego.
		Problemas auditivos	Porcentaje de aumento en las habilidades de comprensión auditiva antes y después de la interacción con el juego
			Porcentaje de éxito en la identificación de sonidos y estímulos auditivos específicos dentro del juego
			Tiempo promedio de participación en actividades auditivas
<i>Entorno de realidad virtual inmersiva</i>	Es la experiencia tecnológica que transporta a los usuarios a un mundo virtual tridimensional altamente realista y envolvente	Realidad Virtual	Precisión en la utilización de manipulativos y actividades multisensoriales
		Interfaz visual	Tasa de mejoramiento en la memorización visual de fonemas y grafemas
		Frecuencia del sonido	Tasa de frecuencia de sonidos interactivos
		Experiencia de usuario	Porcentaje de niños que expresan un cambio positivo en su actitud hacia las actividades numéricas, de lectura y auditivas después de interactuar con el juego
		Autonomía	Porcentaje de niños que demuestran un mayor nivel de independencia en la resolución de tareas
		Autoconfianza	Porcentaje de niños que demuestran un mayor nivel de confianza frente a las nuevas tareas

Nota. Detalle de la definición de las variables. Elaboración propia, realizado con Excel.

10.4. Fases de estudio

Esta sección desglosa las diferentes etapas del estudio, describiendo cada fase del proceso de investigación.

10.4.1. Introducción de fundamentos teóricos y revisión de literatura

En esta fase, se proporcionará una descripción exhaustiva de las discapacidades del aprendizaje, tales como la dislexia, la discalculia y las discapacidades auditivas. Explorando a profundidad sus características y los desafíos específicos que enfrentan en el proceso de aprendizaje. Además, se investigará el desarrollo de soluciones innovadoras utilizando tecnologías como la realidad virtual, con el fin de mejorar la experiencia de autoaprendizaje para estos grupos.

Asimismo, se indagará sobre la teoría que respalda la utilización de la realidad virtual inmersiva en el ámbito educativo, por medio de una revisión exhaustiva de investigaciones previas relacionadas con el uso de esta tecnología en el contexto de las discapacidades del aprendizaje. También se analizarán las necesidades específicas de los usuarios con dislexia, discalculia y discapacidades auditivas, considerando su aplicación en el autoaprendizaje.

- Duración estimada: 2 meses

10.4.2. Diseño del juego en *Unity*

El objetivo de esta fase es el desarrollo de los objetivos de aprendizaje y las habilidades específicas que se abordarán en el juego, se creará la apariencia y los escenarios virtuales del juego, dando forma a los personajes virtuales que aparezcan en el juego y elementos interactivos que fomenten la participación y el aprendizaje activo.

- Duración estimada: 2 meses

10.4.3. Desarrollo del juego en *Unity*

En esta fase se desarrollará la programación lógica del juego y las interacciones utilizando el motor *Unity*.

- Duración estimada: 4 meses

10.4.4. Pruebas y ajustes del juego

Esta fase implica la evaluación de la jugabilidad, la inmersión y la accesibilidad del juego, realizando pruebas con usuarios representativos que experimenten los elementos interactivos del diseño, la usabilidad y la eficacia del juego.

- Duración estimada: 2 meses

10.4.5. Evaluación de la eficacia y beneficios del juego en la realidad virtual inmersiva

En esta fase se realizarán las métricas de rendimiento y se evalúan habilidades académicas específicas, como la precisión matemática, la fluidez lectora y la comprensión auditiva. Recopilando así los datos cuantitativos y cualitativos sobre el rendimiento y la experiencia de los usuarios.

- Duración estimada: 1 mes

10.4.6. Análisis de resultados

En esta fase se realizará un análisis estadístico y se compararan los resultados pre y post intervención, y se interpretara la retroalimentación de los usuarios para identificar fortalezas y áreas de mejora.

- Duración estimada: 1 mes

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El tipo de análisis de estadística descriptiva se efectuará llevando a cabo un enfoque cuantitativo como el cualitativo para obtener una perspectiva integral de los resultados. En el aspecto cuantitativo, se realizará un análisis de diferentes variables y subvariables relacionales que permitirá evaluar de mejor manera la comprensión numérica y lectora de los participantes. Por otro lado, en el aspecto cualitativo, se considerará la experiencia y percepción de los niños con dislexia, discalculia y problemas auditivos. Con la recolección de la información realizada se pondrá en práctica el análisis de estadística descriptiva como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11.

Descripción de las variables estadísticas

Discalculia	Tabla de Frecuencia: Porcentaje de errores en pruebas matemáticas.
	Medidas de Tendencia Central: Media de errores en ejercicios matemáticos.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar de los errores en pruebas matemáticas.
Dislexia	Tabla de Frecuencia: Porcentaje de errores en lectura.
	Medidas de Tendencia Central: Media de errores en lectura.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar de los errores en lectura.
Problemas auditivos	Tabla de Frecuencia: Porcentaje de dificultades para escuchar sonidos.
	Medidas de Tendencia Central: Media de las dificultades auditivas.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar de las dificultades auditivas.

Continuación de la Tabla 11.

Realidad virtual	Tabla de Frecuencia: Frecuencia de uso de la realidad virtual (porcentaje de tiempo).
	Medidas de Tendencia Central: Media del tiempo de uso.
	Medidas de Dispersión: Rango de tiempo de uso.
Interfaz visual	Tabla de Frecuencia: Calificaciones de satisfacción de usuarios con la interfaz visual.
	Medidas de Tendencia Central: Media de las calificaciones.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar de las calificaciones.
Frecuencia del sonido	Tabla de Frecuencia: Rango de frecuencias audibles porcentaje de uso en una gama específica.
	Medidas de Tendencia Central: Media de frecuencias utilizadas.
	Medidas de Dispersión: Rango de frecuencias utilizadas.
Experiencia del usuario	Tabla de Frecuencia: Calificaciones de satisfacción del usuario.
	Medidas de Tendencia Central: Media de las calificaciones.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar de las calificaciones.
Autonomía	Tabla de Frecuencia: Grado de independencia en tareas cotidianas (porcentaje).
	Medidas de Tendencia Central: Media del grado de autonomía.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar del grado de autonomía.
Autoconfianza	Tabla de Frecuencia: Nivel de autoconfianza en una escala.
	Medidas de Tendencia Central: Media del nivel de autoconfianza.
	Medidas de Dispersión: Desviación estándar del nivel de autoconfianza.

Nota. Detalle de la definición de las variables descriptivas. Elaboración propia, realizado con Excel.

12. CRONOGRAMA

La Figura 7 muestra la planificación de actividades para la realización de la investigación.

Figura 7.
Cronograma



Nota. Cronograma de actividades, seccionado por fases comprendido en el periodo de 12 meses.
Elaboración propia, realizado con GanttPro.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Se consideran los aspectos como los recursos disponibles, el tiempo requerido, entre otros, que podrían influir en la ejecución y éxito del estudio.

13.1. Factibilidad operativa

- Recursos humanos
 - Diseñador gráfico y de arte: creará los elementos visuales del juego para hacerlo atractivo y amigable para los niños.
 - Programador de Unity: encargado del desarrollo técnico del juego.
 - Diseñador de experiencia de usuario (UX): diseñará la interfaz y la experiencia del juego, asegurando que sea atractivo y accesible para los niños.
 - Asesor pedagógico: colaborará en la definición de objetivos educativos y en la adaptación de contenidos para niños.
 - Analista de datos: procesará y analizará los datos recopilados durante las pruebas, incluyendo la información de los niños.
- Participantes: los niños que participarán en las pruebas son una parte esencial del proyecto. Se debe garantizar su bienestar y seguridad en todas las etapas de la investigación. Para ello, es importante considerar:
 - Consentimiento informado: obtener el consentimiento informado de los padres o tutores legales de los niños para que participen en las pruebas. Esto incluye proporcionar información detallada sobre el proyecto y sus objetivos.

- Entorno seguro: crear un entorno seguro y cómodo para las pruebas, asegurando que los niños se sientan en confianza y supervisados en todo momento.
- Protección de datos: garantizar la privacidad y protección de los datos de los niños, cumpliendo con regulaciones de privacidad aplicables.
- Apoyo emocional: contar con profesionales preparados para brindar apoyo emocional si los niños experimentan frustración, ansiedad o cualquier otro tipo de angustia durante las pruebas.
- Retribución: considerar si se proporcionará alguna forma de retribución o gratificación a los niños por su participación.

Desde el punto de vista operativo, se cuenta con la suficiente información del recurso humano y el recurso participativo necesario para desarrollar la investigación, por lo que se concluye que es factible realizar dicha investigación.

13.2. Factibilidad técnica

- Plataformas de desarrollo: se utilizarán bases de datos NoSQL para el manejo de datos en desarrollo del juego. Esto puede incluir servicios de Neo4J y MongoDB.
- Plataformas de realidad virtual: se requerirán gafas de realidad virtual *Oculus Quest2* para probar el juego en un entorno de realidad virtual inmersiva.
- Entorno de desarrollo *Unity*: *Unity* es el motor de juego principal para el desarrollo del juego en realidad virtual. Se utilizarán las capacidades de Unity para crear el juego, diseñar entornos y programar interacciones.

- **Librerías:** se necesita acceder a librerías específicas para desarrollar características del juego para integrar funciones de accesibilidad, entre otros.
- **Hardware de pruebas:** además de las gafas de realidad virtual, se necesitará hardware adicional, como computadora de alto rendimiento, y sistemas de audio.
- **Software de análisis de datos:** para analizar los datos recopilados durante las pruebas, se utilizarán *software* de análisis de datos, como R, *Python* con bibliotecas de análisis de datos o software estadístico especializado.

Actualmente, existen suficientes herramientas que facilitan la implementación y el desarrollo para una aplicación de realidad virtual inmersiva por lo que se llega a la conclusión de que es factible realizar la aplicación.

13.3. Factibilidad económica

En la Tabla 12, se proporcionan la planificación del recurso económico de la investigación de manera detallada.

Tabla 12.

Detalle del recurso económico

Recurso	Descripción	Cantidad	Monto Unitario (en Quetzales)	Monto Total (en Quetzales)
Electricidad	Costo estimado de electricidad	8 meses	Q 280.00/mes	Q 2,240.00
Internet	Servicio de Internet	8 meses	Q 300.00/mes	Q 2,400.00
Programador	Honorarios programador Unity	del 1	Q 30.00/hora	Q 21,6000.00

Continuación de la Tabla 12.

Recurso	Descripción	Cantidad	Monto Unitario (en Quetzales)	Monto Total (en Quetzales)
Diseñador UX	Honorarios del diseñador de UX	1	Q30.00/hora	Q 14,400.00
Asesor Pedagógico	Honorarios del asesor pedagógico	1	Q75.00/hora	Q 9,000.00
Analista de Datos	Honorarios del analista de datos	1	Q 30.00/hora	Q 1,200.00
Diseñador Gráfico	Honorarios del diseñador gráfico	1	Q 20.00 /hora	Q 10,000.00
Oculus Quest 2	Adquisición de equipos Oculus Quest 2	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00

Nota. Detalle del recurso económico para la realización de la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Costo total: 64,840 Quetzales

La Tabla 12 muestra los costos estimados de los recursos y servicios necesarios para el proyecto durante un período de 12 meses, presupuesto que es factible para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

- Akbulut, A., Catal, C., & Yıldız, B. (6 de abril de 2018). On the effectiveness of virtual reality in the education of software engineering. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 918 - 927. <https://doi.org/10.1002/cae.21935>
- Alnaim, M. F., & Drei, S. M. (1 de agosto de 2023). The reality of the diagnosis of learning disabilities among students with hearing impairment in Saudi Arabia. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(4). <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.04.35>
- Anatomyou VR. (junio de 2024). *Una nueva manera de aprender y enseñar anatomía*. Anatomyou VR | App 3D Inmersiva De Anatomía Humana: <https://anatomyou.com>
- Aragón Ruano, A., Prato Alterio, A., García Pereira, F., López García-Salas, J. R., Bosse Alburez, J., Sosa Archila, J., & Garavito Morales, J. (2019). Realidad Virtual y realidad aumentada en educación para la ingeniería. *Universidad del Valle de Guatemala*, 743. <https://koha.uvg.edu.gt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=66811>
- Bowen, S., & Probst, K. (21 de julio de 2023). Deaf and Hard of Hearing Students with Disabilities: an Evolving landscape. *Education Sciences*, 13(7), 752. <https://doi.org/10.3390/educsci13070752>

Bruckner, F., Baumann, C., Husinsky, M., Jakl, A., Püringer, J., Von Suess, R., . . . Wintersberger, M. (30 de diciembre de 2022). Interactive storytelling for immersive media, augmented manufacturing, and digital healthcare. *Interactive film and media journal*, 2(4), 66-75. <https://doi.org/10.32920/ifmj.v2i4.1693>

Christou, C. (26 de mayo de 2010). Virtual Reality in Education. *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design: Creating an Optimal Education Experience*, 228-243. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-940-3.ch012>

Conley, R. (2022). How to effectively support students with Dyscalculia. *Bethel University*, 1-62. <https://spark.bethel.edu/etd/870>

Del Rocío Macas-Macas, A., & Guevara-Vizcaíno, C. (2020, julio 18). Uso de herramientas digitales para mejorar la dislexia en estudiantes de Educación Básica. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 197-218. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/7539703.pdf>

Durgungoz, F., & Durgungoz, A. (4 de marzo de 2021). Exploring the use of touchscreen devices for children with special educational needs and disabilities: digital vs. traditional. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 7(1), 92-109. <https://doi.org/10.46827/ejse.v7i1.3612>

Ewe, L., Dalton, E., Bhan, S., Gronseth, S., & Dahlberg, G. (29 de junio de 2023). Inclusive Education and UDL Professional development for teachers in Sweden and India. *Advances in educational technologies and instructional design book series*, 14-33. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0664-2.ch002>

Fauzan, A., Andita, C., Rada, G., Zafirah, A., & Abdullah, A. (30 de abril de 2022). Developing RME-Based Learning Trajectory for Teaching Addition to A Dyscalculia Student in Elementary School. *Jurnal didaktik matematika*, 9(1), 39-58. <https://doi.org/10.24815/jdm.v9i1.25340>

FIUZA , M. J., & FERNÁNDEZ, M. P. (2014). *Dificultades de aprendizaje y trastornos del desarrollo* (Digital ed.). Madrid: Ediciones Pirámide. https://altascapacidades.es/portalEducacion/html/otrosmedios/Dificultades_de_aprendizaje_y_trastornos.pdf

Freeman, M. (2018). The inclusion of students with significant disabilities and their access to the general education. *Bethel University*, 1-90. <https://spark.bethel.edu/etd/218>

Gomez-Tone, H., Chávez, M., Samalvides, L., & Martín-Gutiérrez, J. (21 de abril de 2022). Introducing Immersive Virtual Reality in the initial phases of the Design Process—Case Study: Freshmen Designing Ephemeral Architecture. *Buildings*, 12(5), 518. <https://doi.org/10.3390/buildings12050518>

Gul, N., Noor, H., & Chaudhary, F. (22 de junio de 2021). Using Technology to Enhance the Performance of Intellectually Disabled Students: Mobile Game-based Urdu Learning. *UMT education review*, 4(1), 42-57. <https://doi.org/10.32350/uer.41.03>

Higgins, E., & Raskind, M. (1999). Speaking to Read: The Effects of Continuous vs. Discrete Speech Recognition Systems on the Reading and Spelling of

Children with Learning Disabilities. *Journal of special education technology*, 15(1). <https://doi.org/10.1177/016264340001500102>

HUSSEIN, M., & NÄTTERDAL, C. (junio de 2015). The Benefits of Virtual Reality in Education- A comparision Study. *University of Gothenburg*, 1-15. https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/39977/gupea_2077_39977_1.pdf;jsessionid=A0329921590607935D0AF937C6F6241F?sequence=1

International Dyslexia Association. (16 de julio de 2018). IDA dyslexia handbook: What every family should know - International Dyslexia Association. *International Dyslexia Association*, 1-36. <https://dyslexiaida.org/ida-dyslexia-handbook/>

Kelly, O., Buckley, K., Lieberman, L., & Arndt, K. (18 de marzo de 2022). Universal Design for Learning - a framework for inclusion in outdoor learning. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, 25(1), 75-89. <https://doi.org/10.1007/s42322-022-00096-z>

Lahti, J. (abril de 2020). Effective and ineffective interventions for students with dyslexia. *Bethel University*, 1-72. <https://spark.bethel.edu/etd/378>

Lege, R., & Bonner, E. (16 de diciembre de 2020). Virtual reality in education: The promise, progress, and challenge. *The JALT CALL journal*, 16(3), 167-180. <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v16n3.388>

Liu, W. (22 de julio de 2022). A teaching design of ecological class based on immersive virtual reality spatial fusion. *Frontiers in Psychology*, 13(1), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.874101>

Luden.io. (junio de 2024). *inmind2*. Scientific VR Game: <https://luden.io/inmind2/>

Matovu, H., Ungu, D., Won, M., Tsai, C., Treagust, D., Mocerino, M., & Tasker, R. (2 de julio de 2022). Immersive Virtual Reality for Science Learning: design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education*, 59(2), 205-244. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680>

Melinda, N., & Widjaja, A. (29 de noviembre de 2022). Virtual Reality Applications in Education. *International Transactions on Education Technology*, 1(1), 68-79. <https://doi.org/10.34306/itee.v1i1.194>

Miguélez-Juan, B., Núñez Gómez, P., & Mañas-Viniegra, L. (7 de mayo de 2019). La realidad virtual inmersiva como herramienta educativa para la transformación social: un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en educación secundaria postobligatoria. *Aula Abierta*, 48(2), 157. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.157-166>

Nelson, C., & Bruce, S. (14 de junio de 2019). Children who are Deaf/Hard of Hearing with Disabilities: Paths to Language and Literacy. *Education Sciences*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci9020134>

Salisa, R., & Meiliasari, M. (25 de junio de 2023). A literature review on dyscalculia: What dyscalculia is, its characteristics, and difficulties students face in mathematics class. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 5(1), 82-94. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2023.v5i1.82-94>

Sommer, B., Lee, C., Martin, N., & Torrisi, S. (26 de enero de 2020). Immersive Design engineering. *IS&T International Symposium on Electronic Imaging Science and Technology*, 1-16. <https://doi.org/10.2352/issn.2470-1173.2020.2.sda-265>

Stanberry, K. (10 de enero de 2019). *Tecnología asistencial para niños con discapacidad de aprendizaje - Generalidades*. GreatSchools: <https://www.greatschools.org/gk/articles/tecnologia-asistencial-para-ninos-con-discapacidad-de-aprendizaje-generalidades/?lang=es>

Stevenson, L. (mayo de 2023). Effective methods of teaching phonological awareness and phonics to individuals with reading difficulty. *Bethel University*, 1-62. <https://spark.bethel.edu/etd/972>

Tarantino, L., Attanasio, M., Di Mascio, T., De Gasperis, G., Valenti, M., & Mazza, M. (15 de febrero de 2023). On the evaluation of engagement in immersive applications when users are on the autism spectrum. *Sensors*, 23(4), 2192. <https://doi.org/10.3390/s23042192>

Tribe, N. (16 de mayo de 2023). Virtual Reality and the Arts: Opportunities for Creativity and Innovation. *OSF*, 1, 1-192. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/HK4JQ>

Tsiakalou, K. (14 de julio de 2023). Knowledge and Opinions of General Education Teachers on the effectiveness of Differentiated Teaching in Children with Dyslexia. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods*, 11(8), 1-17. <https://doi.org/10.31219/osf.io/ei6ry>

Unimersiv. (junio de 2024). *Learn and Train with VIRTUAL REALITY*. Unimersiv:
<https://unimersiv.com>

Vigna, G., Ghidoni, E., Burgio, F., Danesin, L., Angelini, D., Benavides-Varela, S.,
& Semenza, C. (11 de marzo de 2022). Dyscalculia in Early Adulthood:
Implications for numerical activities of daily living. *Brain Sciences*, 12(3),
373. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030373>

VR Lessons. (junio de 2024). *Five Great Examples of Scenario-based Learning*.
VR Lessons: <https://www.thinglink.com/blog/tag/vr-lessons/>

Yell, M., Shriner, J., & Katsiyannis, A. (4 de diciembre de 2017). Individuals with
Disabilities Education Improvement Act of 2004 and IDEA Regulations of
2006: Implications for Educators, Administrators, and Teacher Trainers.
Focus on Exceptional Children, 39(1), 1-24.
<https://doi.org/10.17161/foec.v39i1.6824>