

Diseño de un videojuego educativo para fortalecer el pensamiento aritmético en estudiantes de sexto grado de la Ied Inem Francisco de Paula Santander de Bogotá

Alvaro Prieto Lopez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Programa de Maestría en Diseño de Experiencia de Usuarios
Bogotá, Colombia

2025

Diseño de un videojuego educativo para fortalecer el pensamiento aritmético en estudiantes de sexto grado de la Ied Inem Francisco de Paula Santander de Bogotá

Alvaro Prieto Lopez

Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar al Título de:
Magister en Diseño De Experiencia De Usuario

Director:

Hendrys Fabian Tobar Muñoz PhD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI
Maestría en Diseño de Experiencia de Usuario

2025

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

El autor de la presente propuesta manifiesta que conoce el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conoce el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

Agradecimientos

Primero Dios, gracias, Padre Santo por permitirme realizar esta maestría de acuerdo con tu Santa Voluntad y en el tiempo tuyo.

A mi amada esposa por su paciencia, apoyo incondicional y oración diaria.

A la UNAD, por su misión de contribuir a la educación a través de la modalidad abierta y a distancia.

A mis tutores y profesores de la maestría, por su acompañamiento y cercanía en la distancia.

Resumen

Este trabajo presenta el proceso de diseño, creación de prototipos y validación de CalcuBot, un videojuego educativo que busca mejorar el pensamiento aritmético en estudiantes de sexto grado, el proyecto sigue el enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Lean UX. Se usaron métodos de investigación, tanto cualitativa como cuantitativa, para recoger y analizar datos, mediante encuestas, pruebas de tareas, observaciones directas y validaciones con expertos. Todo esto para asegurar que el usuario tenga una experiencia accesible, motivadora y efectiva. La mejora constante del prototipo, basada en descubrimientos, permitió avanzar desde una versión inicial (CalcuBot V1.0) a una versión más avanzada (CalcuBot V2.1), con importantes mejoras en accesibilidad, narrativa, gamificación y funciones para docentes. Este proyecto combina diseño UX, gamificación educativa y las necesidades de estudiantes y maestros. Su objetivo es proporcionar una solución que siga las buenas prácticas de la educación digital actual.

Palabras Clave: Diseño Centrado en el Usuario (DCU), Lean UX, Gamificación Educativa, Pensamiento Aritmético, Prototipado de Alta Fidelidad, Evaluación de Experiencia de Usuario, Educación Digital, Videojuegos Educativos

Abstract

This paper presents the design, prototyping, and validation process of CalcuBot, an educational video game that seeks to improve arithmetic thinking in sixth-grade students. The project follows the User-Centered Design (UCD) and Lean UX approach. Both qualitative and quantitative research methods were used to collect and analyze data, using surveys, task testing, direct observations, and expert validation. All of this was done to ensure an accessible, motivating, and effective user experience. Constant improvement of the prototype, based on discoveries, allowed us to progress from an initial version (CalcuBot V1.0) to a more advanced version (CalcuBot V2.1), with significant improvements in accessibility, narrative, gamification, and features for teachers. This project combines UX design, educational gamification, and the needs of students and teachers. Its goal is to provide a solution that follows current digital education best practices.

Keywords: User-Centered Design (UCD), Lean UX, Educational Gamification, Arithmetic Thinking, High-Fidelity Prototyping, User Experience Evaluation, Digital Education, Educational Video Games

Tabla de Contenido

Lista de Figuras.....	14
Lista de Tablas	16
Lista de Apéndices	17
Introducción	19
Descripción del Problema.....	21
Región y Problema.....	21
Planteamiento del Problema	28
Objetivos.....	29
Objetivo General.....	29
Objetivos Específicos.....	29
Justificación de la Propuesta.....	30
Hipótesis de Investigación	34
Marco Teórico y Conceptual	35
Contexto Institucional.....	35
Antecedentes del Estudio.....	37
Teorías de Aprendizaje Basado en Juegos.....	43
Principios de Experiencia de Usuario (UX) en Educación.....	49
Psicología de la Motivación y Teoría de Autodeterminación.....	52
Gamificación y Mecánicas de Juego.....	55
Metodologías para el Diseño de Gamificación en Videojuegos Educativos	56

Marco Conceptual.....	59
Videojuego Educativo.....	59
Experiencia de Usuario (UX).....	59
Lean UX.....	59
Técnica del Mago de OZ.....	60
Pensamiento Aritmético.....	60
Gamificación.....	60
Retroalimentación y Progresión en Videojuegos.....	60
Interfaz de Usuario (UI).....	60
Motivación Intrínseca y Extrínseca	61
Aprendizaje Basado en Juegos (Game-Based Learning).....	61
Adaptabilidad en el Diseño de Juegos Educativos	61
Narrativa en Juegos Educativos	61
Interacción Humano-Computador (HCI).....	62
Recompensas.....	62
Marco Legal Nacional sobre Tecnología Educativa en Colombia	63
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Educación Digital	64
Normativas Internacionales sobre Educación y Tecnología.....	66
Temas Aritméticos y en el Diseño de Videojuegos Educativos	67
Marco Metodológico.....	69

Enfoque del Proyecto.....	69
Tipo de Investigación-Proyecto	69
Metodología de Investigación UX	70
Usuarios Participantes.....	72
Docentes.....	72
Estudiantes	72
Métodos de Recolección de Información	73
Herramientas y Procesos de Prototipado	74
Pruebas de Usabilidad.....	75
Evaluación de la Experiencia de Usuario (UX).....	76
Instrumentos de Evaluación UX	76
Análisis de Datos	77
Consideraciones Éticas	77
Limitaciones del Estudio.....	78
Alcance y Planificación	81
Presupuesto	81
Cronograma de Trabajo	82
Resultados Esperados y Alcance del Proyecto	84
Desarrollo y Evaluación del Proceso de Diseño UX	85
Análisis de Necesidades y Características de los Usuarios	85

Propósito de los Cuestionarios Aplicados a Estudiantes	85
Descripción de los Instrumentos	85
Justificación del Instrumento	86
Aplicación del Instrumento.....	86
Análisis de Preferencias de Usuarios Estudiantes	87
Análisis de Resultados Académicos en la Prueba Diagnóstica	88
Análisis de Requerimientos Docentes	89
Propósito y Descripción de los Instrumentos Aplicados a Docentes.....	89
Descripción de los Instrumentos	90
Análisis de Requerimientos UX Derivados de la Opinión Docente	91
Matriz de Requisitos de Usuario vs. Diseño del Videojuego	93
Segmentos Clave y Perfiles de Usuarios	95
Segmentos Clave de Usuarios.....	95
Perfiles de Usuarios	96
Ideación y Conceptualización del Videojuego Educativo	97
Fase de Ideación y Generación de Ideas	98
Fase de Organización de Soluciones.....	99
Fase de Conceptualización Final	101
Creación de Prototipos Iniciales y Evaluación de Expertos	102

Escenarios de la plataforma Calcubot y Story Board	102
Descripción del Prototipo de Baja Fidelidad	105
Características de la Plataforma.....	107
Análisis de Agrupaciones en el Card Sorting	108
Detalle de las Pantallas del Prototipo de Baja Fidelidad	109
Evaluación de Expertos y Validación con Usuarios	113
Metodología de Evaluación	113
Diseño de la Solución Tecnológica UX.....	117
Descripción del Diseño Final.....	117
Justificación de las Decisiones de Diseño	118
Desarrollo del Prototipos de Alta Fidelidad.....	119
Fundamento de las Decisiones de Diseño.....	119
Herramientas Utilizadas.....	120
Paleta de Colores.....	120
Principales Características del Prototipo Inicial (CalcuBot V1.0).....	121
Evaluación del Prototipo de Alta Fidelidad	124
Criterios y Métricas de Evaluación de la Experiencia de Usuario.....	124
Aplicación Instrumentos	126
Instrumentos Aplicados	126

Prueba de Tareas con Maze a Docentes.....	127
Análisis de Resultados de las Pruebas Maze	129
Encuesta Estructurada a Docentes	130
Análisis de Resultados de la Encuesta Estructurada a Docentes	131
Encuesta de Percepción Estudiantes	132
Observación Directa de Estudiantes	133
Validación de Hipótesis de Diseño	134
Iteración y Mejoras en el Prototipo.....	136
Análisis de Resultados y Realización de Ajustes	136
Nueva Paleta de Colores	136
Evolución del Prototipo hacia la Versión 2.1 de CalcuBot	138
Evaluación Cualitativa de CalcuBot 2.1 Mediante Entrevista Guiada Docente.....	139
Metodología de Evaluación	139
Síntesis de la Observación y Comentarios.....	139
Evaluación Cuasi-experimental de Tres Grupos.....	140
Pruebas Pre y Post.....	142
Características de las Pruebas Cuantitativas	142
Evaluación cualitativa.....	143
Resultados Evaluación Cualitativa	143
Análisis de las Interacciones en el Aula de Clase.....	143

Análisis de Conductas Observadas en el Aula de Clase con Atlas.ti.....	145
Análisis de las Interacciones en el Juego Matific	146
Análisis de Códigos en la Interacción con Matific con Atlas.ti.....	147
Análisis de Interacciones en CalcuBot	148
Análisis de Códigos en CalcuBot con Atlas.ti	149
Resultados Evaluación Cuantitativa	150
Análisis Antes de las Intervenciones	150
Análisis Después de las Intervenciones	151
Comparación Pretest-Postest por Grupo Experimental	152
Recomendaciones	154
Conclusiones	156
Bibliografía	159

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Posibles causas y consecuencias del bajo rendimiento.</i>	21
Figura 2. <i>Porcentaje promedio de respuestas incorrectas</i>	24
Figura 3. <i>Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en matemáticas</i>	25
Figura 4. <i>Niveles de desempeño de las pruebas Saber 7 en las áreas de matemáticas</i>	25
Figura 5. <i>Promedio del puntaje según proceso – matemáticas 2022</i>	26
Figura 6. <i>Identificación del problema con los docentes y estudiantes</i>	98
Figura 7. <i>Mapa mental con la organización de ideas generadas.</i>	99
Figura 8. <i>Árbol de decisión que muestra el proceso de selección.</i>	100
Figura 9. <i>Flujo general del sistema</i>	101
Figura 10. <i>Suma en la tienda de escolar</i>	102
Figura 11. <i>Multiplicación en el proyecto de arte</i>	102
Figura 12. <i>Organización de un almuerzo escolar</i>	103
Figura 13. <i>Reparto del dinero recaudado</i>	103
Figura 14. <i>Ajuste de recetas en el comedor escolar</i>	104
Figura 15. <i>Mapa del sitio de la plataforma calcubot</i>	105
Figura 16. <i>Secuencia de pantallas de inicio de sesión y/o registro</i>	109
Figura 17. <i>Secuencia de pantallas de mapa de retos</i>	110
Figura 18. <i>Secuencia de pantalla desafío matemático</i>	111
Figura 19. <i>Secuencia de pantalla visualización de lecciones</i>	112
Figura 20. <i>Pantalla sección de ayuda</i>	112
Figura 21. <i>Secuencia de pantalla de registro de estudiantes.</i>	122
Figura 22. <i>Secuencia de panel docente con clases y filtros.</i>	122

Figura 23. <i>Secuencia de pantallas reto de tienda escolar.</i>	123
Figura 24. <i>Secuencia de la retroalimentación del reto.</i>	123
Figura 25. <i>Vista del medallero o progreso y mapa de retos</i>	124

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Lluvia de ideas de solución del problema identificado</i>	22
Tabla 2. <i>Comparativa UX de 20 juegos de matemáticas</i>	40
Tabla 3. <i>Presupuesto aproximado para la ejecución del proyecto</i>	81
Tabla 4. <i>Tabla general de actividades</i>	82
Tabla 5. <i>Especificaciones detectadas en el diagnóstico a docentes y estudiantes.</i>	93
Tabla 6. <i>Resultados evaluación</i>	114
Tabla 7. <i>Configuración de colores para la interfaz</i>	120
Tabla 8. <i>Especificaciones de los instrumentos empleados en la fase de diseño.</i>	126
Tabla 9. <i>Resultados de pruebas maze docentes</i>	128
Tabla 10. <i>Resumen validación de hipótesis Lean UX</i>	134
Tabla 11. <i>Configuración de colores para la interfaz</i>	136
Tabla 12. <i>Resumen de evidencias observadas e interpretación</i>	139
Tabla 13. <i>Perfiles definidos para la prueba piloto</i>	141

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Fotografías de Aplicación de Instrumentos</i>	170
Apéndice B. <i>Material de Apoyo para Pruebas de Usabilidad</i>	174
Apéndice C. <i>Evidencias de Pruebas de Tareas con Maze</i>	176
Apéndice D. <i>Evidencias de Pruebas de Accesibilidad</i>	180
Apéndice E. <i>Encuesta a Estudiantes sobre Prototipo V1.0</i>	183
Apéndice F. <i>Encuesta a Docentes sobre Prototipo V1.0</i>	186
Apéndice G. <i>Observación Directa con Estudiantes</i>	189
Apéndice H. <i>Flujos de Usuario (User Flows)</i>	192
Apéndice I. <i>Enlace al Prototipo Interactivo V1.0 (Figma)</i>	195
Apéndice J. <i>Consentimiento Informado – Estudiantes</i>	196
Apéndice K. <i>Consentimiento Informado – Docentes</i>	198
Apéndice L. <i>Prototipo Calcubot V2.0 – Evolución del Diseño</i>	199
Apéndice M. <i>Prototipo Calcubot V2.1 – Evolución del Diseño</i>	206
Apéndice N. <i>Entrevista con Docente Navegando Prototipo V2.1</i>	210
Apéndice O. <i>Evaluación Cuasi-Experimental</i>	214
Apéndice P. <i>Encuestas Iniciales de Diagnóstico UX Estudiantes</i>	223
Apéndice Q. <i>Journey Map – Experiencia de Usuario Estudiante</i>	234
Apéndice R. <i>Validación Story Board</i>	235
Apéndice S. <i>Resultados de la prueba Card Sorting</i>	244
Apéndice T. <i>Tablero Trello del Proyecto Calcubot</i>	250
Apéndice U. <i>Encuestas Iniciales de Diagnóstico UX Docentes</i>	251
Apéndice V. <i>Material de Apoyo para Sesiones Brainstorming</i>	263

Apéndice W. <i>Resumen de Recomendaciones para el Futuro Desarrollo de CalcuBot</i>	264
Apéndice X. <i>Correspondencia entre Fases del Proyecto, DCU y Lean UX</i>	266

Introducción

La enseñanza de las matemáticas, especialmente del pensamiento aritmético, es un desafío constante en la educación básica, sobre todo en escuelas con diferentes habilidades y motivaciones. Para abordar este problema, es necesario crear estrategias de enseñanza nuevas que utilicen métodos dinámicos, inclusivos y que resulten interesantes para los estudiantes.

Este proyecto busca crear un videojuego educativo que ayuda a estudiantes de sexto grado a mejorar en aritmética, se usarán métodos de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Lean UX, mediante estas metodologías, se ha tratado de crear una solución tecnológica que sea no solo útil, sino también fácil de usar y que se ajuste a las necesidades de los usuarios finales: estudiantes y profesores.

El diseño de CalcuBot se basó en una investigación que combinó diferentes métodos, se usaron encuestas, pruebas de tareas, observación directa y evaluaciones de expertos para recopilar datos tanto numéricos como descriptivos, con esta información, se crearon ideas de diseño que se comprobaron mediante repetidas pruebas del prototipo, usando el modelo "construir-medir-aprender" típico del enfoque Lean UX.

El proyecto combina elementos de gamificación, enseñanza a través de historias, accesibilidad visual y adaptación a las necesidades de cada alumno, su objetivo es no solo mejorar las habilidades matemáticas, sino también aumentar la motivación interna y el pensamiento, también se ofrecen herramientas para que los maestros puedan seguir y apoyar el progreso académico de cada estudiante de forma individual.

Esta propuesta no solo ayuda a mejorar la educación matemática, sino que también se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre educación de calidad e innovación educativa. CalcuBot muestra cómo unir el diseño de experiencia de usuario (UX), la

gamificación y las necesidades educativas puede cambiar la forma en que se enseñan las matemáticas en las escuelas.

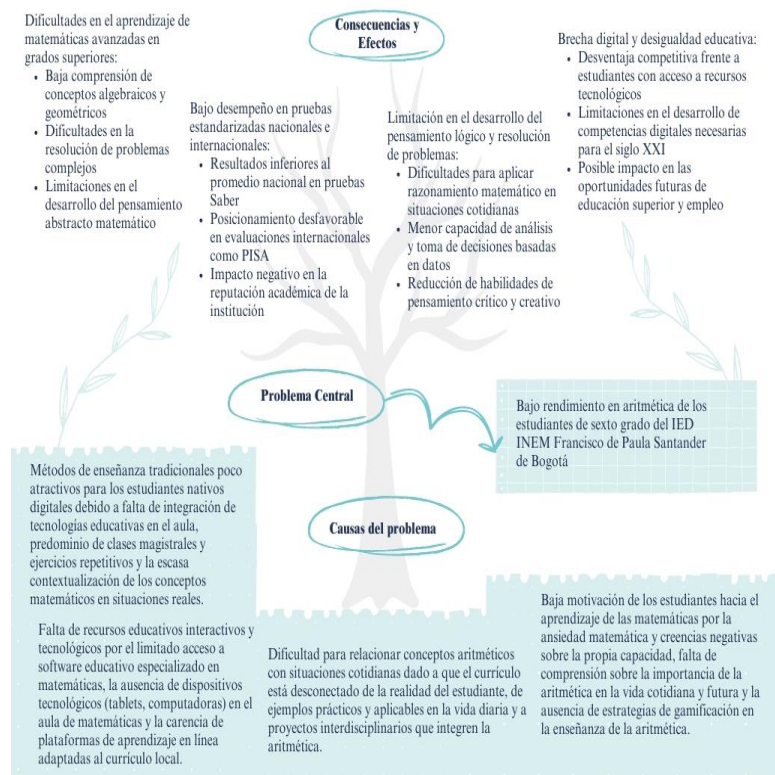
Descripción del Problema

Región y Problema

En la cartografía nacional OIR-UNAD, se publicó un proyecto en Acacías, Meta, para mejorar el pensamiento matemático de los estudiantes de la UNAD mediante un videojuego educativo, se propone trasladar esta iniciativa a estudiantes del colegio distrital INEM Francisco de Paula Santander, esta adaptación busca abordar las necesidades específicas de la población estudiantil, donde también se presentan desafíos en el aprendizaje de las matemáticas.

Figura 1

Posibles causas y consecuencias del bajo rendimiento.



Nota. Elaboración propia en canva.com

Tabla 1

Lluvia de ideas de solución del problema identificado.

Problemática Identificada (Región y Problema)	Idea de Solución con Diseño de UX	Resultados (Productos) Esperados	Impacto Esperado
Bogotá, Colombia - Fortalecimiento del pensamiento aritmético en estudiantes de sexto grado del Colegio INEM Francisco de Paula Santander través de un videojuego educativo	<p>Idea 1: Prototipo de la interfaz del usuario del videojuego con elementos visuales que abordan los conceptos aritméticos de una manera que sea lúdica y atractiva para estudiantes de sexto grado.</p> <p>Idea 2: Prototipo que presente la retroalimentación a las actividades de los temas de aritméticos según el resultado del estudiante</p>	<p>Mapas de navegación, wireframes y mock-up adaptado para un estudiante de sexto grado.</p> <p>Prototipo con retroalimentación en el juego con mensajes motivadores y de error para un estudiante de sexto grado.</p>	<p>La mejora de la experiencia en la realización de actividades de los temas de aritmética.</p> <p>Aumento de la experiencia de los estudiantes en el aprendizaje de aritmética.</p>

Problemática Identificada (Región y Problema)	Idea de Solución con Diseño de UX	Resultados (Productos) Esperados	Impacto Esperado
	Idea 3: Storyboard que presenta una narrativa los conceptos presentados en un entorno que un estudiante de sexto grado encuentre atractivo	Storyboards interactivos que integren conceptos aritméticos en narrativas apropiadas para el contexto escolar de los estudiantes.	Mejora en la aplicación de conceptos aritméticos relacionados con experiencias cotidianas de los estudiantes.

Nota. Elaboración propia, esta tabla muestra tres ideas de solución UX del problema detectado

El desafío en el aprendizaje de la aritmética podría deberse a más de una razón, los métodos de enseñanza aún son muy tradicionales y no propician la interactividad y el compromiso, la innovación de los recursos didácticos son escasos y los contenidos académicos no se conectan con los contextos de vida de los estudiantes, según los hallazgos de la psicología educativa, los estudiantes pueden comprender las matemáticas de manera significativa si las ideas se presentan de tal manera que las puedan relacionar fácilmente entre su vida diaria y las lo que se les presenta (Mayer, 2005), sin embargo, actualmente, ese no es el contexto en la mayoría de las instituciones educativas de Colombia, ya que no existen entornos de aprendizaje

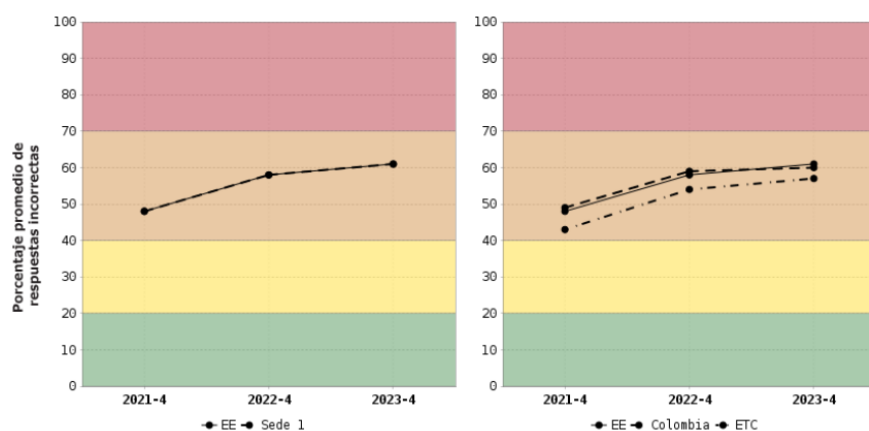
experiencial y adaptativo que motiven a los estudiantes y los involucren en el proceso.

(Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2017).

Lo que ocurre en este punto, es que no se trata tanto del bajo nivel de desempeño de los estudiantes a la hora de resolver problemas aritméticos en 6° grado de la IED Francisco de Paula Santander de Bogotá, sino de la comprensión y análisis de problemas con los contenidos matemáticos, incluso evaluaciones a gran escala, como Saber y PISA, confirman que la mayoría de los estudiantes ni siquiera alcanzan un conocimiento profundo de los conceptos y, en tal caso, no pueden aplicarlos en situaciones prácticas con la aritmética (OCDE, 2018). Esto influye no solo en el desarrollo de las habilidades matemáticas necesarias sino también en el desarrollo del pensamiento lógico crítico en su raíz, crucial para su desempeño en futuros dominios académicos.

Figura 2

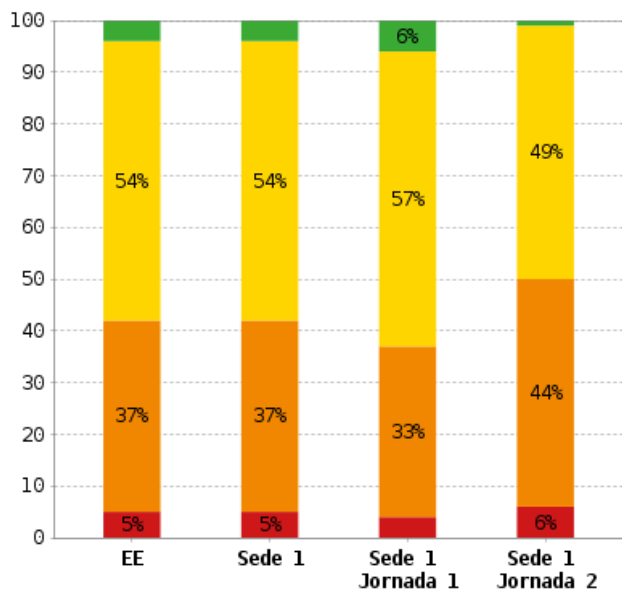
Porcentaje promedio de respuestas incorrectas en cada aprendizaje.



Nota. Los estudiantes de grado once del colegio INEM Francisco de Paula Santander, en la prueba Saber 11, han contestado incorrectamente entre el 48% y el 61% de las preguntas de matemáticas. Fuente: ICFES (<https://resultados.icfes.edu.co/resultados-saber2016>)

Figura 3

Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en matemáticas.

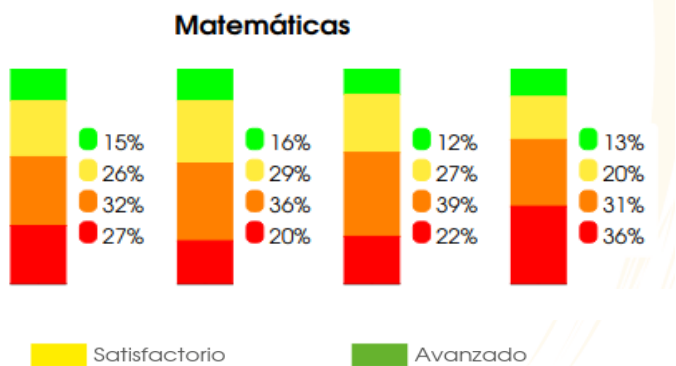


Nota. Esta gráfica muestra el porcentaje de estudiantes en cada nivel de desempeño para determinada prueba del examen, el escenario ideal es aquel en el cual los segmentos de color verde y amarillo ocupen la mayor parte de la barra. Fuente: ICFES

(<https://resultados.icfes.edu.co/resultados-saber2016>)

Figura 4

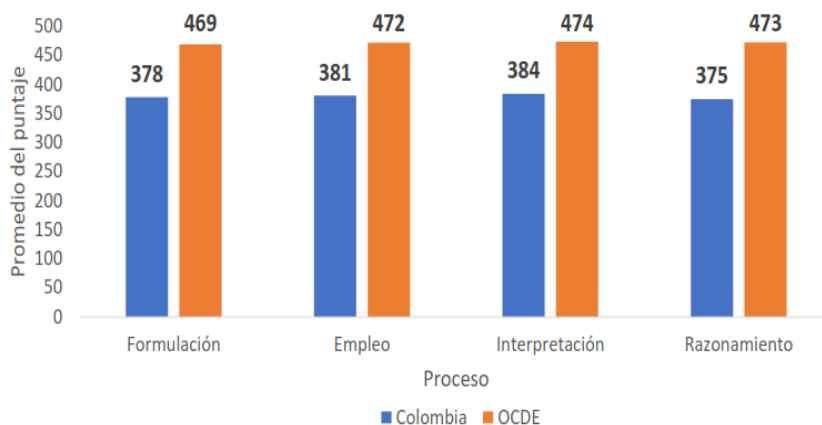
Niveles de desempeño de las Pruebas Saber 7.



Nota. La gráfica muestra los resultados a manera de semáforo, se observa que el desempeño básico y bajo suman más del 50%. Fuente: ICFES ([//www.icfes.gov.co/wp-content](http://www.icfes.gov.co/wp-content))

Figura 5

Promedio del puntaje según proceso – matemáticas 2022.



Nota. A nivel nacional, los resultados de la barra azul, están por debajo de los países que integran la OCDE en aproximadamente 80 puntos. Fuente: Fundación EXE

(<https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/03/Reporte-general-de-resultados-PISA-2022.pdf>)

Los estudiantes colombianos obtuvieron un puntaje promedio de 383, mientras que el promedio de la OCDE fue de 472, solo el 29% de los estudiantes en Colombia alcanzaron al menos el nivel de competencia 2, en contraste con el 69% en la OCDE.

La relación entre el desarrollo de los estudiantes de los niveles primario y secundario y el desempeño matemático ha sido documentada dentro del sistema educativo colombiano, estudios recientes han revelado que otros factores, como la ansiedad matemática, contribuyen negativamente al rendimiento académico, especialmente en estudiantes de sexto grado, para quienes este tipo de ansiedad es un importante pronóstico de bajo rendimiento (Reali et al.,

2016), esto sugiere que existe una relación negativa muy fuerte entre la ansiedad matemática y la disminución de la memoria de trabajo, lo que posteriormente tiene un impacto en el complejo proceso matemático y en la retención de concepciones de los estudiantes.

Sin embargo, existe la posibilidad que el diseño de un juego podría abordar este mismo problema y ser transformador para un estudiante de sexto grado, este juego apunta hacia un tipo de enseñanza más orgánica y la obtención de un aprendizaje activo a través de los principios del diseño de la experiencia del usuario, que incluye una interfaz intuitiva, avances en los retos de manera personalizada y los escenarios lúdicos que contextualizan los problemas aritméticos con la vida cotidiana, por otro lado, la teoría de la motivación intrínseca sostiene constantemente que los estudiantes están más dispuestos a involucrarse en el trabajo que tiene un propósito y vale la pena, y un enfoque UX para el diseño de juegos podría muy bien crear ese tipo de participación (Ryan y Deci, 2000).

Esto se traduciría en un desempeño general mucho mejor en áreas fundamentales como la aritmética, ya que las tecnologías interactivas garantizarían el cierre de la brecha de acceso por parte de las instituciones de servicio público, el desafío en este tema es establecer un recurso educativo que fusione la teoría de la UX con la pedagogía de la aritmética para ayudar a los estudiantes a cambiar la forma en que aprenden y mejorar su rendimiento, en otras palabras, esta podría ser una gran oportunidad para que el diseño de videojuegos busque la adaptación de los principios de la UX en entornos educativos para que puedan ser más efectivos, sostenibles y escalables.

Planteamiento del Problema

¿Cómo se puede utilizar el diseño de experiencia de usuario en el diseño de un videojuego educativo para mejorar el rendimiento de aritmética de los estudiantes de sexto grado en el Colegio INEM Francisco de Paula Santander?

¿Cuáles son los elementos del diseño UX que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje y por lo tanto mejorar la del usuario en un videojuego educativo de aritmética en estudiantes de sexto grado?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un Videojuego educativo con enfoque UX para el fortalecimiento del pensamiento aritmético en los estudiantes de sexto grado de la IED INEM Francisco de Paula Santander de Bogotá.

Objetivos Específicos

Diagnosticar los conocimientos de aprendizaje previos en aritmética, así como la aceptación de material didáctico ludificado, que deben poseer los estudiantes de grado sexto.

Crear escenarios y narrativas dentro del videojuego que contextualicen los problemas aritméticos en situaciones cotidianas de los estudiantes.

Diseñar los prototipos de interfaz de usuario para el videojuego educativo, a partir de los principios de diseño centrado en el usuario

Evaluar la experiencia de usuario del videojuego educativo, incluyendo tanto a los estudiantes de sexto grado como a los docentes usuarios del panel administrativo, mediante métodos mixtos de investigación UX.

Justificación de la Propuesta

El mejoramiento del pensamiento matemático, especialmente en aritmética, debe ser de importancia educativa a nivel nacional y particularmente para los estudiantes y docentes de sexto grado del Colegio INEM Francisco de Paula Santander en Kennedy de Bogotá, los resultados actuales de las pruebas Saber y PISA y otros mecanismos de diagnóstico, hablan de la importancia de comprender y poder aplicar las nociones matemáticas elementales, en PISA 2018, los resultados muestran que Colombia se encuentra por debajo del promedio de los demás países de la OCDE en competencia con las matemáticas, insinuando un problema que se encuentra en las habilidades básicas de razonamiento cuantitativo y resolución de problemas aritméticos. (OCDE, 2019).

El proceso de enseñanza de la aritmética, no sólo impide el buen desempeño de los estudiantes de hoy, sino que también les niega la capacidad de desempeñarse óptimamente a lo largo de la vida en un entorno tan tecnológico y de pensamiento lógico como lo es la sociedad contemporánea, los exámenes Saber 11 (Fundación ExE, n.d.) revelan cierta desigualdad condicional en el desempeño matemático que surge de las características socioeconómicas y familiares de los estudiantes, así como de las características de las escuelas, especialmente entre las escuelas públicas y privadas.

Desde este punto de vista, un juego de aprendizaje de aritmética se desarrolla como una opción nueva y efectiva para enfrentar tales desafíos, es por eso, que investigaciones recientes mostraron que los videojuegos educativos mejoran el proceso de aprendizaje, ya que establecen entornos motivadores, adaptativos e interactivos, que pueden apoyar, en particular, la comprensión de conceptos abstractos en el diseño de experiencias (Gee, 2003; Prensky, 2007), según Mayer (2005) en este sentido, se ha sostenido que el aprendizaje significativo se produce

cuando los estudiantes pueden adaptar la nueva información a sus marcos mentales y a los contextos de su experiencia; los videojuegos pueden utilizarse con gran eficacia para ayudar a asegurar dicho ajuste.

El diseño UX de los videojuegos educativos matemáticos permite a los estudiantes interactuar y aprender, hace hincapié en una combinación de componentes visuales atractivos, con el centro en los educandos como usuarios principales, lo que fomenta aún más la participación de los estudiantes y aumenta su nivel de atención, que es un factor importante en los entornos de aprendizaje, esta incorporación de métodos interactivos en los juegos educativos respalda el enfoque del aprendizaje activo, en el que los estudiantes interactúan con el contenido en todo momento para comprender las matemáticas. (Barreto et al., 2018)

Además, la literatura reciente destacó que equilibrar la diversión con el peso matemático en el diseño de juegos aumenta la motivación entre los estudiantes y, por lo tanto, el aprendizaje efectivo y sostenido. (Litster & Moyer-Packenham, 2019), las estrategias de diseño integradas, como una historia interactiva con desafíos progresivos, facilitan la resolución de problemas en la estructura del juego y permiten a los estudiantes aprender conceptos matemáticos a través de experiencias de juego significativas. (Tepho & Srisawasdi, 2023).

Aquí es donde los principios de diseño de experiencia de usuario encuentran aplicabilidad, ya que permiten desarrollar productos basados en tecnología que giren en torno a las necesidades y características de los usuarios (Norman, 2013), un buen diseño UX va a garantizar una buena usabilidad, un fácil acceso y satisfacción en la utilización del videojuego, enfoque se desarrolla mediante metodologías como el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), que prioriza las necesidades reales del estudiante, y Lean UX, que promueve la iteración y validación rápida a partir de evidencias, haciendo que el juego funcione como una herramienta

educativa efectiva, la línea de investigación en Diseño Tecnológico Basado en Experiencia de Usuario (UX) es importante para el proyecto, ya que se enfoca en el diseño de productos tecnológicos que mejoren la experiencia del usuario (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2023).

El entorno escolar del colegio INEM Francisco de Paula Santander, cuenta con los recursos necesarios para la realización del proyecto, tiene 12 aulas de cómputo, además, en la institución existen redes de aprendizaje en programas de innovación del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y de entidades privadas en STEM como el British Council con su proyecto Colombia Programa.

Es importante destacar que este proyecto contribuye al ODS 4: Educación de Calidad, al mejorar la educación y promover oportunidades de aprendizaje equitativas con los videojuegos educativos, los estudiantes tienen la posibilidad de comprender de mejor manera conceptos propios de las matemáticas, la propuesta también apoya el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, fomentando la innovación en los métodos de enseñanza y de aprendizaje con recursos digitales. (Naciones Unidas Colombia, 2024).

Los recursos digitales fomentan el principio de equidad educativa, en el momento en que se convierten en juegos educativos, dado a que están dotados con métodos de aprendizaje que potencian el rendimiento en el aula y desarrollan habilidades cognitivas a un nivel adecuado en matemáticas (Cuéllar-Guarnizo et al., 2022), los videojuegos ayudan a reducir la desigualdad en la educación y sus efectos posteriores al igualar los niveles de competencia entre estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos.

Esta propuesta busca articular innovación tecnológica, pedagogía centrada en el estudiante y diseño de experiencias significativas, como respuesta coherente a los retos educativos actuales.

Hipótesis de Investigación

H1: El diseño de un videojuego educativo basado en principios de UX mejorará el rendimiento en aritmética de los estudiantes de sexto grado, aumentando su interacción y comprensión de los contenidos matemáticos.

H2: La incorporación de elementos específicos de UX, como retroalimentación visual y contextualización de problemas aritméticos en situaciones cotidianas, mejorará la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al hacer el contenido más relevante y aplicable.

Marco Teórico y Conceptual

Contexto Institucional

El colegio fue fundado con la misión de ofrecer servicios educativos diversificados e integrales, ubicado en Kennedy, localidad del suroeste de Bogotá, a lo largo de los años, se ha convertido en una escuela primaria y secundaria que satisface las necesidades académicas y técnicas de muchos estudiantes y ahora se encuentra entre los colegios más grandes de la ciudad; con aproximadamente 6400 estudiantes asistiendo en la jornada de la mañana y la tarde en sus dos sedes (PEI, 2020).

El colegio ha implementado un modelo pedagógico que integra la formación académica con la educación técnica, preparando a los estudiantes con competencias para avanzar a estudios de nivel superior y al mismo tiempo inculcando habilidades técnicas para la inserción en el mundo laboral, otras especializaciones técnicas incluyen gestión ambiental, diseño industrial, electricidad y electrónica, que colocan al estudiante en condiciones de aprovechar habilidades prácticas y conocimientos técnicos en áreas estratégicas del desarrollo económico y social .

El enfoque pedagógico institucional consiste básicamente en métodos activos y participativos centrados en los educandos, mediante los cuales se incluye en su mayoría a los estudiantes en sus propios procesos de aprendizaje y se ha fomentado el pensamiento crítico y el aprendizaje basado en proyectos, esto se complementa con una fuerte apuesta por la innovación educativa, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación de manera que se hagan disponibles no sólo recursos digitales sino también formas interactivas de enseñanza, ese es el tipo de dedicación a la innovación propicia el uso de herramientas educativas modernas, para reforzar el proceso de aprendizaje (PEI, 2020).

En el marco de la misión inclusiva del INEM Francisco de Paula Santander, ha diseñado

programas de apoyo psicoemocional, así como estrategias de inclusión orientadas a brindar atención a la diversidad de la población estudiantil; la mayoría de los estudiantes pertenecen a los estratos sociales y económicos 2 y 3, pero un buen número proviene de contextos de vulnerabilidad, incluido el conflicto armado, por lo tanto, ha exigido a la institución a enfocarse en la promoción de una educación equitativa y de calidad, adaptando metodologías para que todos los estudiantes puedan acceder a oportunidades de aprendizaje en condiciones de efectividad y significancia.

El colegio participa activamente en programas de innovación educativa diseñados en conjunto con el Ministerio de Educación Nacional y organismos internacionales, incluido el British Council, esto enuncia su compromiso con la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), el objetivo de esas iniciativas está en sintonía con el objetivo de la investigación: crear un juego educativo que aumente el aprendizaje en aritmética en un contexto digital, el colegio tiene 12 salas de computadoras e instalaciones de Internet para facilitar la ejecución de proyectos educativos basados en tecnología que seguramente harán que los estudiantes se beneficien de las metodologías digitales interactivas (PEI, 2020).

En cuanto al rendimiento académico, los estudiantes del INEM Francisco de Paula Santander se desempeñan peor en áreas como matemáticas, esto está respaldado por los resultados de las pruebas estandarizadas nacionales, más específicamente las pruebas Saber 3, 5, 7, 9, y 11, estos problemas refuerzan la necesidad de desarrollar nuevas estrategias de enseñanza, que puedan abarcar formas efectivas y atractivas de consolidar el aprendizaje de algunos conceptos aritméticos clave basados en los principios de la Experiencia de Usuario (UX) de los videojuegos educativos, las herramientas interactivas pueden no sólo aumentar el rendimiento académico sino también despertar el interés de los estudiantes, haciéndolos mucho más activos a

la hora de aprender, especialmente en campos que normalmente se conciben como bastante difíciles y desafiantes.

Los resultados de la prueba PISA 2018 muestran que, en Colombia, los estudiantes obtuvieron un desempeño bajo en Matemáticas ya que solo el 35% del conjunto alcanzó el nivel de competencia generales mínimas requeridas a nivel escolar, el bajo desempeño en Matemáticas, que también se ha reflejado en las pruebas nacionales 'Saber', subraya que la comprensión de ideas básicas de Matemáticas se refleja en un mínimo nivel de desempeño de los estudiantes (OCDE, 2019).

Además, un videojuego educativo diseñado para desarrollar el pensamiento aritmético desde el nivel del plan de estudios de sexto grado podría ser capaz de amortiguar algunos de los factores que de otro modo afectan el rendimiento en matemáticas: la falta de contextualización de la materia, baja motivación hacia el tema y muchos otros factores; los principios de la experiencia del usuario establecen que los videojuegos diseñados adecuadamente pueden permitir a los estudiantes interactuar con una interfaz intuitiva y escenarios de aprendizaje interactivos, a través de los cuales los conceptos matemáticos descritos se pueden aplicar a situaciones de la vida real relevantes para los estudiantes (Ryan & Deci, 2000). Esto corresponde al compromiso con la innovación en educación y la adopción de tecnologías digitales, que no sólo debe responder a los problemas planteados por las pruebas PISA sino mantener vivo el potencial para trabajar en una alternativa viable para la mejora de la calidad y el acceso con las herramientas de aprendizaje para esta población estudiantil tan diversa y vulnerable.

Antecedentes del Estudio

Laine y Lindberg (2020) realizaron una revisión sistemática de literatura sobre motivadores y principios de diseño de juegos educativos, identificando 56 motivadores

agrupados en 14 clases y 54 principios de diseño en 13 categorías, los autores sintetizaron investigaciones previas para crear taxonomías integrales de motivadores como desafío, competencia, control y curiosidad; así como principios de diseño relacionados con aspectos como la retroalimentación que se convierte en un aspecto crucial porque en el quehacer docente es vital aplicar actividades de retroalimentación para despejar dudas, además de las metas claras, el aprendizaje y la narración que se supone debe ser cercana y atractiva, los autores establecieron conexiones entre motivadores y principios, proporcionando un marco de referencia práctico para diseñadores de juegos educativos.

De igual manera, Dayo et al (2020) realizaron una extensa revisión de literatura sobre los mecanismos de los juegos digitales de matemáticas y su impacto en el aprendizaje de resolución de problemas, los autores analizaron cómo diferentes elementos de diseño como los objetivos definidos, las recompensas por hacer los procedimientos correctos, las reglas claras, las instrucciones detalladas, la estética agradable, la interacción fluida, los desafíos interesantes y acordes al nivel y la retroalimentación oportuna; pueden fomentar el aprendizaje en el análisis de cómo resolver problemas matemáticos, los juegos bien diseñados pueden mejorar no solo el rendimiento académico, sino también las habilidades y actitudes hacia la resolución de problemas matemáticos.

Por su parte, Plecher y Borowski (2020) proponen el desarrollo de “Mathstation”, un juego educativo para complementar el aprendizaje de matemáticas en escuelas primarias, el juego busca enseñar y ejercitar técnicas matemáticas básicas a través de actividades lúdicas atractivas, que son disparadoras del interés del estudiante, aplicando conocimientos de diseño de juegos y principios didácticos que inevitablemente deben estar incluidos en el diseño de los videojuegos educativos, plantean características clave como múltiples modos de juego, gráficos

esquemáticos simples, una interfaz robusta para edición matemática, elementos narrativos sutiles y opciones de personalización visual.

El artículo “A Narrative Review of Methods Used to Examine Digital Gaming Impacts on Learning and Cognition During Middle Childhood” de Flynn et al., (2020) proporciona una revisión narrativa de los métodos utilizados para examinar los impactos de los juegos digitales en el aprendizaje y la cognición durante la infancia media (6-12 años), analizaron estudios que utilizaron tanto juegos desarrollados por investigadores como juegos comerciales disponibles, para medir resultados de aprendizaje de contenido, se emplearon pruebas estandarizadas, evaluaciones diseñadas por investigadores, calificaciones escolares reales y tareas integradas en el juego, las habilidades cognitivas se evaluaron mediante pruebas estandarizadas de funciones ejecutivas, tareas cognitivas gamificadas y medidas clínicas para poblaciones neurodiversas, los diseños de investigación incluyeron estudios de usabilidad y viabilidad, estudios de caso, diseños cuasiexperimentales y experimentales, y algunos estudios longitudinales y ensayos controlados aleatorios.

En la investigación de Alt (2023), se reconoce los beneficios de la gamificación en las actividades de matemáticas, teniendo en cuenta las siguientes cuatro condiciones: 1) el conocimiento de problemas en la actividad de gamificación digital; 2) la actividad de gamificación digital sin problemas; 3) el aprendizaje práctico basado en juegos con actividad de problemas; y 4) el aprendizaje práctico basado en juegos sin problemas, en un diseño cuasi-experimental con grupos de control y experimental, con el uso del cuestionario de experiencia de juego (GAMEFULQUEST) y la escala de motivación de juego (GAMS) para evaluar la experiencia de juego y la motivación de los estudiantes, se comprobó que la condición número uno, la actividad de gamificación digital para problemas, es más beneficiosa que el resto de

condiciones para mejorar la experiencia de juego y la motivación del alumnado, es necesario incluir elementos de resolución de problemas del contexto del alumnado y una fuerte base pedagógica en la gamificación para fomentar la implicación y motivación del estudiante en el aprendizaje matemático.

Se identificó la necesidad de realizar una revisión comparativa de videojuegos educativos existentes, específicamente de los enfocados en el fortalecimiento del pensamiento aritmético en estudiantes de educación básica, esta revisión, presentada a manera de unidad de análisis que compara las características de 20 videojuegos educativos relevantes para este fin, permite contextualizar el diseño del videojuego dentro de un panorama amplio de experiencias previas en el ámbito de los videojuegos con enfoque educativo y de experiencia de usuario (UX).

Se analizaron 20 videojuegos educativos seleccionados por su relevancia, disponibilidad, accesibilidad, nivel educativo objetivo y reconocimiento pedagógico, el análisis se centra en unos criterios derivados de la teoría UX aplicada a entornos educativos digitales, tales como la interfaz de usuario, la retroalimentación en tiempo real, el uso de elementos de gamificación, la motivación, la progresión adaptativa y la contextualización de los contenidos aritméticos en situaciones reales.

Tabla 2

Comparativa UX de 20 juegos de matemáticas

Juego	Panel docente	UX general	Gamificación	Contextualización del contenido	Dificultad adaptativa	Retroalimentación	Edad recomendada
Prodigy Math Game	Sí	Alta gamificación tipo RPG; narrativa de fantasía	Batallas, niveles, monedas	Media: actividades no contextualizadas	Sí, adaptativo	Inmediata pero no formativa	6–14 años

Juego	Panel docente	UX general	Gamificación	Contextualización del contenido	Dificultad adaptativa	Retroalimentación	Edad recomendada
CoolMath - Math Clash	No	Juego rápido estilo cartas; agilidad mental	Competencia, turnos, puntuación	Baja: operaciones abstractas	No	Visual inmediata	9–13 años
Matific	Sí	Muy estructurado y visualmente claro	Estrellas, niveles, narrativa escolar	Alta: situaciones reales	Sí, personalizable	Formativa y repetitiva	6–12 años
TuxMath	No	Estilo arcade clásico con ritmo rápido	Vidas, niveles, meteoritos	Baja: operaciones abstractas	No	Binaria, sin explicación	7–12 años
Zearn – Number Gym	Sí	Actividades interactivas con bloques visuales	No tradicional; avances visuales	Alta: contenido curricular	No adaptativo	Visual; permite ensayo	8–12 años
Khan Academy – Razones	Sí	Interfaz limpia y retroalimentación detallada	Insignias, progreso, puntos	Alta: enunciados cotidianos	Sí, adaptativo	Explicativa y constructiva	10–13 años
SplashLearn	Sí	Interfaz infantil muy visual, autónoma y motivadora	Estrellas, monedas, avatares	Alta: narrativa visual y educativa	Sí, adaptativo	Formativa visual y sonora	5–10 años
Smartick	Sí	Estructura diaria guiada con IA	Puntos, mundos, logros	Media: abstracto pero guiado	Sí, adaptativo	Explicación paso a paso	6–14 años
Tic Math Toe – RoomRecess	No	Tres en línea con operaciones; mecánica simple	Turnos, estrategia	Baja: sin contexto	No	Visual inmediata	8–11 años
Arcademics – Canoe Penguins	Opcional	Carrera con operaciones rápidas; competencia visual	Velocidad, puntuación	Media: mecánica simbólica	No	Visual y binaria	7–11 años
Quick Math Jr.	No	Exploración libre, táctil, con escritura numérica	Personajes, desbloqueo visual	Alta: visual y manipulativa	Progresivo interno	Visual y sonora	4–8 años

Juego	Panel docente	UX general	Gamificación	Contextualización del contenido	Dificultad adaptativa	Retroalimentación	Edad recomendada
AB Math Lite	No	Juego de burbujas con operaciones	Niveles, puntuación	Baja: cálculo puro	Manual	Binaria	5–10 años
Puppy Chase – Math Playground	No	Carrera de cachorros con decimales	Competencia, animaciones	Media: visual pero sin narrativa	No	Visual inmediata	9–12 años
Kahoot! Matemáticas	Sí	Cuestionarios en vivo con dinámica grupal	Puntos, podio, tiempo	Variable: depende del contenido creado	No	Inmediata con solución	6–16 años
Subtraction Mountain – Edu.com	Sí	Juego de escalada con operaciones básicas	Animación, logros	Media: visual con reto	No	Binaria	7–10 años
Go Jettters – CBeebies	No	Juego animado personalizado con narrativa infantil	Celebraciones, misiones animadas	Alta: tareas de exploración geográfica	No	Visual y afectiva	4–8 años
Numberblocks – BBC	No	Minijuegos + videos con bloques; enfoque visual	Exploración, combinación, ritmo	Alta: historias numéricas	No	Visual, amigable	4–7 años
MathGames.com	No	Juegos por grado; navegación libre	Puntos, niveles	Variable según juego	No	Inmediata	6–12 años
RoomRecess – Plataforma	No	Variedad de juegos sencillos, rápidos, repetitivos	Puntos, carreras, desafíos	Baja a media según juego	Manual	Visual inmediata	6–11 años
Arcademics – Plataforma	Opcional	Juegos tipo arcade por operación; multijugador opcional	Competencia, rankings	Media: mecánica simbólica	No	Visual competitiva	6–12 años

Nota. Elaboración propia. La tabla resume el análisis comparativo de 20 videojuegos educativos gratuitos.

Aunque los videojuegos en la tabla anterior tienen muchas características y enfoques diferentes, hay algunas áreas donde podrían mejorar para hacer el aprendizaje más efectivo, por ejemplo, algunos juegos no tienen un contexto que ayude al estudiante a conectar los problemas de matemáticas con situaciones de la vida diaria, además, la adaptabilidad de la dificultad y la retroalimentación es limitada en muchos de estos juegos, lo que puede causar frustración o falta de reto para estudiantes con diferentes habilidades. La propuesta de diseño del presente proyecto intenta solucionar estas limitaciones al incluir una retroalimentación rápida, visual y relacionada con el contexto.

Teorías de Aprendizaje Basado en Juegos

El aprendizaje significativo se basa en el principio que el estudiante aprende mejor un tema si es capaz de relacionarlo y asociarlo activamente con los conceptos que ya comprende (Ausubel, 1963), se trata de construir una estructura cognitiva que facilite la retención y permita una mejor comprensión de lo aprendido, esto se expresa en la teoría del aprendizaje basado en juegos, según la cual la experiencia de aprendizaje se proporciona de tal manera que los nuevos conceptos se integran activamente en la mente del estudiante y se refuerzan con el conocimiento previo, además de crear vínculos lógicos (Rajan, 2022), el aprendizaje significativo es el que permite captar el contenido de una manera que tenga sentido y sea útil; esto constituye la base del aprendizaje basado en juegos.

Por otro lado, los juegos educativos pueden utilizarse para involucrar a los estudiantes en actividades de las que podrían obtener un aprendizaje significativo, ya que los juegos permiten a los estudiantes explorar, experimentar y resolver problemas de una manera concreta, Greipl, Moeller y Ninaus (2020) señalan además que las características típicas de los videojuegos (interactividad y retroalimentación) aumentan el interés de los estudiantes no solo por el material

estudiado en sí, sino también por facilitar su aplicación en un contexto significativo, esto es particularmente fuerte en la enseñanza de las matemáticas y las ciencias porque los estudiantes podrán aplicar el conocimiento teórico dentro de escenarios simulados que imitan problemas reales y, por lo tanto, promueven la transferencia de aprendizaje y una comprensión más profunda.

Por último, el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) se centra en el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales centrado en el estudiante, según Díaz Herrera (2023), potencia un entorno para motivar el aprendizaje, en el que el estudiante aprende con independencia y da sentido al aprendizaje a partir de las interacciones con el juego y con los demás estudiantes, esto le otorga al escenario el atributo de ser altamente informativo y, al mismo tiempo, un apoyo a la creatividad y la resolución de problemas, ambos pilares de la teoría del aprendizaje significativo.

La teoría del flow de Mihály Csíkszentmihályi lo identifica como un estado psicológico en el que el sujeto está cognitivamente absorto en la actividad, acompañado de estados de intensidad, concentración, disfrute y distorsión del tiempo, en este sentido, un estado de "flow" puede ser un poderoso determinante de la motivación y el logro en el aprendizaje basado en juegos, estos videojuegos educativos pueden aumentar los resultados de aprendizaje al permitir que los estudiantes fluyan hacia la actividad de tal manera que integren y mantengan un compromiso profundo y prolongado con el contenido educativo, según Asadi et al. (2021), los videojuegos educativos podrían proporcionar un flujo inmersivo en la actividad que podría aumentar los resultados de aprendizaje debido al compromiso sostenido y prolongado con el contenido educativo, al mismo tiempo, el nivel de estructura del juego es apropiado para los estudiantes, lo cual es una condición necesaria para garantizar un equilibrio entre las habilidades y las tareas establecidas si se desea sentirse en el flow.

En este sentido, el diseño de juegos educativos incita los niveles más altos de motivación e interés por el aprendizaje, especialmente en áreas temáticas en las que los estudiantes lo consideran muy difícil, algunas de las características del juego que proporcionan el mejor flujo de aprendizaje de conceptos difíciles y que se realizaron para impulsar la retención y el compromiso de los estudiantes incluyen la concentración y el desafío adaptativo, como señalaron Silva, Rodrigues y Leal en 2019, los elementos de retroalimentación inmediata y recompensas en el juego realmente aumentan la autoeficacia en el dominio de ciertas habilidades, lo cual es muy importante para mantener el interés de los estudiantes y apoyar un aprendizaje independiente y efectivo.

Sin embargo, la experiencia de flujo en el aprendizaje basado en juegos no es uniforme y también puede variar según el formato o el contexto del juego y la aplicación. Chan, Wan y King (2021) habían señalado que entre los estudiantes, los factores competitivos habían inducido el flujo de aprendizaje y, al mismo tiempo, habían generado una personalidad y una preferencia individuales, a veces, los elementos competitivos mejoran drásticamente el nivel de participación y motivación, mientras que otras veces provocan estrés y reducen la eficacia del aprendizaje, estos hallazgos han confirmado la importancia de diseñar una buena dificultad y un contexto en los juegos educativos lo suficientemente bien como para optimizar el estado de flujo y maximizar los resultados del aprendizaje.

El impacto de los videojuegos en el desarrollo cognitivo ha sido ampliamente investigado, y la mayor parte de él se centra en los beneficios en la memoria y la atención, así como en la resolución de problemas, de hecho, según Monteiro, Lemos y Kochhann, 2023, esto se extiende a la afirmación que los videojuegos educativos tienden a mejorar no solo las habilidades cognitivas básicas como la atención y la concentración, sino también el desarrollo

metacognitivo mediante la estimulación de habilidades reguladoras en el aprendizaje, este tipo de juegos lleva a los estudiantes a trabajar estrategias de planificación, análisis y reajuste, que son habilidades clave en el desarrollo cognitivo. Aquí es donde el contexto educativo suele volverse muy restrictivo en términos de métodos de enseñanza clásicos.

En este sentido, los videojuegos representan un entorno propicio para la motivación intrínseca y la participación activa, dos de los factores más determinantes que repercuten positivamente en el desarrollo de competencias cognitivas complejas.

Los juegos educativos ofrecen un aprendizaje autodirigido, mediante el cual el estudiante puede avanzar a través de la resolución de problemas, la exploración y la creatividad, esto motiva a los estudiantes y, al mismo tiempo, les proporciona una forma de desarrollar habilidades de toma de decisiones y razonamiento lógico, por supuesto, lo que puede ser de gran valor para el entorno educativo en el sentido de mejorar la autonomía y la confianza en sí mismos de los estudiantes, aunque en diversas condiciones los videojuegos pueden afectar el desarrollo cognitivo de manera diferente, por ejemplo, en un estudio de Wan et al. (2020) jugar videojuegos mejoró las funciones cognitivas, como el juicio y la percepción. El abuso de los videojuegos puede estar relacionado con resultados menos positivos, por ejemplo, un bajo rendimiento académico y actividades antisociales, esto sugiere que, cuando se gestionan y se dirigen, los videojuegos educativos pueden convertirse realmente en herramientas valiosas que permitan a los estudiantes aprovechar al máximo los beneficios cognitivos sin que surjan los impactos negativos inducidos por las duraciones prolongadas de juego.

La teoría del conectivismo es un modelo de aprendizaje adecuado para la actual era digital, donde el aprendizaje se integra y el conocimiento se construye y distribuye dentro de redes, como lo manifestaron Siemens en 2005 y Downes en 2008. La teoría del conectivismo

apunta a la colaboración, la lluvia de ideas, el acceso a recursos digitales, la interacción en el contexto de una era caracterizada por la globalización y el énfasis en la tecnología, este enfoque también es adecuado para la creación de juegos educativos porque hace que los estudiantes estén en un entorno que apoya la interactividad, el aprendizaje en redes y la autodirección, la integración del conectivismo en el juego facilita así el desarrollo de habilidades de pensamiento aritmético que van más allá de la instrucción tradicional al vincular el aprendizaje a diversas fuentes y redes de conocimiento.

Desde este punto de vista, el aprendizaje emerge y se cree que existe en las conexiones entre personas que forman una red, nodos de información y tecnología a través de la cual el conocimiento en sí se encuentra en la red y no en la cabeza o base de información de un individuo, el aprendizaje es visto como un proceso emergente de conexión. Según Downes (2008), la razón principal por la que el conectivismo funciona no es solo porque es fácil acceder a la información, sino también porque es fácil evaluar fuentes valiosas e incorporar el conocimiento adquirido en una red práctica. Este último modelo pertenece a las competencias digitales y al aprendizaje colaborativo en entornos educativos donde la tecnología es la herramienta principal.

En el diseño para un juego educativo que utiliza características conectivistas y una herramienta de colaboración en línea para apoyar la interacción entre estudiantes para el desarrollo conjunto de sus capacidades aritméticas, los foros de discusión, el chat colaborativo y los sistemas de negociación de estrategias apoyan los intercambios de ideas y soluciones de los estudiantes y favorecen las redes de conocimiento y el aprendizaje conectivista aplicado, el juego también podría proporcionar recursos adicionales como videos, tutoriales y enlaces externos para brindar una experiencia de aprendizaje integral y gratificante que garantice que los estudiantes

estén equipados con conocimientos externos que los ayuden mientras diseñan estrategias sobre cómo jugar (Blumberg & Ismaier, 2019).

De la misma manera, los videojuegos educativos conectivistas deberían permitir principalmente un aprendizaje autorregulado de forma personalizada, en el que los estudiantes se apropiarían del entorno y de su aprendizaje a su propio ritmo, por ejemplo, en un juego cuyo objetivo sea desarrollar la capacidad de razonamiento aritmético, los estudiantes podrían pasar a diversos caminos y estrategias de resolución de problemas en función de sus habilidades e intereses, se trata de un entorno adaptativo en el que los estudiantes pueden practicar y utilizar conceptos de aritmética en un contexto real y significativo, como tal, el juego debería ser un recurso de aprendizaje individualista en el que se fomente la autoevaluación y la actualización de conocimientos del estudiante en función de sus necesidades reales de forma continua (Reis & Ferreira, 2021).

El conectivismo es un marco útil para crear videojuegos educativos que puedan ir más allá de la instrucción individual y ayudar a los estudiantes a pensar de una forma mejorada, de tipo aritmético, en el aula, a través de un videojuego que adopte los principios conectivistas, los estudiantes se benefician de la interacción continua con amigos y diversas fuentes de conocimiento que fomentan el conocimiento de conceptos aritméticos, la facilitación puede ser realizada por los educadores a través de la orientación de los estudiantes sobre otras fuentes más allá del juego, y se puede compartir la reflexión sobre el conocimiento adquirido, este tipo de dinámica fomenta una red de aprendizaje en el aula basada en los principios de conectividad, donde el nodo central es un videojuego que conecta la teoría matemática con la práctica activa y la colaboración en el aula, la dinámica que esta fomenta es una red de aprendizaje del aula bajo los principios de conectividad, donde el nodo central es el videojuego que conecta la teoría

matemática con la práctica activa y la colaboración en el aula (Siemens, 2005; Blumberg & Ismailer, 2019).

Principios de Experiencia de Usuario (UX) en Educación

Esto se refiere especialmente a la experiencia del usuario en los juegos con fines educativos, que se considera cada vez más un elemento clave en el diseño de entornos educativos que no sean simplemente funcionales, sino también atractivos para los estudiantes, de manera más general, la UX se puede definir como la percepción y la reacción del usuario a un producto, sistema o servicio y, en un contexto educativo, es la creación de juegos que incluyan entretenimiento y pedagogía. Como afirman Reis y Ferreira (2021), la UX bien pensada del juego educativo puede inducir la satisfacción del usuario, lo que inducirá el proceso de desarrollo de habilidades al satisfacer las necesidades educativas y de entretenimiento, esto subraya que existe una necesidad adicional de integrar los principios del diseño de UX para crear herramientas de aprendizaje que sean interactivas y centradas en el usuario.

Entre los principios principales del juego educativo se encuentran la usabilidad, la accesibilidad y la interacción significativa de manera que el contenido educativo sea fácil de interactuar y el aprendizaje sencillo, según Yuan et al. (2019), todos los juegos educativos deben tener una interfaz simplificada y un diseño controlable para permitir que el estudiante se concentre por completo en el proceso de aprendizaje y no se confunda con distracciones técnicas, dichos juegos deben estar orientados a los desafíos para mantener el entusiasmo y la motivación para seguir avanzando, ya que estos son algunos de los elementos motivadores para crear experiencias atractivas e informativas.

El otro principio básico de relevancia, en términos de UX, es la retroalimentación a lo largo del curso de los juegos educativos y sus características visuales y/o auditivas altamente

atractivas que hacen que el material sea fácil de aprender y recordar para los estudiantes, según Roedavan, Siradj y Stefany (2023), la retroalimentación constante y el diseño visual atractivo mantienen al estudiante interesado y concentrado, lo que permite un aprendizaje efectivo y sostenible en el proceso de juego, el diseño aplicado hace que los juegos educativos no sean solo herramientas de aprendizaje, sino realmente una cosa de significado y entretenimiento para sus usuarios.

El diseño de juegos educativos se centra principalmente en crear entornos de aprendizaje suficientes y estéticos, dentro de los cuales los estudiantes puedan operar de forma intuitiva, sobre contenidos educativos, como parte del proceso de diversión, según el estudio de Reis y Ferreira (2021), este diseño también incluye componentes como usabilidad y accesibilidad para mejorar la satisfacción y el desempeño del estudiante, la claridad en la presentación de todos los elementos visuales y la simplicidad en la interfaz brindan comprensión y ausencia de sobrecarga de las fuerzas cognitivas, manteniendo así el enfoque central en el aprendizaje, este enfoque será muy fiel a la vida en entornos educativos que asumen la interactividad constante y la retroalimentación inmediata como garantía de mantener la atención de los estudiantes.

Desde la perspectiva teórica, la UX en el aprendizaje basado en juegos combinaría naturalmente principios de gamificación, diseño de interfaz y teoría cognitiva para fomentar experiencias que puedan captar la atención, la motivación y la memoria, Yuan, Fan y Xing (2019) señalaron que los juegos educativos también tienen que proporcionar el equilibrio adecuado entre la dificultad y las habilidades del estudiante para incorporar desafíos y recompensas correspondientes al nivel de habilidad del estudiante, este equilibrio es parte de la teoría del flujo: permite a los estudiantes mantener un nivel de concentración, para un

aprendizaje efectivo y la adquisición de un conocimiento profundo de los conceptos que se desarrollan.

Según Greipl, Moeller y Ninaus (2020), requieren que una experiencia de aprendizaje sea experiencial y contextualizada para que el estudiante pueda aplicar el conocimiento en un entorno seguro simulado, la integración de elementos de retroalimentación visual y auditiva dentro de la interfaz de usuario (por ejemplo, una recompensa inmediata por las acciones correctas) ayudará a los estudiantes a adaptar y perfeccionar estrategias, fomentando así el aprendizaje activo e independiente, es aquí es donde el diseño UX encuentra una aplicación especial en materias como matemáticas, donde un estudiante realmente puede experimentar con los diferentes medios y observar el resultado de las decisiones en tiempo real.

Un buen ejemplo de la aplicación de estos principios es bastante visible en proyectos educativos como "Matventura" para la enseñanza interactiva de las matemáticas, con una interfaz sencilla y unos retos personalizados diseñados de acuerdo con el progreso del alumno, y esto sin duda redundará en un aprendizaje fluido y ameno (Aguiar et al., 2022), además, la retroalimentación continua en este tipo de desafíos se vuelve más difícil con el progreso del estudiante, lo que asegurará el desarrollo de habilidades cognitivas y motivadoras, en los juegos educativos, el diseño UX existe para dar vida a los conceptos más difíciles y abstractos, permitiéndoles ser accesibles y significativos en el proceso de aprendizaje.

En el diseño de videojuegos educativos, métodos como el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Lean UX son importantes, ya que ayudan a crear experiencias de aprendizaje que se adaptan y se basan en la retroalimentación constante de los usuarios. Estos métodos, que se centran en la participación activa de los estudiantes y docentes durante el diseño y en la mejora continua de soluciones, se explicarán en detalle en el Marco Metodológico de esta investigación.

Psicología de la Motivación y Teoría de Autodeterminación

Los dos conceptos centrales en psicología educativa y que dan razones de por qué un individuo se dedica a una actividad son la motivación intrínseca y la extrínseca, que en pocas palabras, intrínseca se refiere a la ejecución de una actividad por placer y satisfacción acompañada de ella, mientras que extrínseca se refiere a la ejecución de una actividad para obtener alguna recompensa externa o evitar algún castigo (Ryan & Deci, 2000), dentro del espacio de los videojuegos educativos, este tipo de motivación son de suma importancia para garantizar el interés y la participación del estudiante, en un diseño que sea intrínsecamente motivador, habrá características que permitan el disfrute, la curiosidad y la autonomía, y la motivación extrínseca en forma de puntos, medallas o clasificaciones actuará como recompensa por el uso continuo y el mayor aprendizaje (Habgood & Ainsworth, 2011).

En el diseño de un videojuego para potenciar el pensamiento aritmético en sexto grado, se buscan elementos que apoyen la motivación tanto intrínseca como extrínseca, en el proceso de ser utilizados como pautas para asegurar el trabajo de los estudiantes, características más intrínsecas, como desafíos adaptados al nivel de capacidad del jugador asignados por el docente y recompensas vinculadas a la resolución de problemas individuales, respaldan la actividad comprometida y el aprendizaje autónomo, por el contrario, los sistemas de logros y puntuación que ofrecen recompensas por el progreso ofrecen motivación extrínseca para fomentar la práctica continua, ambos encajan perfectamente con la teoría del aprendizaje significativo y el diseño centrado en el usuario para crear un entorno en el que los estudiantes puedan captar la atención y obtener un aprendizaje más profundo y sostenido (Garris, Ahlers & Driskell, 2002).

La teoría de la autodeterminación (Self-Determination Theory, SDT) explica la motivación humana en términos de la satisfacción de estas tres necesidades psicológicas básicas:

autonomía, competencia y relación (Deci & Ryan, 2000), se dice que, cuando se satisfacen, estas necesidades harán que el individuo experimente una alta motivación intrínseca, lo que eventualmente conducirá a una participación más profunda y prolongada del mismo en las actividades, la implementación de SDT en el diseño de juegos educativos es crucial, ya que los elementos del juego que brindan una sensación de control (autonomía), que desafían el nivel de habilidad (competencia) o que tienen una oportunidad de interacción social (relación) podrían aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en cuestión (Ryan & Deci, 2017).

Tal es el caso cuando se diseña un videojuego destinado a fortalecer el pensamiento aritmético, mediante el cual la incorporación de principios de STD ayudará a maximizar el impacto para la educación, por ejemplo, proporcionarle tareas matemáticas con un ritmo ideal en relación con el estudiante y darle retroalimentación positiva fortalecerá los sentimientos de competencia y, por lo tanto, lo involucrará en un estudio más profundo (Vansteenkiste et al., 2020), de manera similar, ofrecer una opción de modos de juego o estrategias alternativas para resolver un problema ayuda a los estudiantes a ser más autodeterminados y aumenta el compromiso intrínseco, estas características, que están perfectamente en consonancia con la STD, no sólo favorecen un aprendizaje eficaz, sino que también conducen a una experiencia más satisfactoria y motivadora para el alumno (Niemic y Ryan, 2009).

Los aspectos esenciales en los procesos de aprendizaje y diseño de juegos para el aprendizaje incluyen la retroalimentación y las recompensas, una definición de retroalimentación postula que es cualquier información que pueda usarse para ayudar a alterar el desempeño de un estudiante, guiándolo para que esté en condiciones de diferenciar entre el estado correcto e incorrecto de la tarea en cuestión (Hattie & Timperley, 2007), por otra parte, las recompensas sólo servirán como un refuerzo positivo que podría motivar y ayudar al estudiante a mantener el

interés en la actividad (Skinner, 1953), ambos elementos pueden ser útiles en la educación porque enriquecen la comprensión del material y mejoran la memoria, también elevan el nivel de motivación, lo cual es importante para conservar el alto interés entre los estudiantes en relación con sus estudios (Deci et al., 1999).

En los videojuegos educativos, la retroalimentación se da a través de notificaciones inmediatas y continuas, que incluyen mensajes emergentes sobre respuestas correctas o incorrectas y sugerencias sobre qué hacer mejor, esta recompensa puede darse en forma de puntajes, medallas y acceso a niveles superiores en forma de logro por tareas completadas (Habgood & Ainsworth, 2011), por ejemplo, en los juegos matemáticos, la retroalimentación mejora el aprendizaje a través de la corrección de errores en tiempo real, mientras que las recompensas motivan a los estudiantes a practicar más para enfrentar desafíos cada vez más difíciles (Litster y Moyer-Packenham, 2019).

Vincular la retroalimentación y las recompensas a la experiencia del usuario es un principio para el diseño de juegos educativos, un diseño eficaz debe garantizar que todos estos elementos funcionen para reforzar la interacción del usuario y el aprendizaje significativo, Reis y Ferreira (2021) afirman que un buen diseño de UX garantiza que el estudiante se mantenga informado y motivado por la retroalimentación visual y auditiva, recompensando así la consolidación del aprendizaje y promoviendo aún más su repetición y la superación de dificultades, por lo tanto, un diseño de juego que maximiza la retroalimentación y las recompensas crea un contexto de aprendizaje interactivo donde los estudiantes lo encuentran desafiante, pero se sienten apoyados para seguir adelante.

Gamificación y Mecánicas de Juego

El aprendizaje gamificado es el uso de elementos y principios de diseño de juegos en un entorno de aprendizaje que no es para la recreación, sino para mejorar el aprendizaje y la participación de los estudiantes (Deterding et al., 2011), las mecánicas de juego introducidas en el diseño de la experiencia del usuario para juegos educativos han transformado enormemente la enseñanza para convertirla en un proceso mucho más dinámica e interactiva, al incluir estos aspectos, el diseño de la experiencia de usuario en los juegos se basa no solo en términos de funcionalidad y accesibilidad, sino que también incluye un valor agregado a la interacción que tiene lugar con un juego en un esfuerzo por involucrar al proceso de aprendizaje de una manera personalizada (Reis & Ferreira, 2021).

La esencia que hace que la gamificación sea importante para el aprendizaje es que conlleva la posibilidad de transformar una tarea educativa aburrida y ardua en una divertida, lo que realmente podría dar lugar a una participación activa y a la retención de conocimientos entre los estudiantes (Sailer et al., 2017), en los juegos informáticos educativos, los elementos de gamificación hacen que los alumnos se sientan motivados intrínsecamente, ya que su progreso se refleja en recompensas y retroalimentación que se suceden sin fin y, por lo tanto, fortalecen la confianza en sí mismos y el interés por el contenido, por lo tanto, estas actividades no solo involucran a los estudiantes en el contenido, sino que también ayudan a desarrollar habilidades críticas y pensamiento con repeticiones y práctica en un entorno controlado y motivador (Litster & Moyer-Packenham, 2019).

Las mecánicas de juego son estructuras que determinan cómo se desarrolla y cómo los jugadores interactúan con él, estas mecánicas se utilizan para enriquecer el proceso de aprendizaje y hacerlo más atractivo para los estudiantes (Zichermann & Cunningham, 2011); se

logra mediante el uso de puntos, niveles, desafíos y sistemas de recompensas, que mantienen a los estudiantes comprometidos, las mecánicas de juego son importantes porque convierten actividades de aprendizaje que podrían ser monótonas en experiencias divertidas, estimulando el interés.

Ejemplos de mecánicas incluyen sistemas de puntos y recompensas que animan a los estudiantes a completar tareas, así como el desbloqueo de niveles que proporcionan un sentido de progreso. Un ejemplo es un videojuego educativo de matemáticas, donde los estudiantes obtienen puntos al resolver problemas aritméticos y reciben retroalimentación inmediata, esta mecánica recompensa el esfuerzo y las respuestas correctas, incentivando a los estudiantes a seguir avanzando en el contenido (Habgood & Ainsworth, 2011).

La conexión entre las mecánicas de juego y la experiencia de usuario (UX) es fundamental en los videojuegos educativos, un buen diseño de UX debe integrar estas mecánicas no solo para hacer el juego más entretenido, sino también para potenciar el proceso de aprendizaje. Según Reis y Ferreira (2021), la clave está en equilibrar la dificultad y el desafío de las mecánicas para que el usuario no se sienta frustrado o aburrido, cuando estas mecánicas se aplican correctamente, el juego se convierte en un entorno de aprendizaje inmersivo.

Metodologías para el Diseño de Gamificación en Videojuegos Educativos

Octalysis es un marco de trabajo para el diseño de gamificación creado por Yu-kai Chou, basado en ocho motivadores humanos: significado y propósito, desarrollo y logro, potenciación de la creatividad, retroalimentación, propiedad y posesión, influencia social y relación, escasez e impaciencia, imprevisibilidad y curiosidad, y pérdida y evitación (Chou, 2019), esta metodología permite crear experiencias de juego centradas en elementos que motivan eficazmente a los usuarios, especialmente en el ámbito educativo, en un videojuego educativo, Octalysis permite a

los diseñadores identificar y aplicar motivadores específicos para captar el interés de los estudiantes, haciendo que el aprendizaje sea tanto agradable como emocionalmente satisfactorio.

En la enseñanza de la aritmética, Octalysis se puede usar para crear desafíos que se basen en ocho motivadores. Por ejemplo, se pueden implementar sistemas de niveles y puntos para premiar el avance del estudiante al resolver problemas de aritmética. También es importante la influencia social, ya que los estudiantes pueden trabajar juntos, lo que mejora su aprendizaje a través de la interacción. Estos motivadores ayudan a crear un ambiente de aprendizaje activo que mantiene a los estudiantes interesados y fomenta la práctica constante, lo cual es esencial para desarrollar habilidades aritméticas (Chou, 2019).

Gamification Canvas es una herramienta visual que organiza y estructura los elementos de gamificación en proyectos educativos de forma clara y efectiva. Este modelo ayuda a establecer objetivos específicos de gamificación, comprender los perfiles de los usuarios (es decir, los estudiantes y docentes) y elegir elementos de juego como puntos, niveles y logros, de acuerdo con los resultados educativos deseados (Jiménez, 2015). Con esta herramienta, los creadores de juegos educativos pueden hacer que los elementos del juego coincidan con los objetivos de aprendizaje, aumentando su impacto educativo y manteniendo el interés de los estudiantes.

Al crear un videojuego para mejorar el pensamiento aritmético, Gamification Canvas ayuda a organizar los niveles y desafíos en torno a conceptos matemáticos específicos. También ofrece un sistema de recompensas para motivar a los estudiantes a continuar avanzando. Por ejemplo, cada nivel podría estar relacionado con un tema de matemáticas específico, como resolver problemas con fracciones o trabajar con proporciones. Este enfoque asegura que el

diseño del juego esté muy conectado con los objetivos de aprendizaje, lo que ayuda a que los estudiantes vean el sentido y la importancia de las actividades (Jiménez, 2015).

El marco de gamificación de Werbach y Hunter es una metodología importante que organiza la gamificación en tres niveles: componentes, mecánica y dinámica. Los componentes son los elementos visibles del juego, como puntos, insignias y tablas de clasificación. La mecánica se refiere a cómo funciona el juego, incluyendo cosas como desafíos, retroalimentación y recompensas. Por último, la dinámica aborda los comportamientos y motivaciones que el juego busca fomentar en los jugadores, como la competencia, la cooperación y la exploración (Werbach y Hunter, 2012). Este enfoque asegura que los elementos del juego se diseñen con propósito, maximizando su efecto en el aprendizaje y la motivación.

En un videojuego educativo destinado a desarrollar el pensamiento aritmético, el marco de Werbach y Hunter puede guiar el diseño de actividades que mantengan a los estudiantes interesados a través de un equilibrio entre competencia y cooperación, por ejemplo, los puntos y las insignias pueden recompensar el progreso a través de los niveles, mientras que la mecánica de retroalimentación ayuda a los estudiantes a identificar y corregir errores en tiempo real; en un nivel dinámico, el juego puede fomentar la cooperación en actividades en las que los estudiantes resuelvan problemas aritméticos en equipo, promoviendo así el aprendizaje colaborativo. Este enfoque garantiza que el juego educativo no solo sea atractivo, sino también eficaz para desarrollar habilidades aritméticas.

Los diseños cuasi-experimentales son habituales en casos donde no se puede asignar a los participantes de manera aleatoria a los diferentes grupos de estudio. Sin embargo, se busca evaluar el impacto de una intervención en condiciones que se parezcan lo más posible a la vida real. Dimitrov y Rumrill (2003) indican que estos diseños ayudan a ver y comparar qué tan

efectivos son diferentes ambientes de aprendizaje, considerando variables que se pueden controlar en el estudio.

En entornos educativos, especialmente al evaluar experiencias que incluyen tecnologías de aprendizaje, los grupos no equivalentes son una opción válida, este diseño es útil cuando se quiere conservar las condiciones naturales en el aula, permitiendo evaluar el efecto de la intervención sin cambiar mucho el ambiente educativo. Esta metodología es importante para evaluar proyectos como este, donde se compara el rendimiento de los estudiantes en clases tradicionales con el uso de tecnologías educativas, como el videojuego educativo que se propone.

Marco Conceptual

Videojuego Educativo

Los videojuegos educativos son un tipo de herramienta que combina elementos de entretenimiento y aprendizaje para ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos y habilidades fácilmente, estos juegos hacen uso de mecánicas y dinámicas de juego para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo y significativo. (Gee, 2003).

Experiencia de Usuario (UX)

La experiencia de usuario implica que la facilidad, el acceso y la satisfacción que experimentan los usuarios con el juego con el que interactúan influyen directamente en la efectividad de las actividades de aprendizaje. (Reis & Ferreira, 2021).

Lean UX

Conjunto de metodologías y enfoques ágiles, que combinan los principios del desarrollo y el «Design Thinking» centrado en el usuario y su comportamiento para interacciones rápidas a partir de hipótesis.

Técnica del Mago de OZ

Método de prototipado donde un usuario interactúa con un sistema que parece ser autónomo, pero en realidad es controlado o manipulado por una persona escondida.

Pensamiento Aritmético

La habilidad de razonamiento aritmético es la capacidad de interpretar, manipular y generalizar números y operaciones dentro de diversos contextos. Desarrollar el pensamiento aritmético entre los estudiantes como base para el aprendizaje matemático despierta el surgimiento del pensamiento lógico y las habilidades de resolución de problemas. (Ministerio de Educación Nacional, 2020).

Gamificación

La gamificación aplica el uso de mecánicas y dinámicas de juego (puntos, logros y niveles), con el fin de provocar aumentos en el esfuerzo. La gamificación de la educación contextualiza un entorno de aprendizaje interactivo y motivador en una tarea de aprendizaje, donde la práctica y el aprendizaje son autodirigidos. (Deterding et al., 2011).

Retroalimentación y Progresión en Videojuegos

El feedback y la progresión son elementos clave en cualquier juego educativo, donde para estar constantemente informado sobre el rendimiento y seguir motivado para seguir adelante, debe existir un feedback y una progresión inmediatos. El feedback inmediato señala dónde se producen los errores en el momento en que se cometen y los corrige; la progresión da una sensación de logro o una recompensa. (Hattie & Timperley, 2007).

Interfaz de Usuario (UI)

Son las partes gráficas y de control que ofrecen los puntos de acceso a través de los cuales el estudiante interactúa con el juego. Un buen diseño de UI debe ser intuitivo y permitir

que el estudiante avance por el juego sin problemas, algo importante para mantener la atención del estudiante en el aprendizaje, no en la navegación. (Norman, 2013)

Motivación Intrínseca y Extrínseca

Son las dos características importantes en el aprendizaje, la motivación intrínseca está asociada con un interés en la actividad, mientras que la motivación extrínseca se basa en ser recompensado. Ambas deben estar presentes en los videojuegos educativos para que el estudiante se interese y se involucre en el proceso. (Ryan & Deci, 2000).

Aprendizaje Basado en Juegos (Game-Based Learning)

Es el uso de juegos para el aprendizaje de contenidos y habilidades específicas, en este método de enseñanza, se aprovecha la naturaleza atractiva de los juegos para fomentar el aprendizaje activo e interactivo, resulta más eficaz en materias como matemáticas y ciencias. (Shaffer, 2006).

Adaptabilidad en el Diseño de Juegos Educativos

Los videojuegos educativos pueden personalizarse para adaptarse al nivel y ritmo de cada estudiante, ofreciendo una experiencia altamente personalizada. Esta característica es crucial para un aprendizaje efectivo, que debe ser adaptable a las necesidades individuales. (Blumberg & Ismail, 2019).

Narrativa en Juegos Educativos

Los videojuegos educativos utilizan la narración para crear contextos de aprendizaje significativos, una narrativa bien desarrollada en un juego ayuda a los estudiantes a relacionar el contenido académico con situaciones de la vida real a través de problemas y desafíos. (Barab et al., 2010).

Interacción Humano-Computador (HCI)

La HCI estudia, en este caso particular, cómo interactúan los estudiantes con los juegos a través de la tecnología, una HCI bien diseñada mejoraría la experiencia de aprendizaje y garantizaría que el juego sea accesible y fácil de usar para todos los estudiantes. (Preece et al., 2015).

Recompensas

Estos pueden incluir puntos, insignias, niveles o acceso a nuevos contenidos, que los estudiantes obtienen al completar tareas o superar con éxito desafíos basados en juegos. En realidad, estos incentivos sirven como recompensa por el éxito o el esfuerzo de los estudiantes, lo que les motiva y les permite dedicarse a actividades asociadas con el aprendizaje, en un contexto educativo, el impulso para continuar y completar una tarea se inicia tanto por los sentimientos de recompensa como por la suposición de que la práctica es parte del dominio de una habilidad y del aprendizaje de un oficio (Skinner, 1953).

Marco Legal Nacional sobre Tecnología Educativa en Colombia

En Colombia, el Plan Nacional de Desarrollo, detalla líneas de acción específicas para promover el uso de tecnologías de la información y la comunicación en las escuelas, garantizando un acceso equitativo a recursos educativos y apoyando la enseñanza, este plan indica la importancia de adaptar el currículo escolar para incorporar herramientas digitales que fortalezcan las competencias académicas y fomenten un aprendizaje interactivo y práctico (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

Otra iniciativa significativa es el programa “Computadores para Educar”, que se enfoca en dotar de recursos tecnológicos a instituciones educativas públicas, este programa no solo se limita a proporcionar equipos, sino que también capacita a los docentes en el uso efectivo de la tecnología aplicada a la enseñanza, promoviendo el desarrollo de competencias digitales tanto en estudiantes como en docentes (Ministerio TIC, 2020).

Además, la política de “Innovación Educativa con Uso de TIC” establece directrices para el diseño e implementación de recursos digitales que apoyen el aprendizaje en distintas áreas, como matemáticas y ciencias. Esta normativa resalta la importancia de que las herramientas tecnológicas empleadas en las aulas estén en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 4, que busca asegurar una educación inclusiva y de calidad, la incorporación de videojuegos educativos, que combinan pedagogía y entretenimiento, se perfila como una estrategia eficaz para alcanzar estas metas, promoviendo el aprendizaje activo y motivando a los estudiantes (Naciones Unidas, 2022).

La legislación colombiana también ha centrado sus esfuerzos en establecer marcos regulatorios que fomenten y protejan el uso responsable de la tecnología en la educación, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) estipula que el sistema educativo debe integrar nuevas

tecnologías para facilitar el aprendizaje y mejorar la eficiencia educativa, esta ley se complementa con la Ley 1341 de 2009, conocida como la Ley TIC, que promueve el desarrollo y uso de la tecnología como herramienta de inclusión social y educativa.

Por lo tanto, el diseño y desarrollo de videojuegos educativos en Colombia, en el marco de estas políticas, debe alinearse con los principios de equidad, inclusión y calidad contemplados en la normativa educativa y en las políticas TIC del país; esto implica crear juegos que sean accesibles para estudiantes de distintos contextos socioeconómicos y que ofrezcan oportunidades de aprendizaje adaptativo que fomenten la comprensión y la retención de conocimientos, la incorporación de estas políticas en el diseño y la creación de recursos educativos tecnológicos asegura que los avances en tecnología educativa contribuyan al desarrollo de habilidades y competencias esenciales en los estudiantes colombianos.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Educación Digital

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan una ruta establecida por la ONU para afrontar los desafíos globales. El ODS 4 y el ODS 9 tienen una relevancia en los ámbitos de la educación y la tecnología, el ODS 4, “Educación de Calidad”, se orienta a garantizar una educación inclusiva y equitativa, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante la vida para todos. Este objetivo subraya la necesidad de utilizar tecnologías innovadoras para ampliar el acceso a la educación y mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Naciones Unidas, 2015); la incorporación de la tecnología no solo contribuye a un acceso equitativo a los recursos educativos, sino que también permite a los estudiantes desarrollar competencias digitales esenciales en el siglo XXI.

El ODS 4 destaca la importancia de integrar las TIC en los sistemas educativos para proporcionar experiencias de aprendizaje significativas y accesibles, esta integración permite un

aprendizaje personalizado, beneficiando a estudiantes con diferentes habilidades y necesidades, ajustando la enseñanza a su ritmo (UNESCO, 2020). En nuestro país las políticas educativas se alinean con este objetivo, mediante programas que dotan a las instituciones educativas de recursos tecnológicos, fortaleciendo así la educación digital (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

Por otro lado, el ODS 9, “Industria, Innovación e Infraestructura”, complementa estos esfuerzos al promover la adopción de tecnologías innovadoras para el desarrollo sostenible, en el contexto educativo, esto implica fomentar la creación y uso de herramientas digitales (Naciones Unidas, 2015), este objetivo refuerza la importancia de la inversión en infraestructura tecnológica educativa para cerrar la brecha digital.

La relación entre los ODS y el diseño de videojuegos educativos se traduce en la creación de recursos que fomenten la equidad y la inclusión, por ejemplo, un videojuego diseñado para fortalecer el pensamiento aritmético en estudiantes de sexto grado debe ser más que una herramienta de aprendizaje; debe alinearse con los principios de accesibilidad e inclusión establecidos por los ODS; esto implica diseñar juegos que puedan ser utilizados por estudiantes con diferentes habilidades y de diversos contextos socioeconómicos, garantizando que nadie quede rezagado en la adquisición de competencias clave (UNICEF, 2019).

Los ODS resaltan la relevancia de la colaboración instituciones educativas y el sector privado para desarrollar tecnologías que transformen la educación, esta colaboración facilita la creación de soluciones tecnológicas que promuevan un aprendizaje interactivo y adaptable, las alianzas entre el Ministerio de Educación y organizaciones internacionales, como el British Council, han impulsado iniciativas alineadas con los ODS, integrando tecnologías en los procesos educativos (Ministerio TIC, 2020).

Normativas Internacionales sobre Educación y Tecnología

Las normativas internacionales en materia de educación y tecnología buscan garantizar un acceso equitativo y de calidad a los recursos educativos digitales, promoviendo el desarrollo de competencias tecnológicas esenciales en la era digital, la UNESCO ha jugado un papel fundamental al establecer lineamientos y recomendaciones para la integración de las TIC en la educación. A través de su documento “Marco de Competencias de TIC para Docentes”, la UNESCO ofrece directrices que tienen como objetivo dotar a los educadores de las habilidades necesarias para incorporar la tecnología en sus métodos de enseñanza, fomentando un aprendizaje activo y colaborativo (UNESCO, 2018), este marco destaca la importancia de que las políticas educativas nacionales adapten estas normativas para crear entornos de aprendizaje que preparen a los estudiantes para enfrentar el mundo laboral y social del siglo XXI.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) también ha resaltado la relevancia de la inclusión tecnológica a nivel mundial, estableciendo normativas que promuevan el desarrollo de infraestructura digital en regiones menos favorecidas, estas normativas contribuyen a reducir la brecha digital y aseguran que los estudiantes en países en desarrollo tengan las mismas oportunidades de acceder a una educación de calidad respaldada por la tecnología (UIT, 2020) . La UIT enfatiza que la falta de acceso a la tecnología no solo afecta la educación, sino que también limita las posibilidades de desarrollo socioeconómico y perpetúa la desigualdad.

En el contexto de la Unión Europea, la Estrategia Digital de la UE impulsa la implementación de la tecnología en la educación a través de programas como el “Plan de Acción de Educación Digital” (2021-2027), que tiene como propósito mejorar las competencias digitales de estudiantes y docentes y apoyar el uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, esta estrategia establece normativas que buscan dotar a las

instituciones educativas de los recursos y la formación necesaria para integrar eficazmente las herramientas digitales (Comisión Europea, 2020).

La Declaración de Incheon y el Marco de Acción Educación 2030 subrayan la integración de la tecnología en la educación como un elemento fundamental para el desarrollo sostenible; adoptados en el Foro Mundial de Educación, estos documentos enfatizan que la transformación educativa debe ser impulsada por la tecnología, siempre que se aplique de manera ética y centrada en un desarrollo inclusivo y equitativo (UNESCO, 2015). Estas normativas internacionales orientan a los países en la formulación de políticas adaptadas a sus contextos y necesidades, garantizando una implementación efectiva y justa de la tecnología en la educación.

Temas Aritméticos y en el Diseño de Videojuegos Educativos

Al desarrollar el pensamiento aritmético en los estudiantes de sexto grado, la propuesta del videojuego debe ser que varios componentes temáticos estén establecidos en el Currículo Nacional, el dominio numérico con números naturales y fracciones con las operaciones principales suma, resta, multiplicación y división, la comprensión de las nociones de proporcionalidad directa e inversa, integran el desarrollo del pensamiento aritmético. La selección de estos temas asegura un videojuego que desarrolla la habilidad de fortalecer el pensamiento aritmético en grado sexto y lo aplica en los contextos de cada estudiante (Ministerio de Educación Nacional, 2020).

Estos temas se desarrollarían y presentarían en diferentes niveles y escenas del juego en situaciones prácticas y de la vida real. La retroalimentación inmediata y la interactividad del juego de computadora pueden reforzar el proceso de entrenamiento y permitir que la práctica se desarrolle con interés, al hacer del juego un elemento no solo útil para facilitar la comprensión de

los temas aritméticos, sino también para hacer que la experiencia sea significativa y se ajuste a las necesidades de los propios estudiantes, el juego se convierte en una fuente de aprendizaje.

Marco Metodológico

Enfoque del Proyecto

Este proyecto adoptó un enfoque metodológico cualitativo-cuantitativo integrado para investigar y validar el diseño por principios UX en un videojuego educativo, la metodología apoyó la revelación de necesidades y percepciones de estudiantes de sexto grado y de docentes de matemáticas, al mismo tiempo que aseguró la interpretación de los hallazgos a través de datos cuantificados, lo que brindó una visión general del posible impacto del diseño.

El componente cualitativo recogió opiniones y experiencias usando encuestas abiertas y observaciones directas. Por otro lado, el componente cuantitativo evaluó aspectos como la facilidad de uso, motivación y satisfacción con cuestionarios y métricas de interacción.

Este enfoque combinado ayudó a ajustar el diseño según las opiniones de los usuarios y la validación estadística de la efectividad del prototipo.

Tipo de Investigación-Proyecto

Este proyecto empleó una investigación exploratoria y descriptiva, el enfoque exploratorio permitió identificar los elementos de experiencia de usuario (UX) y también facilitó la comprensión de las expectativas y necesidades de los estudiantes y docentes en cuanto a recursos interactivos para el aprendizaje de matemáticas, estableciendo una base teórico práctica para el desarrollo del diseño.

El enfoque descriptivo buscó caracterizar los componentes específicos del videojuego, tales como la interfaz de usuario, la estructura de retroalimentación visual y auditiva, y la contextualización de los problemas aritméticos en situaciones cotidianas; la descripción de estos elementos permitió analizar cómo se configuraron para responder a las necesidades educativas de

los estudiantes y docentes y cómo cada aspecto del diseño UX estuvo orientado a mejorar la interacción y el aprendizaje de los conceptos aritméticos.

Al integrar aspectos exploratorios y descriptivos, este proyecto no solo documentó las características del diseño propuesto, sino que también estableció una base para validar su efectividad mediante la interacción con el prototipo, contribuyendo a estructurar un diseño de videojuego educativo con principios de UX y con un enfoque pedagógico centrado en la experiencia de aprendizaje del usuario.

Se utilizó también un diseño cuasi-experimental para medir cómo el prototipo afectó las habilidades aritméticas de los estudiantes, este método se usó para comparar el rendimiento y la experiencia de los estudiantes, se emplearon tres situaciones: una clase de matemáticas tradicional, el uso de Mathific y la intervención con CalcuBot, los grupos no se formaron al azar.

En su lugar, se utilizaron las condiciones naturales del aula, según el enfoque de Dimitrov y Rumrill (2003). Esto ayudó a mantener un entorno educativo real y a evaluar la efectividad de la intervención en situaciones parecidas a las de una práctica educativa normal.

Metodología de Investigación UX

El diseño del videojuego educativo se basó en un método mixto de investigación, que combinó tres enfoques principales: investigación mixta (cuantitativa y cualitativa), diseño centrado en el usuario (DCU) y Lean UX. Esta metodología permitió evaluar la experiencia del usuario desde múltiples perspectivas, garantizando que el videojuego fuera efectivo para el aprendizaje de la aritmética y la administración del docente.

Enfoque Mixto (Método cuantitativo y cualitativo), los métodos cuantitativos y cualitativos se combinaron para analizar los siguientes aspectos: métricas como el tiempo de uso, la tasa de éxito en tareas, la cantidad de intentos y encuestas con escalas de satisfacción

(cuantitativo). Por otro lado, las entrevistas, observaciones y pruebas de usabilidad analizaron la percepción de los estudiantes y su comportamiento durante la interacción con el videojuego (cualitativo).

En el diseño centrado en el usuario (DCU), los estudiantes y los docentes se pusieron en el centro del diseño del videojuego, asegurando que todas las decisiones de diseño se basaran en sus necesidades y expectativas, realizando acciones como la investigación con usuarios, con encuestas y entrevistas para identificar dificultades en el aprendizaje de la aritmética, el prototipado y validación iterativa con la creación de wireframes y prototipos navegables para evaluar su usabilidad, y las pruebas de usabilidad, que permitieron analizar la interacción de los estudiantes con el videojuego y de los docentes en la administración del recurso, y se identificaron mejoras.

La metodología Lean UX proporcionó un enfoque ágil para el diseño del videojuego, permitiendo iteraciones rápidas y mejoras continuas con base en la retroalimentación de los usuarios. Su aplicación en el proyecto siguió el ciclo de Construir → Medir → Aprender.

La combinación de estos tres enfoques garantizó que el videojuego educativo se diseñara con base en datos reales (enfoque mixto), se centrara en la experiencia del usuario (DCU) y pudiera mejorar constantemente a través de iteraciones rápidas (Lean UX).

El enfoque mixto permitió obtener información tanto objetiva (datos cuantitativos) como subjetiva (percepciones y emociones de los estudiantes), el DCU aseguró que el videojuego fuera intuitivo, accesible y atractivo para los estudiantes, y Lean UX facilitó un proceso de diseño iterativo que permitió validar cada decisión antes del prototipo final.

Usuarios Participantes

El estudio tuvo dos grupos principales de usuarios: docentes y estudiantes, cada grupo participó de manera diferente según la fase del proceso, de acuerdo con los métodos de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Lean UX.

Docentes

Cinco maestros de matemáticas del colegio participaron y su aporte fue importante en diferentes etapas del proyecto:

- Ideación y co-creación, los cinco maestros trabajaron juntos en definir lo que necesitaban para la enseñanza, verificar la narrativa y crear propuestas para el diseño de CalcuBot.
- Pruebas de usabilidad con Maze, tres maestros hicieron pruebas interactivas para verificar cómo se navegaba y se entendía el prototipo.
- Cuestionario de percepción UX, los cinco profesores contestaron el cuestionario diseñado para obtener opiniones generales.
- Evaluación grabada del prototipo 2.1, un docente participó en una prueba individual con la versión mejorada, que fue grabada y transcrita para un análisis cualitativo.
- Estudio cuasi-experimental, uno de estos cinco profesores también fue el facilitador del grupo que trabajó con el prototipo CalcuBot en la prueba de validación comparativa.

Estudiantes

Se contó con un total de 35 estudiantes de sexto grado, organizados en dos fases que se complementan:

- Evaluación UX del prototipo (fase 1), participaron 20 estudiantes, con los siguientes niveles de interacción:
 - 20 participaron en los cuestionarios de percepción y diagnóstico;

- 5 en las fases de ideación;
 - 20 contestaron el formulario estructurado (que se basó en imágenes del prototipo);
 - 5 llevaron a cabo pruebas con tareas interactivas observables en un campo de notas.
- Estudio cuasi-experimental (fase 2), se involucraron 15 estudiantes más, organizados en tres grupos:
 - 5 estudiantes en una clase convencional;
 - 5 estudiantes usando el juego Matific;
 - 5 estudiantes usando el prototipo CalcuBot.

Esta combinación permitió evaluar la experiencia del usuario estudiante en usabilidad, accesibilidad y narrativa, y también validar el impacto educativo del prototipo al compararlo con otras metodologías.

Métodos de Recolección de Información

Se realizaron encuestas semiestructuradas con docentes para explorar los temas de aritmética en las que sus estudiantes presentaban mayores dificultades y los elementos que consideraban importantes en un recurso educativo digital. Además, para validar aspectos del prototipo, estas encuestas permitieron obtener información detallada y personalizada, basada en la experiencia de los docentes en el aula; se organizaron encuestas con estudiantes para conocer sus impresiones sobre el diseño propuesto, incluyendo sus preferencias en cuanto a la interfaz, los gráficos y el tipo de interacción que esperaban.

A fin de obtener opiniones más espontáneas y detalladas, se aplicaron cuestionarios abiertos a los estudiantes. Estos cuestionarios ofrecieron a los estudiantes la oportunidad de

expresar sus impresiones de manera libre, destacando qué aspectos del videojuego consideraron motivadores o atractivos, así como cualquier dificultad que encontraron en el diseño.

Se aplicó un cuestionario de diagnóstico en aritmética para evaluar el nivel de competencia de los estudiantes (pre y post), identificando las áreas específicas que requirieron fortalecimiento; el diseño de los ejercicios y desafíos dentro del videojuego estuvo orientado a abordar estos temas, asegurando que el contenido del juego se alineara con las necesidades de aprendizaje reales de los estudiantes.

Herramientas y Procesos de Prototipado

Figma, entre otras (Uizard), fueron algunas de las herramientas de diseño que se utilizaron para crear prototipos interactivos de alta fidelidad. Las herramientas se usaron para crear pantallas con suficiente detalle para ser representativas de la interfaz de usuario final del juego, con opciones de navegación, botones interactivos y elementos de retroalimentación visual. Esto ayudó a crear un prototipo del diseño que se pudo simular, lo que facilitó compartirlo y recopilar comentarios de los estudiantes y profesores para ajustar los diseños.

Las ayudas visuales más básicas que se emplearon en la fase de diseño fueron los wireframes y las maquetas. Los wireframes fueron un esquema, o una especie de esqueleto, para un futuro videojuego, que definió la ubicación de los elementos clave de la interfaz en la pantalla, la estructura de navegación y las posibles opciones de interacción accesibles para los estudiantes. Este paso proporcionó la lógica de cómo fluiría la información y cómo el usuario se movería de un espacio del videojuego a otro sin perturbaciones visuales.

Los mockups describieron todos los elementos visuales, colores, tipografía y otros detalles gráficos que hicieron del videojuego una experiencia atractiva y coherente. Es este desarrollo paso a paso, desde los wireframes hasta los mockups, lo que garantizó que el

equilibrio adecuado entre la función y la estética estuviera siempre en movimiento en pos de la usabilidad y la presentación lúcida del contenido sobre aritmética.

Pruebas de Usabilidad

Se definió un conjunto de tareas que los estudiantes y docentes tuvieron que realizar dentro del prototipo. Cada una de estas tareas de implementación estuvo diseñada de tal manera que fue posible llevar a cabo actividades básicas y comunes que un estudiante y docente debían ser capaces de hacer sin mucho esfuerzo, para gestionar el contenido del prototipo. Estas podrían ser iniciar algún tipo de actividad aritmética, resolver algún tipo de problema de matemáticas o incluso acceder a la retroalimentación. El diseño de la implementación de cada una de las tareas se realizó de manera que cumpliera con el objetivo educativo del videojuego, y ser capaz de realizar cada una de ellas fue una medida del nivel en el que se cumplió con la claridad e intuición de la interfaz.

Fueron situaciones simuladas para representar el contexto en el que el estudiante aplicaría el videojuego en el entorno de aprendizaje real. En cada uno de los escenarios, los estudiantes pudieron practicar cómo podían aplicar sus habilidades aritméticas a estas situaciones contextualizadas dentro del videojuego. Por ejemplo, un escenario de prueba presentó un problema en el que un estudiante tuvo que resolverlo, por ejemplo, compra y venta, calcular precios o calcular el cambio. Estos escenarios permitieron observar no solo la interacción de los estudiantes con el videojuego, sino también si el contenido y la interfaz respaldaron la comprensión y la memoria de los conceptos de aritmética en la vida real.

En todas las pruebas, hubo un registro de los comportamientos que exhibieron los docentes y estudiantes mientras interactuaban con el prototipo del juego, incluidos aspectos como cuánto tiempo tardaron en completar una tarea, el camino que tomaron, los errores que

cometieron y cuándo expresaron frustración, confusión o satisfacción. La observación directa capturó detalles significativos, desde observar a los estudiantes intentando comprender si la interfaz era lo suficientemente intuitiva para saber qué hacer en cada punto, o si necesitaban ayuda para comprender una instrucción.

Evaluación de la Experiencia de Usuario (UX)

Una de las etapas principales del proyecto fue la evaluación de la Experiencia de Usuario (UX), ya que permitió conocer con gran detalle cómo percibieron los estudiantes y docentes el juego educativo y cómo se logró la satisfacción al interactuar con él. Dejando a un lado la usabilidad, la evaluación de la UX se centró en el nivel general de satisfacción de los estudiantes y docentes e identificó elementos positivos del diseño o áreas en las que se pudo encontrar una mejora.

Instrumentos de Evaluación UX

Cuestionarios de UX y Escalas de Likert, para recoger respuestas sobre lo que pensaron estudiantes y docentes acerca de las características principales del videojuego: facilidad de uso, motivación, claridad de los contenidos y efectividad. También se incluyeron escalas de Likert, lo que permitió evaluar cada aspecto en una escala de satisfacción.

Encuestas Post-Prueba respaldaron los cuestionarios utilizados y contribuyeron aún más a comprender las percepciones de los estudiantes y docentes sobre el videojuego. El formato fue semiestructurado, lo que brindó la oportunidad de investigar varios temas y, al mismo tiempo, dio a los usuarios la libertad suficiente para presentar sus ideas y sugerencias.

Tareas de usabilidad en Maze, con tareas definidas sobre la navegación y resolución de actividades en el prototipo, para medir tasa de éxito, errores y tiempos.

Matriz de observación directa que registró los comportamientos de los usuarios durante la interacción con el prototipo, incluyendo ítems como atención, frustración, participación y flujo de navegación.

Análisis de Datos

En este proyecto, se realizó un análisis de datos utilizando métodos cuantitativos y cualitativos en el contexto de la percepción general de los resultados del juego en términos de su efectividad en el aprendizaje y la experiencia del usuario de docentes y estudiantes.

Los datos de los cuestionarios de satisfacción y experiencia del usuario se analizaron estadísticamente, para interpretar los niveles percibidos de satisfacción y usabilidad. Se aplicaron comparaciones previas y posteriores para observar posibles mejoras en la experiencia del usuario.

Las entrevistas semiestructuradas y las observaciones se analizaron en busca de patrones comunes, comentarios recurrentes y temas clave dentro de las experiencias de los estudiantes y docentes. Este análisis cualitativo dio detalles sobre cómo los usuarios percibieron el videojuego, sus niveles de motivación y qué elementos encontraron más atractivos o desafiantes.

Consideraciones Éticas

Como este estudio implicó la revisión de un juego educativo por parte de estudiantes y profesores, se debieron tener en cuenta algunas consideraciones éticas que incluyeron la seguridad de los participantes, su privacidad y el voluntariado en el proceso.

Se informó a los estudiantes y a los padres o tutores de los estudiantes sobre el propósito y el alcance del estudio. El consentimiento informado que se firmó indicó claramente, de manera comprensible, el propósito del estudio, los procedimientos a seguir, los derechos de los participantes y los riesgos o molestias que se pudieron esperar. La firma por parte de los

profesores y de los padres o tutores significó que comprendieron el estudio y que la participación fue completamente voluntaria por su parte, y que pudieron decidir abandonar en cualquier momento sin perjuicio para ellos. Se continuó señalando que la información obtenida se utilizó únicamente con fines de investigación, asegurando que la información obtenida se usó de manera ética.

En este sentido, toda la información recopilada se mantuvo confidencial para proteger la privacidad de los participantes. El anonimato de los estudiantes y profesores se preservó en todas las etapas del análisis y en el informe final de los resultados, y todos los nombres reales se sustituyeron por códigos o seudónimos. La información se almacenó en documentos (carpetas físicas o digitales) a las que sólo tuvo acceso el investigador, e incluso estas no contuvieron ningún detalle que identificara a los participantes, ni fotografías, ni videos a menores de edad, por la Ley 1098 de 2006, conocida también como el Código de la Infancia y la Adolescencia.

Además, los resultados que presentaron los informes o publicaciones se dieron en forma agregada, por lo que no se pudo identificar a ningún estudiante o profesor. En cierto sentido, se respetó la privacidad de los participantes, pero también se creó un entorno de confianza en el que los estudiantes y profesores se sintieron cómodos para expresar sus opiniones y sugerencias.

Limitaciones del Estudio

Como sucede con cualquier proyecto de investigación y diseño, este estudio enfrentó ciertas limitaciones que podrían haber afectado los hallazgos. Reconocer estas limitaciones ayudó a aclarar el alcance del proyecto y orientó las posibles investigaciones y mejoras futuras que podrían haberse llevado a cabo en etapas posteriores.

Este proyecto tuvo un marco temporal de desarrollo restringido, ya que se esperó que todas las fases (diseño, creación de prototipos, pruebas y análisis) se completaran dentro del

primer semestre de 2025; este cronograma limitado presentó desafíos significativos para la cantidad de iteraciones de diseño y el alcance de las pruebas de usabilidad y experiencia de usuario que se pudieron realizar.

Dadas las restricciones de tiempo, fue probable que solo fuera posible una ronda de pruebas preliminares, lo que significó que cualquier ajuste adicional al prototipo tuvo que depender de un conjunto más pequeño de datos y comentarios iniciales. Esta restricción de tiempo también pudo haber limitado la oportunidad de realizar pruebas en diversos entornos o con un grupo más amplio de participantes, lo que pudo haber afectado la generalización de los resultados a otros contextos educativos o niveles de grado. Para aprovechar al máximo el tiempo disponible, el proyecto se centró en recopilar la mayor cantidad de comentarios posible durante las pruebas iniciales, priorizando los aspectos clave del diseño de UX.

El prototipo del videojuego tuvo como objetivo principal representar visualmente la interfaz, las interacciones y el flujo general del juego; sin embargo, existieron ciertas limitaciones de funcionalidad, elementos de audio e interacciones. Actualmente, no hubo recursos ni experiencia técnica disponibles para incluir esos componentes en el prototipo, como las mecánicas del juego. La falta de estos elementos pudo influir en la percepción que los estudiantes tuvieron del juego, ya que los efectos de audio y las interacciones suelen desempeñar un papel fundamental a la hora de motivar a los usuarios y mejorar su inmersión en la experiencia. Esta limitación significó que los estudiantes no dispusieron de retroalimentación auditiva ni de interacción durante las pruebas de usabilidad y UX, lo que pudo afectar a una evaluación integral de la experiencia del usuario, en particular en términos de motivación e interactividad. De igual forma, se enunciaron los niveles del juego y temas de aritmética, pero no

se implementaron todos, dado que se buscó solo revisar el impacto motivacional en los estudiantes. El prototipo no contó con versión móvil ni de tabletas.

También hay que mencionar que, aunque participaron cinco profesores de matemáticas, su compromiso fue diferente en cada etapa del proceso, todos participaron en la fase de generación de ideas y validación de requisitos y en el cuestionario de evaluación, tres hicieron pruebas interactivas en Maze, uno participó en la prueba grabada con la versión 2.1 del prototipo y uno en el estudio cuasi-experimental, esta diferencia en la participación impidió hacer comparaciones directas entre sus experiencias. En el caso de los estudiantes, participaron 35, al principio se involucraron 20 en la evaluación de UX, distribuidos según las fases del proyecto, y luego se incorporaron 15 estudiantes más para un ejercicio cuasi-experimental que se dividió en tres grupos: uno con enseñanza tradicional, otro con Matific y otro con CalcuBot. Aunque estas cifras parecen correctas en términos numéricos, en métodos como Lean UX y DCU, se considera que entre 5 y 20 usuarios son suficientes para identificar los principales problemas de interacción (Nielsen, 2000; Virzi, 1992). Sin embargo, se reconoce como una limitación la posibilidad de aumentar la muestra, especialmente la participación de los docentes, en futuras investigaciones.

Alcance y Planificación

Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la ejecución del proyecto:

Tabla 3

Presupuesto aproximado para la ejecución del proyecto

Actividad	Rubro	Cantidad	Valor Estimado (COP)
Revisión de literatura y contexto institucional	Acceso a herramientas y servicios de Internet, Acceso a bases de datos científicas.	2	Incluida en matrícula (\$5.860.000)
Diseño de Escenarios y Narrativas	Suscripción a herramientas de diseño narrativo (Storyboard That, Canva) y equipos	2	\$560,000
Creación de Wireframes	Herramientas de diseño de interfaz (Figma, Sketch, Uizard) y equipos	2	\$560,000
Creación de Mockups	Herramientas de diseño de alta fidelidad (Adobe XD, Photoshop) y equipos	1	\$560,000

Actividad	Rubro	Cantidad	Valor Estimado (COP)
Aplicación de cuestionarios y encuestas	Impresión de cuestionarios de validación y UX	30	\$100,000
Evaluación de Pruebas de Usabilidad	Cuestionarios de observación	20	\$100,000
Total Aproximado: \$7,740,000 COP			

Nota. Elaboración propia

Cronograma de Trabajo

El siguiente cronograma presenta las actividades distribuidas por meses a lo largo del desarrollo del proyecto, diciembre y enero es periodo interrumpido por receso escolar:

Tabla 4

Tabla general de actividades

Actividad	Octubre	Noviembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Revisión de literatura, contexto institucional y						

Actividad	Octubre	Noviembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
elaboración del marco teórico	■	■				
Diagnóstico de conocimientos previos y aceptación de materiales ludificados			■			
Identificación de contextos y diseño inicial de escenarios				■		
Desarrollo y validación de escenarios y narrativas				■		
Creación de wireframes y mockups pruebas de usabilidad y					■	

Actividad	Octubre	Noviembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
evaluación de UX						

Nota. Elaboración propia

Resultados Esperados y Alcance del Proyecto

Los resultados esperados del proyecto incluyeron un informe de diagnóstico que detalló los conocimientos previos en aritmética de los estudiantes de sexto grado y su percepción sobre materiales educativos ludificados; otro informe técnico con las narrativas y escenarios diseñados para el videojuego, contextualizados en situaciones cotidianas; un prototipo del videojuego, compuesto por wireframes y mockups diseñados bajo principios de UX; un informe de evaluación de UX y pruebas de usabilidad, que integró los resultados de cuestionarios y observaciones sobre la experiencia de usuario de estudiantes y docentes; un informe de recomendaciones que propuso mejoras basadas en la retroalimentación de las pruebas. Todo lo anterior en un producto académico con el fin de contribuir a la investigación en diseño UX y educación innovadora. Estos resultados se alinearon con los objetivos específicos planteados y permitieron validar las hipótesis a partir de evidencias obtenidas en la interacción usuario-prototipo.

Desarrollo y Evaluación del Proceso de Diseño UX

Análisis de Necesidades y Características de los Usuarios

Propósito de los Cuestionarios Aplicados a Estudiantes

Los cuestionarios fueron diseñados como parte de la investigación para el diseño de un videojuego educativo dirigido a estudiantes de sexto grado, su objetivo fue recopilar información sobre:

- Preferencias de los estudiantes en diseño y jugabilidad;
- Dificultades en matemáticas;
- Elementos motivacionales y de gamificación que mejoraron el aprendizaje.

Descripción de los Instrumentos

El instrumento utilizado fue un cuestionario aplicado a estudiantes de grado sexto. Se compuso de dos secciones principales: una Encuesta UX que recopiló información sobre las preferencias de diseño, interacción y elementos motivacionales en videojuegos; además incluyó preguntas sobre el tipo de personajes, recompensas, nivel de dificultad, retroalimentación deseada y mecánicas de juego preferidas, y una prueba diagnóstica en matemáticas que evaluó el desempeño de los estudiantes en temas de aritmética; y presentó problemas contextualizados para analizar cómo aplicaron estos conceptos en situaciones reales.

Ambas secciones proporcionaron datos tanto cuantitativos como cualitativos, lo que facilitó un análisis de métodos mixtos. Además, se requirió el consentimiento informado de los padres y/o tutores, ya que los participantes fueron menores de edad, y se garantizó la confidencialidad de los datos. Ver Apéndice J para evidencia del consentimiento de estudiantes.

Justificación del Instrumento

El cuestionario siguió un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), lo que garantizó que el videojuego reflejara las experiencias, expectativas y necesidades de los estudiantes. Combinó preguntas cuantitativas (escalas de calificación) y preguntas cualitativas abiertas para capturar una visión integral de la experiencia del usuario y sus desafíos matemáticos. Se exploraron elementos clave como recompensas, sistemas de niveles, diseño visual atractivo y comentarios positivos para mejorar la participación en el juego. La sección de prueba de diagnóstico ayudó a identificar áreas críticas en matemáticas para garantizar que el contenido del juego se centrara en reforzar las habilidades esenciales.

Aplicación del Instrumento

- Población Objetivo: 20 estudiantes de sexto grado de educación básica secundaria, aunque el tamaño de la muestra fue reducido (20 estudiantes), se consideró suficiente para un estudio exploratorio de tipo cualitativo-aplicado, centrado en el diseño UX, donde la participación directa del usuario real fue prioritaria sobre la representatividad estadística (Nielsen, 2000; Barnum, 2020).
- Modo de Aplicación: cuestionario en línea mediante Google Forms;
- Duración Estimada: 35 a 40 minutos por estudiante.

Los resultados mostraron una tendencia hacia la preferencia por sistemas de navegación intuitivos, instrucciones claras y elementos gráficos atractivos (personajes, colores, música y efectos de sonido). Igualmente, se valoraron los desafíos con retroalimentación inmediata, recompensas, sistemas de niveles y la conexión del contenido con situaciones cotidianas.

El análisis reveló una importancia a la posibilidad de aprender a jugar rápidamente y a recibir ayuda cuando se falla, así como una inclinación por mapas estructurados y

retroalimentación comprensible. Estos hallazgos fueron clave para guiar las decisiones de diseño del prototipo inicial CalcuBot V1.0. Ver Apéndice P para los formularios aplicados y sus resultados.

Análisis de Preferencias de Usuarios Estudiantes

La facilidad de uso fue bien valorada por los estudiantes, la mayoría de los estudiantes manifestaron que el videojuego debía ser fácil de navegar y de aprender rápidamente.

Implicación UX:

- El diseño debe incluir tutoriales en los primeros minutos de juego;
- Debe haber feedback para que los estudiantes comprendan sus acciones rápidamente;
- Un diseño minimalista e intuitivo para reducir la carga cognitiva.

En la preferencia sobre el mapa de navegación, la mayoría prefirió un mini-mapa en pantalla o ambos tipos de mapas (mini-mapa y mapa general accesible desde el menú),

implicación UX:

- Incluir un mini-mapa dinámico para orientación;
- Tener un mapa más detallado accesible desde un menú o visible para exploraciones.

Los estudiantes prefirieron una combinación de texto e imágenes en las instrucciones, implicación UX:

- Evitar tutoriales extensos de solo texto;
- Incluir instrucciones visuales y animaciones con ejemplos claros.

Los estudiantes valoraron mucho los gráficos llamativos, implicación UX:

- Usar colores vibrantes y contrastes altos para captar la atención;
- Implementar animaciones suaves que refuercen la experiencia visual;

- Asegurar que los elementos visuales no sobrecarguen la pantalla y mantengan la usabilidad.

Música de fondo y efectos de sonido, aunque en las encuestas no se percibió una tendencia clara por este ítem, posiblemente porque en la sala de cómputo del área de matemáticas está bloqueado el audio, se puede concluir que los estudiantes prefirieron efectos de sonido y música de fondo, pero no en exceso, implicación UX:

- Incluir música de fondo opcional con control de volumen;
- Implementar efectos de sonido sutiles pero efectivos para reforzar el feedback;
- Evitar sonidos repetitivos o molestos que puedan generar fatiga.

Sobre los estilos de personajes, hubo diversidad en las preferencias por un personaje robótico, implicación UX:

- Usar un estilo gráfico atractivo pero acorde con la temática educativa;
- Mantener una coherencia visual en todo el videojuego.

En los tipos de recompensas preferidas, la mayoría prefirió desbloquear nuevos niveles, seguido de puntos y monedas, Implicación UX:

- Implementar un sistema de niveles progresivo donde los jugadores desbloqueen contenido que ha sido asignado previamente por el docente;
- Ofrecer recompensas de experiencia y logros.

Para los tipos de desafíos preferidos, se valoró más resolver problemas rápidos y explorar nuevas áreas, implicación UX:

- Incluir desafíos dinámicos y no solo ejercicios matemáticos estáticos;
- Variar la dificultad progresivamente para mantener el engagement.

Análisis de Resultados Académicos en la Prueba Diagnóstica

Los estudiantes tuvieron más aciertos en operaciones básicas y problemas contextualizados y los errores aumentan en fracciones, porcentajes y regla de tres.

Implicación UX:

- Diseñar el juego con niveles iniciales enfocados en operaciones básicas y aplicación práctica;
- Ofrecer pistas y ayudas visuales en los temas más difíciles.

Se valoró que los problemas estén relacionados con situaciones reales.

Implicación UX:

- Diseñar escenarios basados en situaciones cotidianas preferiblemente del contexto de los estudiantes como la vida escolar;
- Presentar los problemas de manera contextualizada para que los estudiantes los resuelvan en un entorno narrativo.

Análisis de Requerimientos Docentes

Propósito y Descripción de los Instrumentos Aplicados a Docentes

El propósito de la encuesta a docentes de matemáticas fue identificar las dificultades que enfrentaban los estudiantes de sexto grado en aritmética y recopilar estrategias docentes para mejorar su enseñanza; los datos obtenidos sirvieron para el diseño de un videojuego educativo orientado a reforzar estas habilidades matemáticas, el propósito del cuestionario sobre las Preferencias de UX fue recopilar información sobre las preferencias y necesidades de los docentes en términos de diseño de interfaz y experiencia de usuario para el videojuego educativo. Ver Apéndice K para el documento firmado por los docentes.

Descripción de los Instrumentos

Los instrumentos tuvieron preguntas cerradas y abiertas, dirigidas a docentes de matemáticas; incluyeron secciones sobre datos demográficos, dificultades en aritmética, estrategias de enseñanza y percepción sobre el uso de herramientas digitales en la educación matemática, también evaluaron aspectos como la usabilidad, el diseño visual, la retroalimentación y la estructura del videojuego educativo.

Justificación y Aplicación de los Instrumentos

Los instrumentos recopilaron información para diseñar el videojuego educativo y que respondiera a las necesidades de los estudiantes y potenciara el aprendizaje para que fuera efectivo, no solo debía abordar los contenidos adecuados, sino, que debía garantizar una experiencia de usuario que motivara a los estudiantes y facilitara su aprendizaje, era esencial recoger la opinión de los docentes sobre la usabilidad, el diseño visual y la retroalimentación dentro del videojuego.

La encuesta fue aplicada a los cinco docentes de matemáticas que trabajan en el colegio INEM Francisco de Paula Santander, se aclaró que tan sólo tres de ellos enseñaban el grado sexto, se realizó de forma digital a través de un formulario en línea, garantizando la confidencialidad de las respuestas, los docentes respondieron preguntas sobre su perfil, los temas más complejos en aritmética, las estrategias que utilizaban y su percepción sobre el uso de herramientas digitales en la enseñanza.

Los resultados revelaron que los temas más difíciles para los estudiantes incluyeron fracciones, problemas contextualizados y ejercicios de varios pasos, los docentes destacaron la importancia de usar recursos visuales, estrategias contextualizadas y la necesidad de fortalecer la conexión entre los contenidos curriculares y el entorno cotidiano del estudiante.

En relación con el diseño del videojuego educativo, los docentes valoraron como aspectos clave la navegación intuitiva, la retroalimentación inmediata, el uso de tutoriales breves, el acompañamiento mediante un administrador docente y la implementación de un sistema de niveles, estas preferencias fueron esenciales para orientar el desarrollo del panel administrativo y las mecánicas del prototipo CalcuBot. Ver Apéndice U para evidencia de los instrumentos aplicados y sus resultados.

Análisis de Requerimientos UX Derivados de la Opinión Docente

Los docentes identificaron fraccionarios, porcentajes y reglas de tres, como los temas más difíciles para los estudiantes.

- Incluir niveles que vayan avanzando y se centren en estos temas, con ejercicios prácticos y situaciones de juego
- Utilizar problemas aplicados en la vida real, como descuentos en compras o conversiones de medidas, para contextualizar los conceptos de porcentajes y reglas de tres.

Los docentes consideraron que el aprendizaje basado en juegos, el uso de material real y los ejercicios prácticos son las estrategias más efectivas.

- Integrar minijuegos y desafíos por niveles que fomenten la práctica activa;
- Incluir elementos de retroalimentación inmediata, con explicaciones visuales cuando el estudiante cometa errores;
- Crear un sistema de progresión basado en logros y recompensas (insignias, monedas virtuales, desbloqueo de contenido asignado por el docente) para reforzar la motivación intrínseca.

El 80% de los maestros creyó que es muy importante que la navegación sea fácil de usar.

- Crear una interfaz simple y fácil de usar, con íconos claros y menús sencillos.
- Crear tutoriales interactivos y un sistema de ayuda contextual, para que los estudiantes puedan obtener pistas o guías sin dejar el juego.

Los maestros prefirieron que el contenido tenga imágenes, diagramas y videos que expliquen.

- Implementar explicaciones visuales interactivas antes de cada reto matemático.
- Utilizar animaciones para descomponer procesos complejos, como la conversión de fracciones a decimales.

Los docentes consideraron fundamental que los estudiantes reciban retroalimentación inmediata detallada tras resolver un problema.

- Diseñar un sistema de feedback diferenciado:
 - Si la respuesta es correcta, mostrar un refuerzo positivo ("¡Bien hecho! + Explicación breve del por qué la respuesta es correcta");
 - Si la respuesta es incorrecta, proporcionar una pista en lugar de dar la respuesta inmediata.
- Incluir un panel de progreso donde los estudiantes puedan ver su evolución y los temas en los que necesitan mejorar;

Los docentes creyeron que la gamificación con recompensas y retos progresivos puede mejorar el rendimiento de los estudiantes.

Aplicación UX:

- Usar sistemas de puntos, medallas y clasificaciones para motivar la práctica constante;
- Crear un ambiente de trabajo en equipo entre compañeros para mejorar la interacción social y facilitar el aprendizaje juntos.

El 80% de los maestros creyeron que un administrador para los docentes es fundamental para asignar niveles y supervisar el progreso de los estudiantes.

- Estadísticas de rendimiento por nivel y tipo de actividad;
- Registro de intentos y fallos en cada problema;
- Identificación de las áreas donde cada estudiante necesita más práctica;
- Dejar que el maestro desbloquee niveles o retos específicos basado en el avance de los estudiantes;
- Se puede exportar datos en formato PDF para revisión externa;
- Sistema de mensajes o comentarios en el juego para ofrecer ayuda;
- Opción de dar comentarios por escrito sobre problemas específicos.

Matriz de Requisitos de Usuario vs. Diseño del Videojuego

Esta matriz muestra la conexión entre los hallazgos de las fases de descubrimiento y los elementos concretos que se incluyen en la solución tecnológica, así, se explica cada decisión de diseño asegurando que es adecuada para las necesidades reales del entorno escolar.

Tabla 5

Especificaciones detectadas en el diagnóstico a docentes y estudiantes.

Requisito de Usuario	Fuente	Cómo se refleja en el diseño
Facilitar la navegación y la comprensión del juego.	Encuestas a estudiantes y docentes.	Inclusión de un mini-mapa y un tutorial inicial interactivo.

Requisito de Usuario	Fuente	Cómo se refleja en el diseño
Proporcionar retroalimentación inmediata sobre el desempeño.	Encuestas a estudiantes.	Implementación de mensajes visuales y/o auditivos tras cada respuesta correcta o incorrecta, con explicaciones detalladas.
Personalización de niveles de dificultad.	Docentes	El docente asigna niveles de dificultad y el sistema asigna los desafíos según el rendimiento del estudiante.
Relación de problemas matemáticos con la vida.	Estudiantes	Los problemas están diseñados en escenarios de la vida real (ejemplo: compras, mediciones, juegos deportivos).
Evaluación del desempeño del estudiante.	Docentes	Se incluye un panel de reportes con estadísticas, con opción de exportación.
Minimizar la carga cognitiva en la solución de problemas.	Estudiantes	Interfaz con diseño minimalista, evitando sobrecarga de elementos en pantalla, y pistas progresivas para resolver problemas.

Requisito de Usuario	Fuente	Cómo se refleja en el diseño
Incorporar elementos de gamificación para la motivación.	Estudiantes	Implementación de sistema de puntos, medallas y desbloqueo de contenido según el avance del estudiante.
Permitir ajustes por parte del docente en el contenido asignado.	Docentes	Los docentes pueden modificar la secuencia de retos matemáticos y adaptar los contenidos a su metodología.
Ofrecer tutoriales.	Estudiantes y docentes.	Sistema de tutoriales interactivos por niveles, con explicaciones progresivas y ejemplos guiados.

Nota. Elaboración propia basada en resultados de encuestas aplicadas a estudiantes y docentes (2025).

Segmentos Clave y Perfiles de Usuarios

Tras el análisis de los datos recopilados en las encuestas, se han identificado dos segmentos principales de usuarios para el videojuego educativo.

Segmentos Clave de Usuarios

Estudiantes de sexto grado

- Presentan dificultades en fraccionarios, porcentajes, decimales y regla de tres;

- Prefieren recibir retroalimentación inmediata y visual;
- Se motivan con recompensas como medallas y sistemas de niveles;
- Prefieren instrucciones en formato visual (imágenes o videos en lugar de texto).
- Disfrutan de desafíos basados en la resolución de problemas rápidos y en situaciones cotidianas.

Docentes de matemáticas

- Buscan herramientas interactivas que complementen sus estrategias de enseñanza;
- Prefieren que el videojuego ofrezca reportes de desempeño de los estudiantes;
- Consideran importante que los problemas matemáticos estén contextualizados en la vida real;
- Valoran la posibilidad de personalizar el nivel de dificultad del juego según las necesidades de cada estudiante.

Perfiles de Usuarios

Perfil 1, el estudiante visual, prefiere aprender con imágenes y videos en lugar de textos largos, se frustra con explicaciones complejas y necesita una interfaz intuitiva.

Necesidades:

- Instrucciones visuales y dinámicas;
- Retroalimentación inmediata con animaciones;
- Desafíos matemáticos con contexto visual (ejemplo: gráficas, barras de progreso, representación de fracciones en figuras).

Perfil 2, el estudiante competitivo, se motiva al competir contra otros jugadores o al mejorar su propio puntaje.

Necesidades:

- Sistema de puntuaciones y medallas;
- Posibilidad de desbloquear nuevos niveles y logros.

Perfil 3, el docente facilitador, usa el videojuego como complemento en el aula y le interesa monitorear el progreso de los estudiantes.

Necesidades:

- Reportes de desempeño de cada estudiante;
- Posibilidad de incluir actividades alineadas con el currículo escolar.

Perfil 4, el docente innovador, está en búsqueda de nuevas herramientas para hacer que las matemáticas sean más dinámicas.

Necesidades:

- Videojuego con mecánicas gamificadas para captar el interés del estudiante;
- Actividades interactivas que fomenten la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones reales.

Ideación y Conceptualización del Videojuego Educativo

En esta etapa del proyecto, se usó la técnica de brainstorming o lluvia de ideas como una forma de participación para investigar las necesidades, funciones y expectativas sobre el diseño del videojuego educativo CalcuBot, esta actividad se llevó a cabo con estudiantes de sexto grado y docentes, permitiendo obtener ideas espontáneas que mejoraron la fase de creación con opiniones del usuario final, las ideas que se generaron fueron organizadas y sirvieron como base

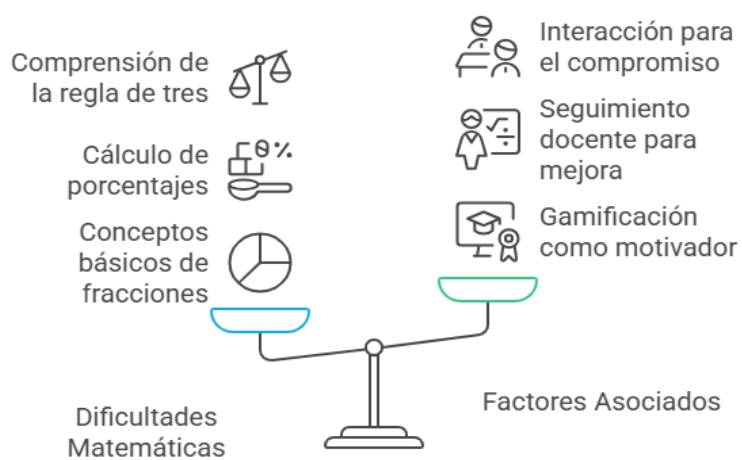
para crear las primeras funciones del prototipo. Ver apéndice V para evidencias de la sesión de Brainstorming.

Fase de Ideación y Generación de Ideas

En esta fase se unieron las primeras ideas de solución basadas en la información recopilada durante la etapa, se usaron técnicas participativas como con profesores y estudiantes para conocer sus necesidades y expectativas.

Figura 6

Identificación del problema con los docentes y estudiantes.



Equilibrando Desafíos Matemáticos con Estrategias de Apoyo

Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Se realizaron sesiones de brainstorming con los docentes y estudiantes seleccionados, se hicieron tres rondas de ideas:

Ideas sin filtro (pensamiento divergente)

- Un videojuego con un mapa interactivo donde los estudiantes completan desafíos;
- Insignias y medallas como recompensa por cada reto superado;

- Un sistema de seguimiento donde los docentes pueden ver el progreso de cada estudiante.

Refinamiento de Ideas

- Se definió que los desafíos incluyan problemas matemáticos en situaciones de la vida real;
- Se sugirió que el juego permita a los estudiantes recibir ayuda presencial de sus compañeros.

Selección de las mejores ideas

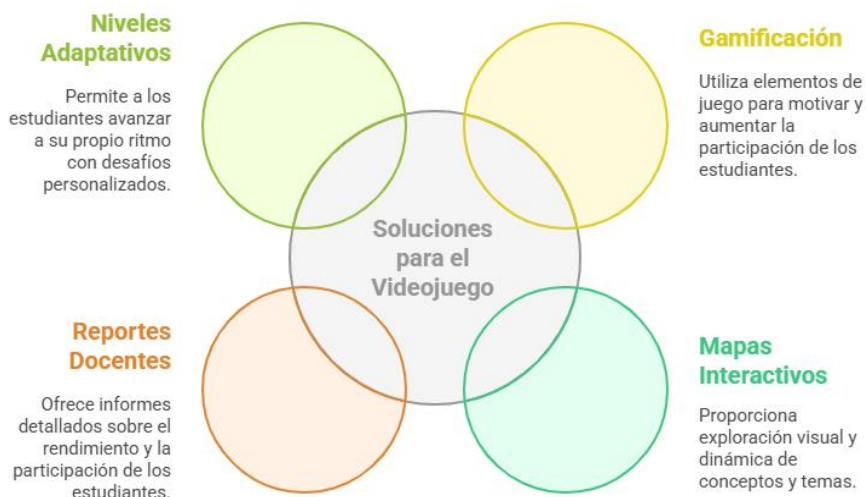
- Mapa interactivo para la navegación en el juego;
- Insignias y medallas como motivación;
- Reportes de progreso para docentes;
- Niveles de dificultad asignados por el docente;
- Panel de administración para el docente;
- Vinculación al juego con un código suministrado por el docente.
- Recursos para asociar los contenidos a los DBA del Ministerio de Educación Nacional.

Fase de Organización de Soluciones

Después de terminar la etapa anterior, fue necesario organizar y dar prioridad a las ideas sugeridas por los usuarios, en esta fase se buscó organizar las soluciones posibles según criterios de viabilidad, impacto y conexión con los objetivos de UX del proyecto.

Figura 7

Mapa mental con la organización de ideas generadas.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Para filtrar las mejores ideas, se aplicaron los siguientes criterios: Viabilidad Técnica → ¿Se puede desarrollar con los recursos actuales? Impacto Educativo → ¿Mejora el aprendizaje de matemáticas? Experiencia del Usuario → ¿Es fácil y divertido para los estudiantes?

Soluciones seleccionadas:

- Mapa interactivo como eje del videojuego;
- Gamificación con insignias y medallas;
- Sistema de reportes docentes;
- Niveles asignados por el docente;
- Panel administrador para el docente.

Figura 8

Árbol de decisión que muestra el proceso de selección.



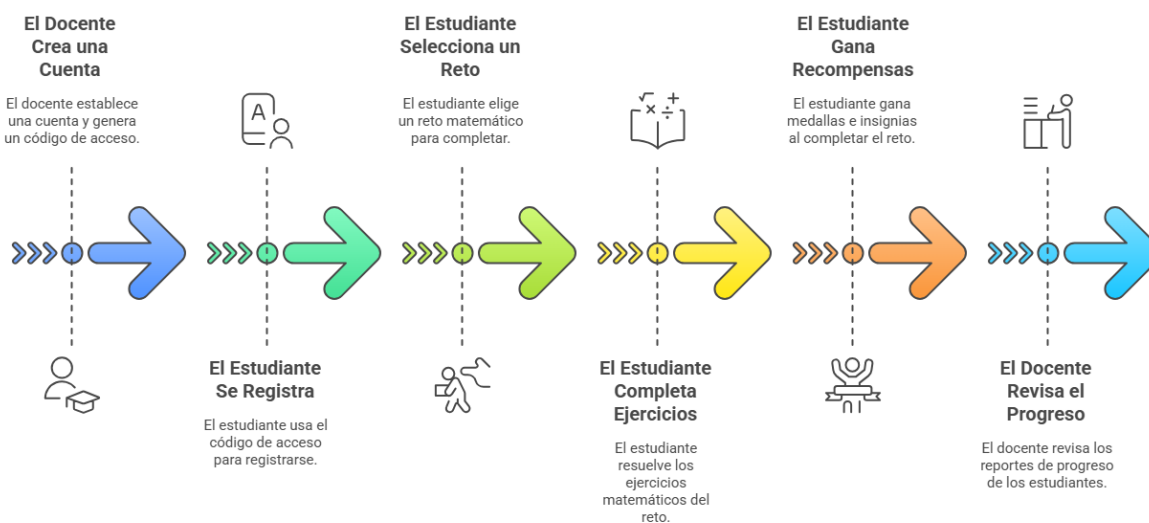
Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Fase de Conceptualización Final

En esta fase se reunió todo lo que se ha trabajado antes, para definir los elementos importantes que formarán el diseño final del prototipo.

Figura 9

Flujo general del Sistema.



Nota. Elaboración propia elaborado en Canva.com

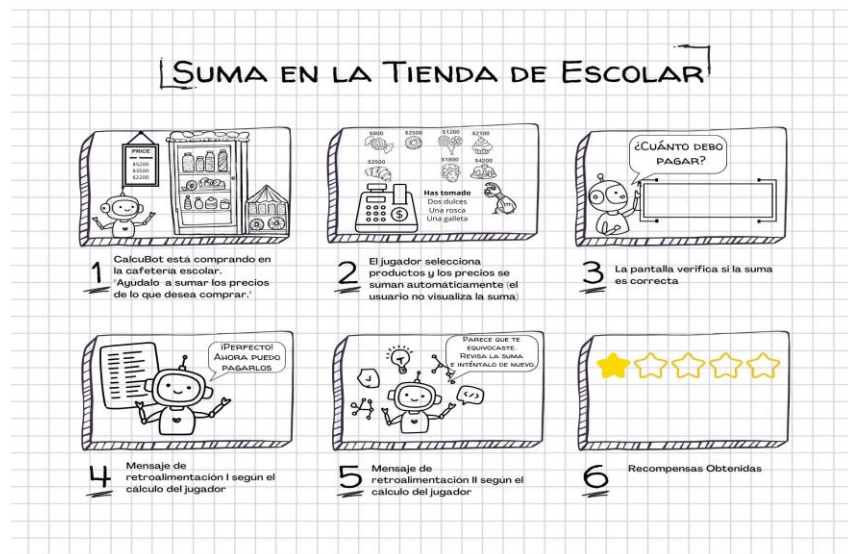
Creación de Prototipos Iniciales y Evaluación de Expertos

En esta etapa se trabajó en crear las primeras versiones de la interfaz y la experiencia del usuario usando escenarios de uso y storyboard, los escenarios se crearon usando la información de las fases anteriores, lo que permitió desarrollar historias que están relacionadas y son coherentes con el entorno educativo.

Escenarios de la plataforma Calcubot y Story Board

Figura 10

Suma en la tienda de escolar.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Figura 11

Multiplicación en el proyecto de arte.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Figura 12

Organización de un almuerzo escolar.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Figura 13

Reparto del dinero recaudado.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Figura 14

Ajuste de recetas en el comedor escolar.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com.

Para confirmar los escenarios educativos sugeridos en el videojuego CalcuBot, se crearon varios contextos de enseñanza vinculados con capacidades matemáticas particulares (suma, resta,

fracciones, porcentajes, proporciones, entre otros). Estos contextos fueron evaluados por profesores de matemáticas, quienes valoraron su relevancia en el currículo, claridad de las metas y posible uso en el aula. Los hallazgos indicaron modificaciones en la escritura, secuenciación y tipo de interacción sugerido en cada desafío. Ver Apéndice R con la validación de escenarios y propuesta de temas.

Descripción del Prototipo de Baja Fidelidad

El prototipo CalcuBot es una plataforma diseñada para el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de sexto grado, mediante un enfoque gamificado.

Figura 15

Mapa del sitio la plataforma Calcubot.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

El diseño del Mapa de Sitio se realizó en un formato vertical, a diferencia del esquema horizontal, debido a las siguientes razones, mejor Visualización, porque en un formato vertical, la jerarquía se compacta demasiado, dificultando la lectura de las subcategorías y por la claridad

y organización dado a que al extender el mapa de manera vertical las relaciones entre secciones y subniveles se mantienen visibles sin necesidad de hacer zoom constantemente.

Características de la Plataforma

Registro y acceso

- Creación de cuenta para docentes y estudiantes;
- Ingreso mediante credenciales o autenticación con Google u Office.

Interfaz Docente

- Creación de aulas y asignación de contenido educativo;
- Visualización de lecciones antes de asignarlas;
- Seguimiento del progreso de los estudiantes;
- Reportes de desempeño en matemáticas.

Experiencia del Estudiante

- Interfaz con un mapa interactivo que permite navegar por los retos matemáticos asignados por el docente;
- Sistema de insignias y recompensas por logros obtenidos;
- Niveles progresivos de dificultad en los desafíos;
- Actividades basadas en situaciones de la vida real (ejemplo: compras en la tienda escolar).

Gamificación y Motivación

- Medallero con logros obtenidos;
- Sistema de puntuación y retroalimentación inmediata;
- Retroalimentación visual y textual en caso de respuestas incorrectas.

Otras funcionalidades

- Sección de ayuda con explicaciones sobre la plataforma;
- Contacto para soporte técnico y consultas docentes.

Análisis de Agrupaciones en el Card Sorting

El card sorting fue realizado con 15 participantes, quienes organizaron las tarjetas en siete categorías principales, Menú Principal, Inicio de Sesión y Registro, Interfaz para Docentes, Interfaz para Estudiantes, Reportes y Evaluación, Centro de Ayuda y Recursos, y Configuración y Privacidad.

Los resultados mostraron una alta coincidencia en la agrupación de tarjetas, lo que indica que la estructura de información propuesta fue mayormente intuitiva para los usuarios, sin embargo, se identificaron algunas áreas en las que se pueden realizar ajustes.

- "Asignación de Clases", puede ser ambiguo, alternativa: "Gestión de Clases" o "Administrar Clases".
- "Temas", puede ser confuso, alternativa: "Contenidos" o "Unidades Temáticas" si se quiere enfatizar los temas de enseñanza.
- "Registro de Usuario", puede ser más claro diferenciando los roles, alternativa: "Registro de Estudiantes" o "Registro de Docentes".
- "Un código de aula es un código que te da tu profesor para crear tu usuario.", frase larga, alternativa: "Ingresa el código de aula proporcionado por tu profesor."
- "Cantidad de Estudiantes", puede ser más claro, alternativa: "Número de Estudiantes".
- "Código de la Clase", alternativa: "Clave de la Clase" o "ID de Clase", si el término "código" puede generar dudas.

- "Asignar contenido al curso", puede sonar genérico, alternativa: "Seleccionar Materiales" o "Configurar Contenidos".
- "Panel de Progreso", alternativa: "Mi Avance" o "Mi Rendimiento" si es más comprensible.
- "Soporte Técnico", alternativa: "Centro de Ayuda", que es más accesible para usuarios no técnicos.
- "Ajustes visuales", alternativa: "Preferencias de Diseño" o "Opciones de Visualización".

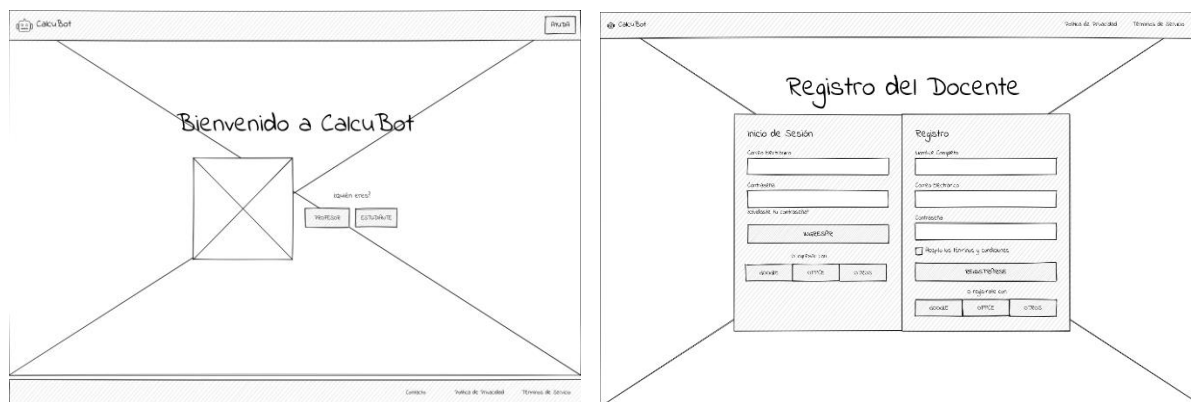
Ver Apéndice S para la descripción completa del instrumento de card sorting, los resultados y la validación final de las etiquetas utilizadas en el prototipo.

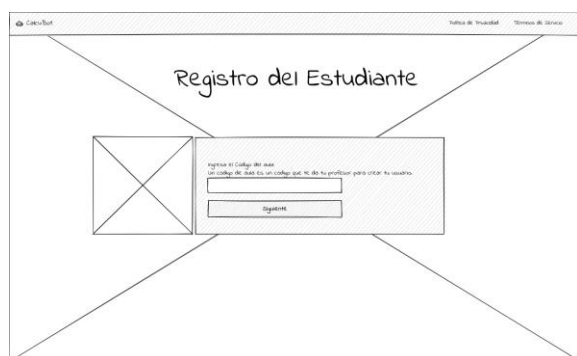
Detalle de las Pantallas del Prototipo de Baja Fidelidad

En esta etapa, se creó un prototipo de baja fidelidad para mostrar de manera visual la estructura inicial del videojuego educativo Calcubot. Estas pantallas ayudaron a examinar y confirmar aspectos importantes de la interfaz, como la navegación, la ubicación de los elementos interactivos y la consistencia del flujo de usuario.

Figura 16

Secuencia de pantallas de inicio de sesión y/o registro.





Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Elementos:

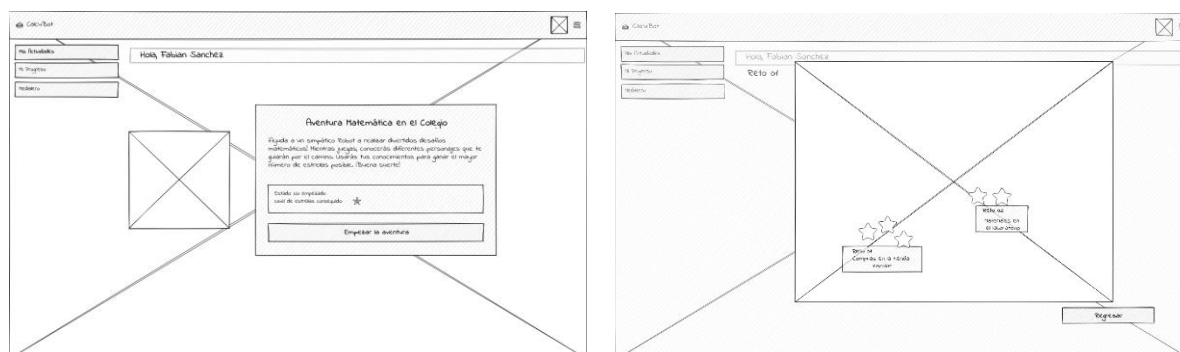
- Campo de usuario y contraseña;
- Botón "Iniciar Sesión";
- Opción de seleccionar rol (Docente o Estudiante).

Propósito:

- Permitir a los usuarios acceder al sistema de manera rápida y sencilla;
- Guiar al usuario según su perfil y rol dentro del sistema.

Figura 17

Secuencia de pantallas de mapa de retos.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Elementos:

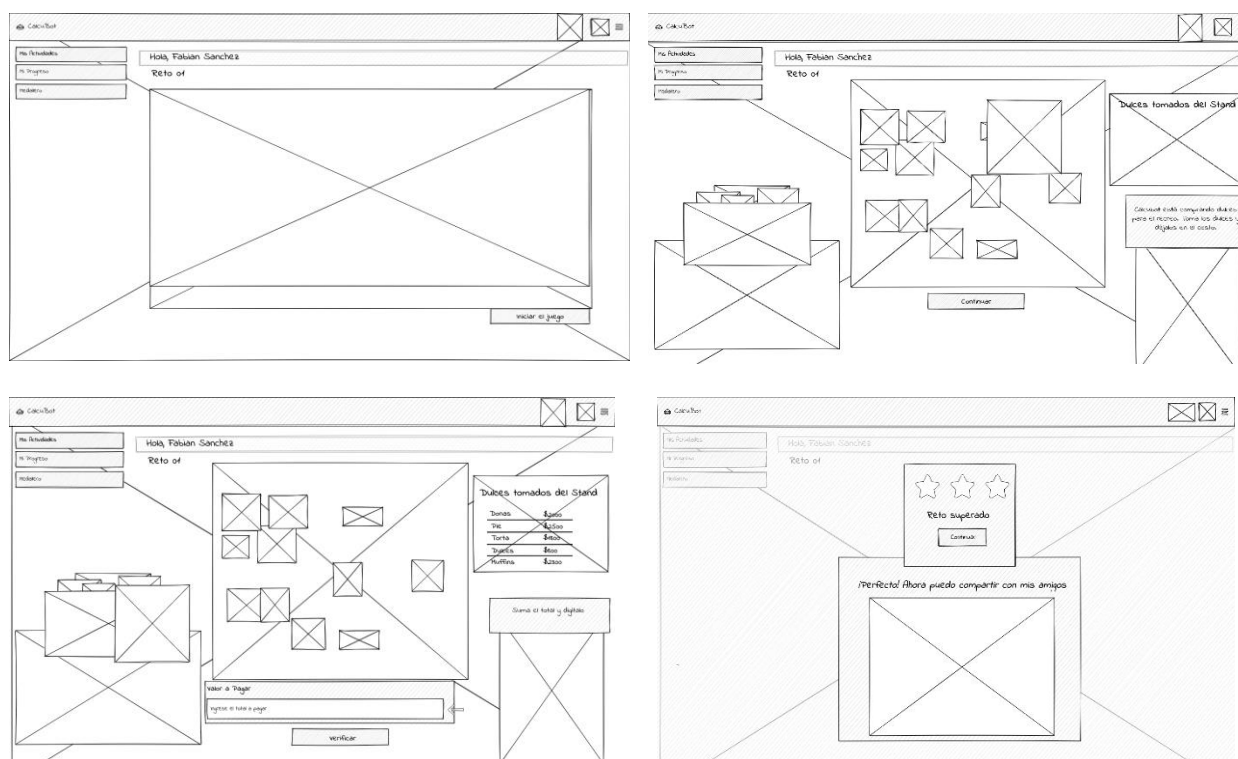
- Representación visual del progreso del estudiante;
- Niveles representados como nodos interactivos;
- Botón para acceder a cada reto matemático.

Propósito:

- Motivar a los estudiantes mediante un sistema de exploración gamificado.

Figura 18

Secuencia de pantalla desafío matemático.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Elementos:

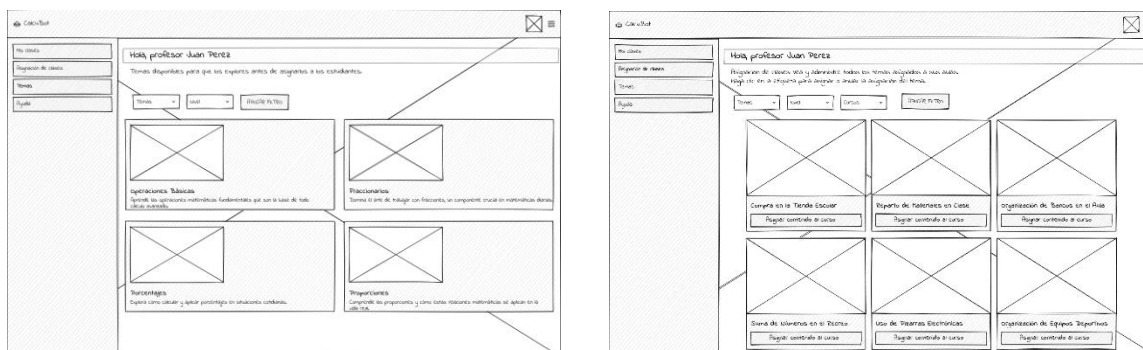
- Contextualización del juego;
- Botón "Confirmar respuesta";
- Feedback inmediato tras la selección.

Propósito:

- Evaluar el aprendizaje mediante ejercicios prácticos y reforzar conocimientos.

Figura 19

Secuencia de pantalla visualización de lecciones.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Elementos:

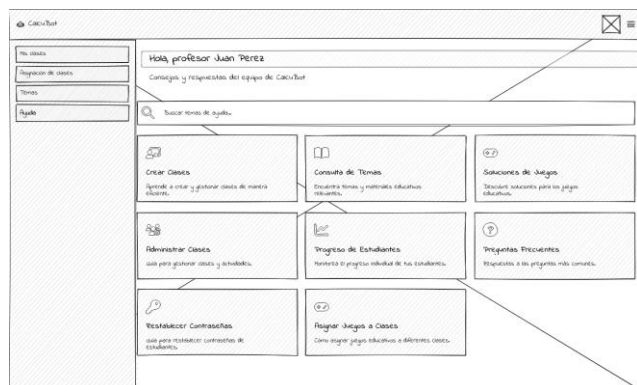
- Lista de lecciones disponibles;
- Previsualización del contenido antes de asignarlo;
- Botón para asignar la lección a los estudiantes del curso.

Propósito:

- Permitir a los docentes visualizar las lecciones antes de enviarlas a los estudiantes y asignarlas de acuerdo con los contenidos del curso.

Figura 20

Pantalla sección de ayuda.



Nota. Elaboración propia realizada en Canva.com

Elementos:

- Preguntas frecuentes;
- Tutorial de uso de la plataforma;
- Instrucciones de navegación.

Propósito:

- Facilitar el uso de la plataforma con una guía accesible para estudiantes y docentes.

Evaluación de Expertos y Validación con Usuarios

Para evaluar el prototipo en baja fidelidad de CalcuBot, se llevó a cabo una evaluación con expertos en UX, y en educación, además de pruebas con docentes y estudiantes, se aplicaron los principios de Lean UX para iteraciones ágiles y mejoras progresivas basadas en datos obtenidos de las pruebas. Ver apéndice B el material empleado en las pruebas de usabilidad.

Metodología de Evaluación

La evaluación se realizó en tres fases principales:

Se llevó a cabo una evaluación heurística a través de observaciones directas de expertos en UX. Ellos encontraron oportunidades para mejorar la navegación, la interfaz gráfica y la retroalimentación.

Se pidió opinión a expertos en educación matemática sobre la relevancia de los retos propuestos, cómo los problemas se relacionan con situaciones de la vida diaria, y si el nivel de dificultad es adecuado para estudiantes de sexto grado.

Se compartieron prototipos iniciales para profesores y estudiantes, quienes usaron el diseño preliminar de manera libre. Se estudiaron sus interacciones y se recopilieron sus opiniones a través de cuestionarios semiestructurados.

Es importante mencionar que la evaluación hecha es una validación inicial de tipo exploratorio, que se utiliza en las primeras etapas del enfoque Lean UX, debido a la falta de tiempo y recursos, no se realizaron pruebas formales ni validaciones pedagógicas organizadas, por eso, los resultados que se presentan se basan en observaciones cualitativas y comentarios espontáneos de usuarios y expertos.

Tabla 6

Resultados evaluación.

Criterio	Expertos UX	Expertos en Educación	Docentes	Estudiantes
Usabilidad	Navegación clara e intuitiva, buena organización de pantallas.	Interfaz fácil de usar para los estudiantes.	Sencillo para organizar clases, pero hay dudas en la administración	Entorno de juego bien hecho, pero hay algunas dudas sobre cómo navegar.

Criterio	Expertos UX	Expertos en Educación	Docentes	Estudiantes
Accesibilidad	No hay para teléfonos móviles, opción de lectura en pantalla recomendada.	Es necesario agregar instrucciones desafíos	Se sugiere una guía rápida en el inicio.	Se espera que algunos elementos del texto sean grandes para que sea más cómodo de leer.
Gamificación	Medallas y recompensas están bien integradas en el sistema.	Anima a los estudiantes y los mantiene interesados.	Fomenta la participación en clase.	Sistema interesante, quieren más opciones para personalizar.
Retroalimentación	La retroalimentación rápida es efectiva, pero se sugiere que sea específica.	Las explicaciones de las respuestas incorrectas deberían ayudar a entender mejor los conceptos	Es importante que los informes se puedan descargar en PDF.	Se agradecen pistas poco a poco para no frustrarse en niveles difíciles.

Criterio	Expertos UX	Expertos en Educación	Docentes	Estudiantes
		importantes, eso se espera.		
Personalización	La opción de ajustar los niveles según el usuario podría hacer la experiencia mejor.	Permitir ajustes en los contenidos asignados por el docente.	No pueden hacer muchos cambios, pero sí pueden seleccionar qué lecciones dar.	Preferirían tener más tipos de avatares o estilos visuales.
Carga Cognitiva	Evitar pantallas con muchos elementos visuales que no son necesarios.	Las instrucciones deben ser claras y fáciles de entender.	Los profesores valoran los materiales visuales que ayudan.	Algunos estudiantes prefieren aprender con videos.

Criterio	Expertos UX	Expertos en Educación	Docentes	Estudiantes
Compatibilidad	Adaptación a múltiples dispositivos y resoluciones.	Garantizar que se pueda acceder desde escuelas con limitaciones	Necesita funcionar sin conexión en algunos casos	Debe poder funcionar bien sin Internet.

Nota. Elaboración propia a partir de resultados de evaluación (2025).

Diseño de la Solución Tecnológica UX

Esta sección muestra el diseño final de la solución tecnológica Calcubot, el diseño se basa en los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y en la metodología Lean UX, incorporando lo evidenciado en las etapas de investigación, generación de ideas, creación de prototipos y validación.

Descripción del Diseño Final

El diseño de CalcuBot se modificó a partir de iteraciones y validaciones con docentes y estudiantes, se priorizó el enfoque centrado en el usuario (DCU), complementado con metodologías Lean UX.

Se ha incorporado un registro y acceso optimizado, con las siguientes características interfaz simplificada con opciones claras para docentes y estudiantes, recuperación de contraseña para mejorar la accesibilidad, opción de autenticación rápida con Google o Microsoft.

La interfaz docente, permite la creación y personalización de aulas, asignación de contenido y seguimiento del progreso estudiantil, vista previa de las lecciones antes de asignarlas, reportes

del desempeño de los estudiantes y tiene una interfaz adaptable con temas específicos de los DBA para planificación educativa.

Para la experiencia del estudiante se incorporó un mapa interactivo con retos organizados por niveles, asignados por el docente, sistema de insignias y recompensas para fomentar la motivación, actividades contextualizadas en escenarios de la vida real, retroalimentación inmediata con explicaciones y panel de progreso personal con logros.

La accesibilidad y usabilidad se garantizó con un flujo de navegación claro, interacciones intuitivas, información bien organizada, hizo parte de los elementos clave en el diseño, con lo mencionado en el marco teórico y conceptual, se incorporó la gamificación como estrategia de motivación, uso de medallas, insignias y rankings para recompensar el esfuerzo, niveles progresivos que desbloquearon contenido nuevo, los docentes pudieron modificar el contenido y visualizar reportes detallados, por lo que los estudiantes pudieron ajustar su ritmo de aprendizaje según sus necesidades con supervisión del docente del aula.

Justificación de las Decisiones de Diseño

Las decisiones de diseño se basaron en estudios y pruebas realizadas por los usuarios finales, priorizando la accesibilidad, la usabilidad y los elementos lúdicos, se optó por la gamificación porque los sistemas de premios incentivan la participación, resolver problemas de forma divertida ayuda a recordar lo aprendido, y el seguimiento del progreso y la recepción de recompensas mantiene el interés de los estudiantes.

Se añadió personalización para que los profesores pudieran adaptar el material a las necesidades de sus alumnos, y así ver cuánto aprende cada alumno consultando su historial de rendimiento, se mejora la accesibilidad para facilitar la navegación y reducir la carga cognitiva.

Incluir estudiantes y profesores garantiza que la plataforma pudiera ser utilizada por las personas a las que estaba destinada.

Desarrollo del Prototipos de Alta Fidelidad

El primer prototipo del videojuego educativo llamado CalcuBotV1.0 se creó a partir de los resultados de la fase de diseño y contexto. En esta etapa, se usaron encuestas, entrevistas y observaciones con estudiantes de sexto grado y maestros del colegio INEM Francisco de Paula Santander.

Este proceso ayudó a identificar las necesidades de los estudiantes y docentes, basándose en su experiencia. Con esta información, se crearon hipótesis de diseño centradas en el usuario, lo que llevó a la creación del primer prototipo.

Se usó el enfoque Lean UX, que se centra en crear un prototipo que los usuarios puedan probar para identificar áreas de mejora, esto sigue el principio de "construir - medir - aprender".

Se escribe la creación del primer prototipo (versión 1.0), cómo se validó con pruebas hechas por usuarios (docentes y estudiantes), los cambios que se hicieron según los resultados y el desarrollo hacia nuevas versiones del prototipo (v2.0 v2.1). Además, se documentan las iteraciones que se realizaron, las herramientas utilizadas y las métricas de experiencia de usuario (UX) que se evaluaron.

Fundamento de las Decisiones de Diseño

Durante el desarrollo del primer prototipo (V1.0), se formularon hipótesis que guiaron las decisiones de diseño estas plantearon supuestos sobre la manera en que los usuarios (docentes y estudiantes) interactuarían con el prototipo, y sirvieron para la construcción del prototipo a validar.

- Creo que los estudiantes de sexto, necesitan una plataforma gamificada para aprender operaciones matemáticas básicas, y que usando narrativa contextualizada a situaciones del colegio podrán motivarse
- Creo que los docentes necesitan una vista sencilla para asignar temas, y que podrán hacerlo de forma efectiva mediante un panel con opciones claras y filtros por temas y grados
- Creo que el uso de colores llamativos y personajes robóticos, facilitará la comprensión del flujo de actividades en el juego
- Creo que mostrar el progreso con medallas o estrellas, mantendrá la motivación de los estudiantes para completar retos matemáticos
- Creo que la generación de un código de clase permite al docente agregar estudiantes de manera eficiente a la plataforma
- Creo que el inicio de sesión más sencillo es con los correos electrónicos institucionales de los estudiantes y docentes.

Herramientas Utilizadas







Para el desarrollo del primer prototipo se utilizaron las siguientes herramientas:

- Figma, para la creación del prototipos y Uizard para realizar las interacciones.
- Trello, para gestionar el proyecto, tareas y entregables
- Google Forms, para la aplicación de encuestas a usuarios
- Canva como apoyo gráfico para esquemas y mapas mentales

Paleta de Colores

Tabla 7

Configuración de colores para la interfaz.

Elemento	Color	Hexadecimal
Botón primario		#6A1B9A
Fondo barra superior		#B39DDB
Texto informativo		#5E35B1
Verde progreso		#22C55E
Amarillo alerta		#FFC107
Texto principal		#000000
Fondo general		#FFFFFF
Fuentes empleadas	Roboto y Open Sans	Legibilidad escolar

Nota. Elaboración propia

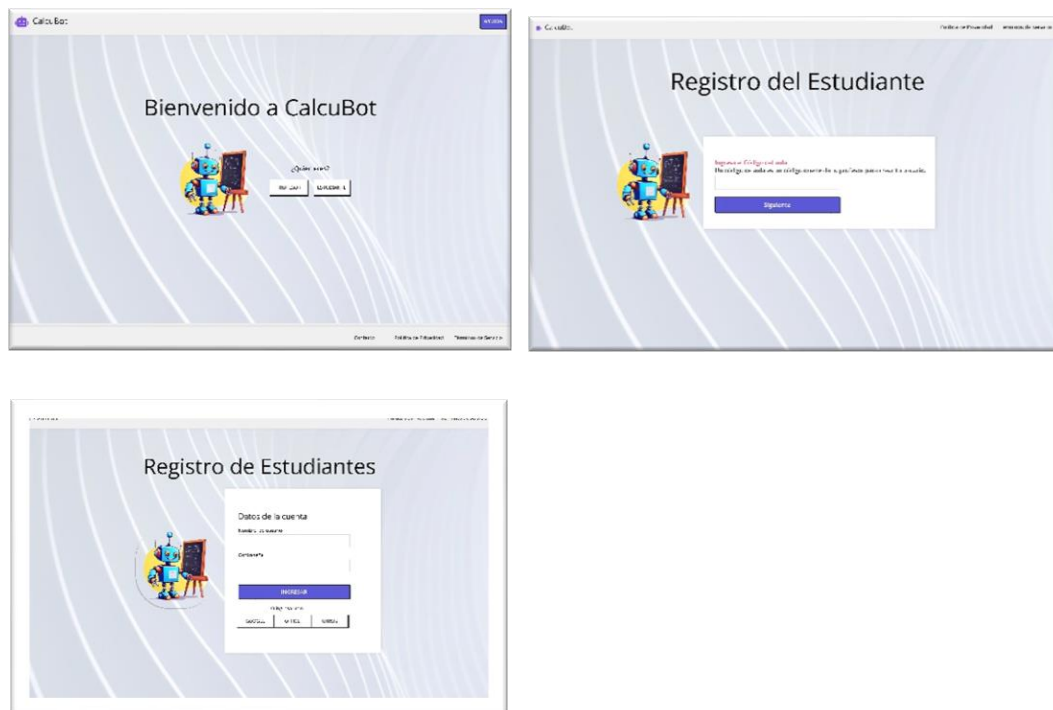
Principales Características del Prototipo Inicial (CalcuBot V1.0)

Para estudiantes, contaba con una pantalla de inicio, registro y acceso, un reto interactivo denominado “Compra de dulces en la tienda escolar”, retroalimentación inmediata con mensajes amigables, visualización del medallero: oro, plata y bronce según desempeño y progreso representado mediante estrellas y retos superados.

Para los docentes se contempló, un panel con lista de clases, estudiantes y código de aula, la posibilidad de crear nuevas clases y asignar contenidos, filtros por nivel y tema, visualización del avance del grupo. Ver Apéndice I, enlace al Prototipo Interactivo V1.0 (Figma).

Figura 21

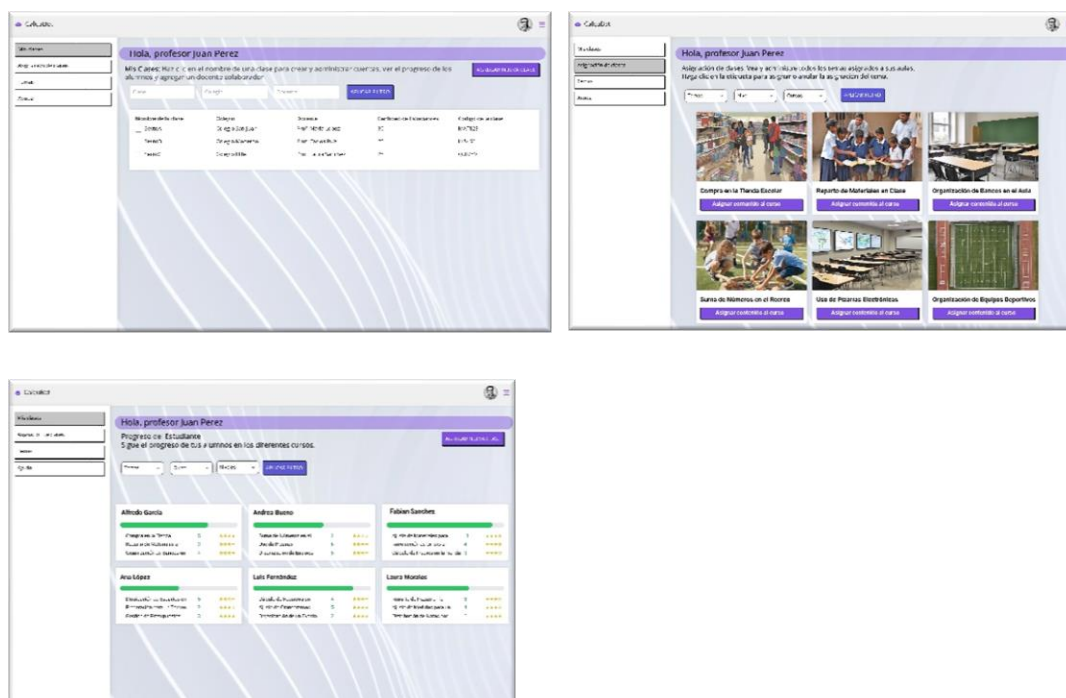
Secuencia de pantalla de registro de estudiantes.



Nota. Elaboración propia realizada en Figma.com

Figura 22

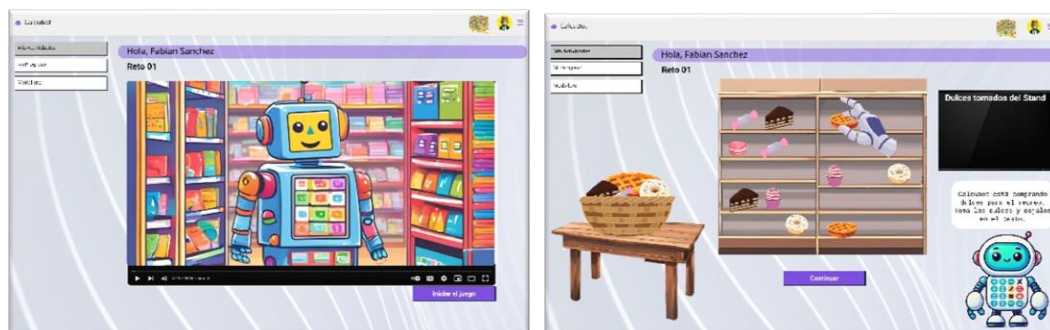
Secuencia de panel docente con clases y filtros.



Nota. Elaboración propia realizada en Figma.com

Figura 23

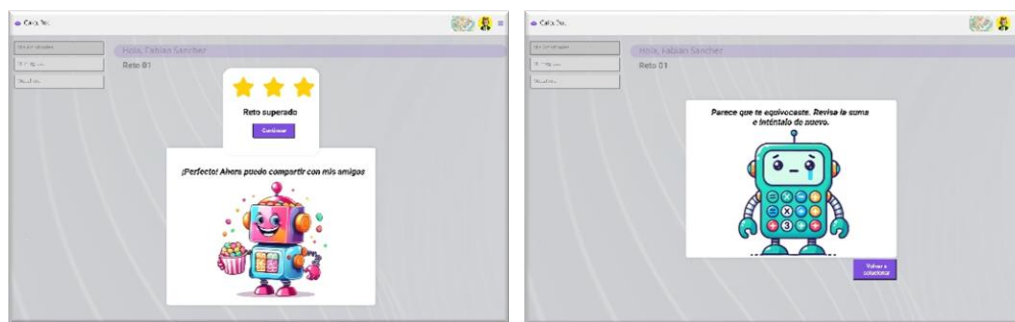
Secuencia de pantallas reto de tienda escolar.



Nota. Elaboración propia realizada en Figma.com

Figura 24

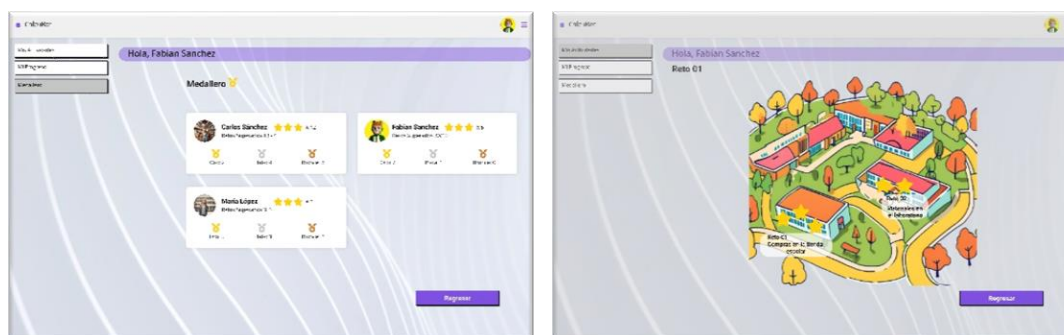
Secuencia de la retroalimentación del reto.



Nota. Elaboración propia realizada en Figma.com

Figura 25

Vista del medallero o progreso y mapa de retos.



Nota. Elaboración propia realizada en Figma.com

Evaluación del Prototipo de Alta Fidelidad

Criterios y Métricas de Evaluación de la Experiencia de Usuario

Para garantizar que el diseño del videojuego educativo cumpla con altos estándares de usabilidad y efectividad, se definieron los siguientes criterios junto con sus respectivas métricas:

- Facilidad de Uso
 - Métrica 1: Tiempo promedio necesario para completar una tarea en el videojuego;
 - Métrica 2: Número de clics o interacciones requeridas para acceder a una función específica;

- Métrica 3: Resultados de pruebas de usabilidad con docentes y estudiantes.
- Satisfacción del Usuario
 - Métrica 1: Puntuación obtenida en encuestas de satisfacción post-uso;
 - Métrica 2: Número de comentarios positivos y sugerencias de mejora registradas en sesiones de feedback.
- Eficiencia del Diseño
 - Métrica 1: Tasa de éxito en la realización de tareas asignadas dentro del videojuego;
 - Métrica 2: Tiempo de respuesta en la navegación y ejecución de comandos;
 - Métrica 3: Porcentaje de usuarios que logran completar los niveles sin necesidad de asistencia.
- Tasa de Error y Dificultades en la Interacción
 - Métrica 1: Número de errores cometidos por los usuarios en la navegación y resolución de problemas;
 - Métrica 2: Cantidad de veces que un usuario necesita reiniciar una actividad debido a dificultades en la interfaz;
 - Métrica 3: Registro de problemas reportados en pruebas de usabilidad y su nivel de criticidad.
- Efectividad del Videojuego en la Mejora del Pensamiento Aritmético
 - La tasa de éxito en la resolución de problemas aritméticos, así como el tiempo promedio para completar ejercicios antes y después del uso del videojuego, no se midieron directamente por las limitaciones del prototipo en la simulación de las partidas del juego, se realizaron con entrevistas y con la comparación de

resultados en pruebas diagnósticas, pre-test y pos-test de conocimientos en aritmética por parte de los estudiantes.

Aplicación Instrumentos

Se aplicaron tres instrumentos, diferenciados para cada tipo de usuario: docentes y estudiantes, a partir de los datos obtenidos se alimentó el proceso de análisis que fundamentó el rediseño y la evolución hacia el prototipo V2.0.

Instrumentos Aplicados

Tabla 8

Especificaciones de los instrumentos empleados en la fase de diseño.

Instrumento	Tipo de usuario	Propósito	Tipo de datos
Maze	Docentes (3)	Evaluar tareas clave en el sistema docente	Cuantitativos (clics, tiempo, rutas)
Google Forms	Docentes (3)	Recoger percepción sobre usabilidad, comprensión, funcionalidad	Cualitativos y cuantitativos
	Estudiantes (20)	Evaluar comprensión del	Cualitativos y cuantitativos

		prototipo desde	
		capturas de	
		pantalla	
Observación directa	Estudiantes (5)	Analizar	Cualitativos
		comportamientos	
		espontáneos y	
		dificultades	
		reales	

Nota. Elaboración propia.

El diseño, desarrollo y validación del prototipo CalcuBot se llevó a cabo empleando un tablero de Trello como sistema de administración ágil, esta herramienta facilitó la organización de actividades, el registro de progresos y la visualización de las etapas de investigación, ideación, prototipado y evaluación. El estudio detallado del tablero y su organización se halla en el Apéndice T.

Prueba de Tareas con Maze a Docentes

Se diseñó y aplicó una prueba de tareas utilizando la plataforma Maze, la cual permite evaluar la usabilidad de interfaces mediante interacciones simuladas con prototipos, el instrumento se estructuró en seis tareas clave enfocadas en el flujo de trabajo del usuario docente dentro del entorno de CalcuBot, se midieron indicadores como: tasa de éxito por tarea, tiempo promedio de resolución, porcentaje de abandono (drop-off), clics erróneos (misclicks), las tareas

fueron las siguientes: iniciar sesión, crear una nueva clase, asignar contenido temático, visualizar el progreso del estudiante, consultar el centro de ayuda y salir del sistema desde el menú.

La prueba fue aplicada a los tres mismos docentes previamente involucrados en la fase anterior del proyecto, quienes ya habían otorgado su consentimiento informado para participar en actividades de evaluación de la plataforma, se realizó una recordación verbal del consentimiento antes de esta segunda intervención, aclarando que se trataba de una fase adicional del mismo proyecto, la prueba fue enviada mediante enlace personalizado de Maze y realizada de forma presencial, con posterior análisis de los resultados obtenidos a través del sistema integrado de métricas de la plataforma, ver Apéndice C para evidencias visuales de la prueba.

Tabla 9

Resultados de pruebas Maze docentes.

Tarea	Duración promedio (s)	Tasa de éxito (%)	Drop-off (%)	Misclick (%)
Iniciar sesión	6.4	66.7%	33.3%	0.0%
Crear nueva clase	26.2	66.7%	33.3%	10.5%
Asignar contenido temático	8.7	100.0%	0.0%	18.8%
Visualizar progreso del estudiante	42.4	33.3%	66.7%	35.7%

Consultar el centro de ayuda	7.3	66.7%	33.3%	50.0%
Salir de CalcuBot	10.0	100.0%	0.0%	26.1%

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la prueba Maze.

Análisis de Resultados de las Pruebas Maze

Las pruebas permitieron evaluar la experiencia de los usuarios docentes en la plataforma CalcuBot con los flujos funcionales del panel docente: acceso, creación y gestión de clases, asignación de contenido, consulta del progreso estudiantil y salida del sistema, según las métricas de tasa de éxito, duración promedio, porcentaje de abandono (drop-off) y frecuencia de errores de clic (misclicks).

Tareas con Buen Desempeño

La tarea de asignar contenido temático tuvo una tasa de éxito del 100%, sin abandono, tiempo promedio: 8.7 segundos, aunque el misclick fue moderado (18.8%), los docentes lograron completar la tarea de forma eficiente, lo cual indica un diseño funcional claro en esa sección.

La tarea de salir de la plataforma alcanzó una tasa de éxito del 100%, con un tiempo promedio de 10 segundos, el porcentaje de misclicks fue 26.1%, lo que sugiere que, aunque algunos docentes exploraron más de una zona antes de encontrar la opción correcta, la tarea se completó sin mayores obstáculos.

Tareas con Desempeño Intermedio

Iniciar sesión tuvo una tasa de éxito del 66.7%, tiempo bajo (6.4 segundos) y sin misclicks, la simplicidad del inicio fue efectiva, aunque el abandono del 33.3% sugiere que un

participante no logró completarla, es posible que la falta de retroalimentación visual afectara la comprensión del proceso.

Crear una nueva clase tuvo una tasa de éxito del 66.7%, con una duración más elevada (26.2 segundos) y misclicks del 10.5%, los resultados indican que si bien dos docentes lograron completar la tarea, uno no lo hizo, y se observó cierta exploración errónea antes de ejecutar correctamente la acción.

Visitar el centro de ayuda, aunque logró una tasa de éxito del 66.7%, el 50% de misclicks es muy alto, y el tiempo fue de solo 7.3 segundos, esto sugiere que el botón de ayuda no es suficientemente intuitivo o visible, y requiere rediseño.

Tarea Crítica con Bajo Rendimiento

La tarea visualizar progreso del estudiante tuvo una tasa de éxito del 33.3%, tiempo promedio muy alto (42.4 segundos) y 35.7% de misclicks, esta fue la tarea con mayor dificultad, posiblemente debido a una organización poco clara del panel o etiquetas poco intuitivas, también se presenta un drop-off del 66.7%, evidenciando que dos de los tres docentes abandonaron la tarea antes de completarla.

Encuesta Estructurada a Docentes

Con el fin de complementar los hallazgos obtenidos a través de las pruebas interactivas con Maze, se diseñó y aplicó una encuesta estructurada mediante Google Forms dirigida a docentes, enfocada en la evaluación de aspectos funcionales y visuales del prototipo, esta encuesta tuvo como propósito recopilar percepciones cualitativas y cuantitativas en torno a la usabilidad, diseño, accesibilidad y comprensión general de la interfaz, desde la perspectiva del usuario docente, el formulario fue diligenciado por los mismo tres docentes participantes en la fase de evaluación.

La estructura del formulario fue organizada en tres bloques: datos generales del participante, evaluación del panel de administración, estética, accesibilidad y diseño general.

A través de estos bloques, se aplicaron preguntas cerradas y abiertas que permitieron obtener tanto respuestas objetivas como comentarios subjetivos útiles para la iteración del prototipo. Ver Apéndice F para preguntas y resultados.

Análisis de Resultados de la Encuesta Estructurada a Docentes

La encuesta hecha a tres profesores ayudó a descubrir opiniones específicas sobre la interfaz y las funciones del panel administrativo del prototipo CalcuBot V1.0, en general, las tareas se vieron como fáciles, aunque se mencionaron algunas áreas que se pueden mejorar.

Sobre el inicio de sesión y la navegación básica, los tres profesores realizaron las tareas sin problemas, sin embargo, uno de ellos habló sobre la falta de feedback visual al hacer clic, lo que indica que a veces el usuario no confirmaba sus acciones, la misma opinión se repitió en la actividad de crear la clase. Aunque todos pudieron terminarla, dos maestros se sintieron inseguros por la falta de mensajes claros que confirmaran lo que estaban haciendo.

La tarea de asignar temas fue la que tuvo más dificultades. Uno de los maestros la describió como “un poco difícil”, otro dijo que lo hizo “al pinochazo”, y un tercero simplemente respondió “No”, lo que muestra que se necesita una interfaz más fácil de usar en esa parte.

La forma de mostrar el progreso de los estudiantes recibió buenas valoraciones, con comentarios como “Me gustó”, “Es bueno” y “Me agrada pero faltan más aspectos”, esto muestra que hay una base fuerte, pero también hay expectativas de mejorar en el detalle o personalización de los reportes.

Sobre el centro de ayuda, todos los participantes pudieron encontrarlo. Sin embargo, uno de ellos mencionó que “sí es fácil, vi dos botones”, lo que podría indicar que el diseño es

redundante o confuso. La evaluación estética fue buena: dos maestros dieron al diseño visual un 4 de 5, y uno le dio un 3. Sin embargo, en cuanto al contraste de colores, un maestro dijo que “algunos mensajes deberían tener colores más fuertes”, mientras que los otros dos respondieron “Un poco”.

Encuesta de Percepción Estudiantes

El formulario que se usó con los estudiantes fue creado para evaluar visualmente el prototipo. Su objetivo era identificar las fortalezas y debilidades en la comprensión de las pantallas, la claridad de los elementos interactivos y la motivación que sentían para seguir jugando.

La metodología usada fue mostrar una serie de capturas de pantalla de diferentes partes del prototipo, a partir de cada imagen, se hicieron preguntas para evaluar cómo los estudiantes percibían la comprensión, la apariencia visual, la claridad de navegación y el interés, el formulario fue aplicado a un total de 20 estudiantes de grado sexto, en modalidad asistida, permitió obtener datos sin necesidad de que los participantes interactuaran directamente con el prototipo funcional.

Los resultados de la encuesta a los estudiantes mostraron que la mayoría entendió la función principal de las pantallas, pero un 20% no pudo identificar bien la acción que se esperaba, lo que indica que se necesitan instrucciones más claras, aunque la identificación del punto de inicio fue en general buena, un 30% mostró dudas, lo que indica que hay oportunidades para mejorar la jerarquía visual de la interfaz.

En cuanto a los elementos interactivos, el 15% tuvo problemas con la claridad de los botones, probablemente por fallas en el etiquetado, además, un tercio de los participantes no

entendió bien las consecuencias de cometer errores durante el juego, lo que podría afectar su motivación o aprendizaje.

Sobre la motivación general, las respuestas fueron muy positivas: la mayoría mostró interés en jugar más niveles y estuvo dispuesta a recomendar el juego. Las preferencias gráficas también fueron muy apreciadas, mencionando el mapa, las medallas y el diseño de los personajes. Sin embargo, un 40% de los estudiantes dijo que tenía problemas de visión relacionados con el contraste de colores.

Las respuestas abiertas proporcionaron información útil sobre las áreas que necesitan mejoras, subrayando la necesidad de instrucciones claras, ayuda con los problemas y una apariencia más divertida. Por otro lado, el mapa, las recompensas y los personajes fueron muy apreciados, lo que apoya el diseño enfocado en la motivación y la claridad del juego. Ver Apéndice E para el instrumento y sus respuestas.

Observación Directa de Estudiantes

Durante sesiones controladas, se observó el comportamiento de los estudiantes al utilizar el prototipo de forma libre, registrando comportamientos clave mediante una tabla de observación estructurada.

La observación directa de cinco estudiantes mostró patrones importantes sobre cómo interactúan y utilizan el prototipo CalcuBot, todos pudieron iniciar sesión sin ayuda, aunque en algunos casos hubo lentitud o inseguridad al moverse entre pantallas.

Sobre la navegación (NAV), la mayoría se movió bien por las secciones, pero un estudiante se mostró confundido con el cambio de pantalla. En la comprensión del reto (RETO), dos estudiantes necesitaron ayuda para entender la lógica de la actividad, esto muestra que hay oportunidades para mejorar las instrucciones o el diseño del desafío.

El registro de respuestas (RESP) tuvo problemas en tres de los cinco casos, ya sea por dudas al escribir, errores o falta de claridad en los campos de entrada, el uso de botones (BOT) también mostró pequeños errores de identificación o clics incorrectos en algunos casos.

Las reacciones emocionales (EMO) fueron diversas: desde entusiasmo y alegría hasta dudas o un poco de frustración. Es importante mejorar la claridad en las instrucciones y dar retroalimentación visual inmediata. Ver apéndice G con el registro y análisis completo.

Validación de Hipótesis de Diseño

A continuación, se presenta una tabla de validación de las hipótesis de diseño, después de la aplicación, interpretación y análisis de resultados de la evaluación realizada.

Tabla 10

Resumen validación de hipótesis Lean UX.

Hipótesis de diseño	Validación	Evidencia principal
Los estudiantes de sexto grado necesitan una interfaz de juego con una historia relacionada para aprender de manera más efectiva.	Parcial	Se observó una alta motivación en los formularios (95% desea continuar jugando), pero hay dificultades para entender el reto, según la observación directa y las respuestas abiertas.
Los profesores pueden crear clases de manera sencilla desde un panel con opciones claras y filtros.	No	Solo el 66.7% tuvo éxito en la tarea "crear nueva clase" (Maze). Los comentarios en Forms indicaron que falta una confirmación visual y hay dudas sobre el flujo.

Hipótesis de diseño	Validación	Evidencia principal
El uso de colores brillantes y personajes robots ayuda a entender mejor las actividades del juego.	Parcial	La mayoría de los personajes gustaron (85% en Forms), pero algunos colores hicieron que fuera difícil leer (40% lo mencionaron; hay confusión en las instrucciones según la observación).
Mostrar el progreso con medallas o estrellas ayuda a que los estudiantes se sientan motivados para terminar los retos.	Sí	El sistema de medallas fue muy apreciado en Forms (“lo que más gustó”) y se vio como una motivación en interacciones reales.
Crear un código de clase permite al maestro incluir estudiantes de manera fácil.	Parcial	Funcionó, pero hubo dudas sobre la comunicación y el uso del código. Es necesario mejorar el flujo visual y la explicación del proceso (Maze + Forms).
La forma más fácil de iniciar sesión es usando correos institucionales.	Parcial	Aunque fue sencillo para los docentes (66.7% de éxito sin errores), los comentarios en Forms indicaron que falta una retroalimentación visual clara.

Nota. Elaboración propia.

Iteración y Mejoras en el Prototipo












Análisis de Resultados y Realización de Ajustes

A partir de los resultados de la evaluación de experiencia de usuario aplicada al prototipo V1.0, en la que se incluyeron pruebas de tareas con docentes, encuestas estructuradas a docentes y estudiantes y observación directa con estudiantes, los hallazgos revelaron fricciones en la interfaz y flujos clave del sistema como se identificaron diversas fricciones que afectaban la experiencia de usuario, tales como, ausencia de retroalimentación visual en acciones clave (inicio de sesión, creación de clases), confusión en la asignación de contenido temático por parte de los docentes, baja comprensión del contexto del reto inicial por parte de estudiantes, problemas de accesibilidad visual relacionados con el contraste de colores (ver Apéndice D con las capturas y tabla análisis), navegación poco intuitiva y jerarquía de información deficiente en algunas pantallas, las cuales fueron utilizadas como insumo para la iteración del diseño; la versión 2.0 del prototipo surge como una respuesta directa a las evidencias, enfocándose en mejorar la usabilidad, accesibilidad visual y comprensión general de las tareas tanto para docentes como estudiantes, CalcuBot 2.0 fue un gran avance en comparación con la primera versión, sobre todo en accesibilidad visual y ajustes de color. Sin embargo, esta versión no se creó como un prototipo navegable, por lo tanto, no se hicieron pruebas con usuarios en esta fase, el principal objetivo de esta versión fue ser un puente visual y técnico hacia una versión más avanzada (CalcuBot 2.1), en la cual se aplicaron métodos de validación, esta decisión se basó en los principios de Lean UX, donde algunos prototipos se usan internamente para probar ideas de diseño antes de hacer una implementación completa.

Nueva Paleta de Colores

Tabla 11

Configuración de colores para la interfaz.

Elemento	Color	Texto
Botón azul (inicio de sesión, filtros)		Blanco
Botones menú lateral		Negro
Frase roja		Blanco
Botón morado (confirmar acciones, loading)		Blanco
Barra nombre morado		Negro
Frases moradas		Fondo blanco
Palabras en Verde Progreso		Fondo blanco
Palabras en Amarillo alerta		Fondo blanco
Letras negras		Fondo blanco
Botón clikeado menú lateral		Negro
Morado clikeado		Blanco

Nota. Elaboración propia

Después de revisar la versión 1.0 del prototipo, se hicieron cambios importantes para crear la versión 2.0. Esto incluyó mejoras en las instrucciones y mensajes del sistema, la adición de nuevas funciones como el reto 2, botones para reportar el rendimiento académico,

seguimiento del estudiante y herramientas para colaborar con otros. También se mejoró la parte visual del mapa y se hicieron cambios importantes en el panel docente. Ver Apéndice L para comparativo detallado.

Evolución del Prototipo hacia la Versión 2.1 de CalcuBot

La versión 2.1 del prototipo CalcuBot es una mejora de la versión 2.0, que se creó después de evaluar el prototipo 1.0, aunque los cambios en la 2.1 fueron pequeños, se hicieron para mejorar la experiencia del usuario sin alterar la estructura principal ni los procesos de interacción establecidos en la versión anterior, por esta razón, se decidió hacer la evaluación directamente sobre la versión 2.1, ya que mantenía todos los elementos importantes de la versión 2.0 y los cambios realizados respondían a observaciones ya conocidas.

Para hacer el juego divertido, se añadió una historia al principio en la que CalcuBot, un robot de matemáticas, ha perdido sus habilidades de cálculo después de que el villano Errorius le lanzó un hechizo de programación. Los estudiantes tienen que ayudar a CalcuBot a recuperar sus habilidades al superar desafíos matemáticos en varios entornos escolares, además, se agregaron videos de ayuda para entender mejor, mensajes de retroalimentación más personalizados después de cometer errores, y un nuevo desafío relacionado con fracciones en el comedor escolar.

Se actualizó el mapa de navegación para que sea más fácil de usar, además, en el medallero se añadió una nueva sección que muestra el avance de los "poderes recuperados" por CalcuBot.

Finalmente, se incluyó en el rol del docente la opción de ver lo que sucede en el entorno del estudiante. Estos cambios tienen como objetivo mejorar la motivación interna y la comprensión de las matemáticas en los estudiantes de sexto grado. Ver Apéndice M para los elementos modificados.

Evaluación Cualitativa de CalcuBot 2.1 Mediante Entrevista Guiada Docente

Metodología de Evaluación

Se aplicó una entrevista de tipo cualitativo libre, con grabación de la pantalla y audio, con observación mientras el usuario docente navegaba por la plataforma.

Síntesis de la Observación y Comentarios

A continuación, se presentan los resultados, análisis e interpretación de la entrevista con docente. Ver Apéndice N para transcripción completa y grabación de pantalla.

Tabla 12

Resumen de evidencias observadas e interpretación.

Área UX evaluada	Evidencia observada	Interpretación
Navegación y flujo general	Se inició sesión sin dificultad, se reconocieron mejoras en el orden del menú y en la estructura visual.	La arquitectura de la información fue optimizada y es percibida como clara y lógica.
Asignación de clases y contenido	Se consideró de manera positiva la posibilidad de crear clases, asignar temas según niveles y ver códigos.	La jerarquía visual y el flujo de asignación son ahora claros y fáciles de usar.
Colaboración docente	Se apreció la participación del maestro colaborador.	La funcionalidad se refiere a una situación real de co-enseñanza y mejora la percepción de utilidad

Área UX evaluada	Evidencia observada	Interpretación
Cambio de rol (docente estudiante)	Se probó el rol de estudiante, se comparó con versiones anteriores y se validó como más lúdico y coherente con un juego.	Fortalece la relación entre el diseño UX y la motivación que sienten los usuarios.
Análisis de desempeño estudiantil	Gustaron los reportes descargables, las observaciones de cada estudiante y el resumen de calificaciones.	Función útil para el seguimiento académico personalizado.
Vínculo con currículo oficial	Se reconoció la importancia de incluir enlaces al currículo de matemáticas del MEN.	Fortalece la conexión entre la enseñanza y la validación del currículo del prototipo.

Nota: Elaboración propia a partir del registro de la conversación e interacciones con el prototipo.

Evaluación Cuasi-experimental de Tres Grupos

Para la prueba piloto de la versión 2.1 del prototipo CalcuBot, se eligieron tres grupos de estudiantes con características académicas parecidas. Esto ayudó a controlar las diferencias individuales y a hacer una comparación justa entre las condiciones. Los criterios para incluir participantes en esta prueba fueron los siguientes:

- Estudiantes que están repitiendo el sexto grado.
- No lograron la promoción anticipada porque su promedio fue inferior a 40 en al menos una materia durante el primer periodo.

- Tienen un rendimiento aceptable en matemáticas en el primer periodo del año 2025, con calificaciones finales entre 30 y 34.

Ver apéndice O para consultar el registro visual, guía empleada en clase, resultados de Atlas.ti, tablas y datos de los cuestionarios.

Tabla 13

Perfiles definidos para la prueba piloto.

Estudiante	Condición asignada	Estado académico actual	Motivo de inclusión
Grupo 1	Clase tradicional	Repitentes – sin promoción anticipada	Notas en matemáticas 30 y 34.
Grupo 2	Videojuego educativo Matific	Repitentes – sin promoción anticipada	Nota en matemáticas entre 30 y 33.
Grupo 3	CalcuBot v2.1	Repitentes – sin promoción anticipada	Nota en matemáticas entre 30 y 34

Nota. Elaboración propia.

Cada grupo de estudiantes recibió una de las tres condiciones de aprendizaje:

- Grupo 1 – Clase tradicional: Aprendizaje mediante enseñanza convencional (docente y guías sobre fraccionarios, suma resta y representación gráfica).
- Grupo 2 – Videojuego educativo Matific: Aprendizaje mediante un juego educativo establecido, que previamente se ha revisado para el cumplimiento de la temática y administrado para crear una clase de un estudiante con los contenidos de fraccionarios, suma resta y representación gráfica

- Grupo 3 – Prototipo CalcuBot 2.1: Aprendizaje mediante el prototipo diseñado en el trabajo de investigación.

Pruebas Pre y Post

Con todos los estudiantes se realiza el mismo pretest antes de la intervención para medir su nivel inicial, y el mismo posttest después para medir los aprendizajes logrados, así se pudo medir el cambio en cada estudiante y comparar los aprendizajes logrados.

El tiempo de exposición fue el siguiente:

- Grupo 1, recibió una clase de aproximadamente 40 minutos.
- Grupo 2 y Grupo 3, interactuaron con las plataformas Matific y CalcuBot, con tiempos de exposición que dependieron de las actividades disponibles en cada plataforma.

Características de las Pruebas Cuantitativas

Ambos tests incluyeron 8 preguntas sobre sumar, restar y graficar fraccionarios, se diferenciaron en la cantidad de fracciones que incluían.

En el pretest, las fracciones que se muestran son simples, con denominadores pequeños y operaciones básicas, por ejemplo, los estudiantes ordenaban fracciones como $\frac{2}{7}$, $\frac{5}{7}$ y $\frac{1}{7}$, o sumaban fracciones como $\frac{3}{7} + \frac{2}{7}$.

En el posttest, la dificultad aumentó levemente al mostrar fracciones con numeradores más grandes, estas diferencias en las cantidades ayudaron a medir los resultados de aprendizaje después de la intervención

La guía de clase de la docente incluyó instrucciones y actividades sobre suma y resta de fracciones que tienen el mismo denominador, y su representación gráfica.

Se incluyeron ejercicios prácticos de suma y resta de fraccionarios homogéneos, al igual de actividades en las que los estudiantes mostraron fracciones con gráficos y ejercicios adicionales que involucraban la comparación de fracciones.

Evaluación cualitativa

Además de las mediciones cuantitativas obtenidas de las pruebas, se agregó una evaluación cualitativa para entender mejor la experiencia de los estudiantes con los distintos métodos de aprendizaje, se grabaron las sesiones en las que los estudiantes usaron CalcuBot y Matific para analizar sus interacciones. Las grabaciones se hicieron durante las pruebas para capturar las interacciones de los estudiantes, registrando aspectos importantes como: conducta y reacciones emocionales (frustración, confusión, motivación, aciertos, errores, entre otras) mientras realizaban las tareas.

Las grabaciones se analizaron después con Atlas.ti, donde se identificaron los comportamientos visibles y las emociones mostradas durante la interacción, ayudando a ver patrones en las interacciones.

En la clase tradicional, se usaron notas de campo como la herramienta principal para registrar las observaciones cualitativas, estas notas se tomaron en el momento desde que inicio la clase, durante las explicaciones de la docente y cuando los estudiantes realizaron los ejercicios que la profesora les dio, de igual manera, las notas de campo se codificaron en Atlas.ti para encontrar patrones comunes de comportamiento y emociones.

Resultados Evaluación Cualitativa

Análisis de las Interacciones en el Aula de Clase

La clase observada se enfocó en la representación gráfica y el trabajo con fracciones, se notó un ambiente bien organizado, donde la profesora explicó de manera clara y supervisó todo

el tiempo, durante los primeros diez minutos, la mayoría de los estudiantes estuvo bastante pasivos, participando en la parte expositiva tomando notas, esta etapa, donde la docente introdujo el tema, fue una preparación para la parte práctica de la clase. Es importante mencionar que, aunque la mayoría de los estudiantes prestaron atención, el Estudiante 2 y el Estudiante 3 mostraron distracción o hicieron cosas no relacionadas con el estudio, como mirar por la ventana o hablar con sus compañeros.

Entre los minutos 5 y 12, la actividad se volvió más participativa, la maestra presentó la representación gráfica de fracciones y empezó a dar instrucciones para el dibujo, se notó una clara diferencia en los comportamientos: el Estudiante 3 hacía muchas preguntas sobre qué figura usar (círculo o rectángulo), lo que podría mostrar su interés o necesidad de más claridad visual, en cambio, los otros estudiantes mostraron una actitud atenta o empezaron la actividad por su cuenta.

A partir del minuto 13, la clase se volvió más activa. Los estudiantes empezaron a hacer el ejercicio de representación gráfica, lo que dejó ver comportamientos diferentes, el Estudiante 1 pidió ayuda al profesor, mientras que el Estudiante 2 y el Estudiante 3 hicieron cosas que no tenían que ver con el trabajo (como jugar triqui o mirar por la ventana), esta dispersión ocurrió en un momento en que la supervisión del profesor se volvió más individual, lo que pudo causar tiempos muertos para algunos estudiantes, en cambio, los Estudiantes 4 y 5 se mantuvieron enfocados, dibujando o prestando atención a la actividad, mostrando que tienen más autorregulación.

Desde el minuto 20 hasta el final de la clase (minuto 40), se estableció una forma de trabajo más uniforme, todos los estudiantes tomaron notas en las observaciones, justo cuando el profesor explicó cómo sumar y restar fracciones con el mismo denominador, esto pudo ser por el

conocimiento del contenido y por lo claro del ejemplo, a pesar de la atención, solo el Estudiante 1 hizo una pregunta directa (minuto 32), lo que mostró que hubo poca interacción verbal en general.

En los últimos minutos de la clase (35 a 40), el maestro hizo correcciones, respondió preguntas y dio comentarios generales, los estudiantes estuvieron atentos, pero no hubo nuevas intervenciones.

Análisis de Conductas Observadas en el Aula de Clase con Atlas.ti

El análisis de las frecuencias de los comportamientos mostró que la acción más común fue “Tomando notas”, con 12 registros, esto indicó que los estudiantes siguieron el contenido presentado en clase, este comportamiento mostró atención constante, especialmente durante las exposiciones de la profesora, además, el código “Atención” tuvo 6 registros, lo que apoyó la idea de un ambiente principalmente concentrado y receptivo.

Sin embargo, también surgieron comportamientos que causaron interrupciones o distracciones, como “Mirando por la ventana” (3 veces), “Conversando con compañero” (2 veces), “Distracción” (1 vez) y “Jugando triqui” (1 vez), este último es un claro ejemplo de desconexión con la actividad académica, estas acciones se centraron en momentos específicos de la clase, especialmente durante las transiciones entre la explicación del profesor y el ejercicio, lo que indicó que no todos los estudiantes mantuvieron la atención durante el trabajo autónomo.

La visualización tipo Sankey mostró cómo se dividieron estos comportamientos entre los cinco estudiantes. Se notó que el Estudiante 1 y el Estudiante 2 tuvieron un comportamiento muy bueno, especialmente en la toma de notas y la atención, el Estudiante 1 también mostró iniciativa al levantar la mano y hacer preguntas claras sobre el ejercicio, lo que demostró un buen nivel de compromiso, en cambio, el Estudiante 3 mostró muchos comportamientos que distraían (mirar

por la ventana, hablar, jugar triqui), lo que mostró que no estaba conectado con la actividad, probablemente por no entender bien o por desinterés.

El Estudiante 5 mostró un comportamiento pasivo, con muchos momentos en los que "no hacía el ejercicio" y "miraba el tablero", lo que indicó que esperaba o dependía de instrucciones externas, en cambio, el Estudiante 4 estuvo generalmente concentrado y participativo, pero no destacó en hacer preguntas o interacciones extras, el comportamiento de hacer el dibujo se observó principalmente en los estudiantes 2 y 4, quienes mostraron un nivel más avanzado en la ejecución del ejercicio.

En general, estas visualizaciones mostraron diferencias claras entre los estudiantes en cuanto a atención, participación y compromiso, aunque la mayoría de los educandos prestó atención y tomó notas, algunos necesitaban más apoyo, estrategias para mantenerse interesados y participar más.

Análisis de las Interacciones en el Juego Matific

Las interacciones de los estudiantes con el juego Matific mostró patrones comunes que ayudaron a entender áreas de la experiencia del usuario (UX) y su efectividad, primero, se notó que la mayoría de los estudiantes pasaron los primeros minutos conociendo la interfaz y realizando muchas preguntas sobre su personalización (avatar e inicio de la actividad) y de cómo iniciar el juego.

Después de pasar la fase de inicio, casi todos los usuarios comenzaron a usar el botón de "comenzar" de inmediato. Sin embargo, más adelante, especialmente al enfrentar las instrucciones de los retos, varios estudiantes tuvieron problemas para entender cómo avanzar, lo que se vio en pausas largas o en pedidos de ayuda al profesor.

Al resolver los retos, se notó un buen uso de técnicas de manipulación (como arrastrar elementos y escribir respuestas) que fomentaron la participación activa de los estudiantes, la retroalimentación instantánea del sistema (“Correcto” o “Incorrecto”) ayudó a aprender a través de prueba y error, que es una buena estrategia en situaciones educativas interactivas, a pesar de los errores, los estudiantes mostraron persistencia y volvieron a intentar con cambios en sus respuestas, lo que mostró buena motivación y compromiso con la tarea.

Sin embargo, un patrón que se repite fue la reducción de interacciones activas, los estudiantes se quedaron mirando la pantalla, o preguntaron al profesor cómo seguir, esto se entendió como una señal de exceso de carga mental, la necesidad de que el maestro interprete las instrucciones o valide las acciones pudo reducir la independencia que se esperaba de una herramienta educativa como Matific.

Análisis de Códigos en la Interacción con Matific con Atlas.ti

El análisis visual obtenido de ATLAS.ti ayudó a identificar las principales dificultades y comportamientos de los estudiantes al usar el videojuego Matific, se vio que el código más común fue "Errores en las Actividades", que apareció 12 veces, esta alta frecuencia indicó que, aunque los estudiantes intentaban enfrentar los retos, había una tasa importante de fallos, esto pudo estar relacionado con problemas de comprensión, exceso de información o falta de claridad en los objetivos del juego.

Los códigos que se repitieron más son “Confusión en la Selección de Actividades” y “Dificultad en la Comprensión”, cada uno con 7 menciones, esto confirmó que el juego, a pesar de ser interactivo, tenía problemas de navegación y claridad que afectaron la independencia del usuario, si los estudiantes no entendían qué hacer o cómo elegir entre opciones, la efectividad de

la enseñanza en el entorno digital disminuía, estos resultados coinciden con lo que se había observado antes sobre la dependencia del maestro y la falta de información clara en la interfaz.

También se observó una gran cantidad de códigos como “Confusión al Ingreso”, “Confusión en la Selección del Avatar” e “Interacción con el Docente” (5 apariciones), esto indicó que acciones básicas como entrar al sistema o personalizar el perfil pueden ser un problema si no son fáciles de usar y entender, la interacción constante con el profesor, en vez de con el sistema, mostró que Matific no ofreció suficientes herramientas integradas para que los usuarios pudieran resolver sus dudas por sí mismos.

Se vio cómo cada estudiante fue impactado por distintos códigos, por ejemplo, el Estudiante 2 tuvo varias incidencias en casi todos los códigos más comunes, lo que mostró que tuvo una experiencia con mucha confusión, errores y dependencia, en cambio, el Estudiante 4 mostró menos códigos críticos, con una distribución más equilibrada y algunas categorías más positivas como “Interés en la Participación”, lo que dio a entender una mejor adaptación al entorno del juego.

Análisis de Interacciones en CalcuBot

CalcuBot mostró patrones claros que ayudaron a identificar fortalezas y oportunidades de mejora en la experiencia del usuario y el diseño educativo del prototipo, al principio, todos los estudiantes mostraron una actitud de curiosidad, lo que se vio en los primeros segundos de observación sin participar, este comportamiento es común en nuevos entornos digitales y mostró que el juego tenía una interfaz clara, aunque no siempre era fácil de entender por sí sola.

Los estudiantes pudieron comenzar la actividad con la ayuda del profesor sobre el perfil y el código de acceso, a medida que se progresaba en los niveles, se notó una pausa larga en las sesiones, generalmente entre el minuto 2 y el minuto 4, que se consideró como momentos en los

que los usuarios miraron el video tutorial, esto mostró que se necesitaba más apoyo en material lúdico digital para entender las operaciones matemáticas o solucionar los problemas.

Las acciones de mover objetos y escribir resultados se realizaron de manera bastante sencilla por los participantes, sin embargo, los errores en las respuestas de matemáticas y los intentos de nuevo fueron frecuentes, destacándose retroalimentación por parte del sistema, la mayoría de los estudiantes recibió recomendaciones al menos una vez, accedieron al video tutorial y rectificaron sus errores, esto se vio como una señal de compromiso y un proceso de ajuste personal en su aprendizaje, este hallazgo indicó que las pistas progresivas o las ayudas contextuales pudieron mejorar la experiencia de manera autónoma y adaptativa.

Emocionalmente, recibir estrellas y usar el medallero provocó reacciones positivas, lo que demostró que los elementos de gamificación se integraron bien como refuerzos visuales del progreso.

Análisis de Códigos en CalcuBot con Atlas.ti

La vista de distribución de códigos por estudiante mostró cómo se repartieron los comportamientos observados de acuerdo con los códigos establecidos durante la codificación cualitativa, lo más importante fue la presencia del código "Respuestas autónomas", que se vio en todos los estudiantes, especialmente en el Estudiante Uno y el Estudiante Cuatro, esto mostró que el diseño de CalcuBot favoreció, en la mayoría de los casos, la resolución independiente de actividades, siendo una señal positiva desde la perspectiva del diseño enfocado en el usuario y en el aprendizaje activo.

La segunda categoría más común fue "Interacción con el docente", especialmente relacionada con el Estudiante Dos, esto indica que este estudiante tuvo más problemas al interactuar con el juego y, por eso, requirió ayuda constante, esta dependencia podría estar

relacionada con instrucciones poco claras o un bajo nivel de conocimiento sobre interfaces parecidas. El código "Ayuda del video tutorial" se mencionó con frecuencia, especialmente relacionado con el Estudiante Cinco, demostrando, que el material de apoyo fue importante para aclarar algunos aspectos del juego.

El código "Errores cometidos", que está presente en varias partes, indicó que el proceso de ensayo y error fue común en la mecánica del videojuego, aunque era de esperar en situaciones de aprendizaje, también había que asegurarse de que los errores no se acumularan sin una ayuda adecuada para corregirlos.

La frecuencia total de cada código confirmó esta tendencia: el código "Respuestas autónomas" apareció 17 veces, siendo mucho más común que los demás, después de eso, se mencionaron "Interacción con el docente" (13) y "Ayuda del video tutorial" (8), lo que mostró un equilibrio entre momentos en los que se actúa por cuenta propia y momentos en los que se busca ayuda o consulta.

Los resultados del ejercicio con los tres grupos, que usaron diferentes métodos de aprendizaje (clase tradicional, videojuego educativo externo Matific y CalcuBot v2.1), muestran una mejora en el rendimiento en todos los casos

Resultados Evaluación Cuantitativa

Análisis Antes de las Intervenciones

El pretest fue una prueba que otorgaba como máximo 48 puntos, elaborada para medir los conocimientos previos en la representación gráfica de fracciones y sus operaciones básicas.

Los resultados mostraron que los tres grupos tuvieron puntuaciones iniciales bajas, como era de esperar antes de cualquier intervención. El grupo de clase tradicional y el grupo Mathific tuvieron un promedio de 4.8 puntos, mientras que el grupo CalcuBot tuvo un promedio un poco

más bajo, con 3.6 puntos, a pesar de la diferencia, la mediana de los tres grupos fue la misma (6 puntos), lo que indicó que el rendimiento promedio era similar en las diferentes condiciones.

El análisis del rango mostró que el grupo Matific tenía una mayor variedad en los resultados (0–12), lo que podría haber señalado que los conocimientos previos del grupo eran más heterogéneos, en comparación, los grupos de clase tradicional y CalcuBot tuvieron un rango pequeño de 0 a 6 puntos, lo que indicó que la mayoría de los puntajes estaban en niveles bajos.

Esta homogeneidad en los resultados promedios, ayudó a aumentar la validez interna del diseño cuasi-experimental, al disminuir la posibilidad de que las diferencias en los resultados después se debieran a condiciones anteriores y no a las intervenciones realizadas.

Análisis Después de las Intervenciones

Finalizadas las respectivas intervenciones pedagógicas, se aplicó un postest con una estructura equivalente a la del pretest (48 puntos posibles), con el fin de evaluar el impacto de cada intervención: clase tradicional, videojuego Matific y prototipo CalcuBot, se aclara que la institución la nota mínima de aprobación es 35.

El grupo que interactuó con el prototipo CalcuBot tuvo el promedio más alto (19.4 puntos) y una mediana de 20 puntos, esto mostró no sólo un mejor rendimiento general, sino también que la mayoría de los puntajes estaban en niveles cercanos. El rango de puntajes (de 12 a 30) demostró que hasta los estudiantes con bajo rendimiento en el grupo obtuvieron resultados mejores que el promedio del grupo tradicional.

El grupo Matific también mostró una mejora notable en comparación con el pretest, con un promedio de 18 puntos y una mediana de 18, aunque su rango fue más amplio (6–24), lo que indicó una mayor variabilidad en los resultados de cada estudiante.

El grupo de clase tradicional tuvo el promedio más bajo en el posttest, con 14.4 puntos, pero su mediana fue de 18 puntos, la misma que la del grupo Matific, el rango más amplio (0–24) denotó que algunos estudiantes no mejoraron en comparación con el pretest, lo que contrastó con la tendencia de mejora ascendente que se vio en los grupos que utilizaron recursos gamificados.

Los datos del posttest mostraron que ambas herramientas educativas, especialmente CalcuBot, ayudaron a que los estudiantes mejoraran en pensamiento aritmético en comparación con la clase tradicional, esto apoyó la hipótesis que usar videojuegos educativos pudo contribuir en el aprendizaje de la aritmética en estudiantes de sexto grado.

Comparación Pretest-Posttest por Grupo Experimental

El análisis comparativo entre el pretest y posttest permitió valorar el impacto de cada modalidad de intervención sobre el desempeño aritmético de los estudiantes.

Los estudiantes que participaron en la clase tradicional aumentaron su promedio en 9.6 puntos, de 4.8 a 14.4, aunque es un progreso significativo, es el grupo con la ganancia promedio más baja, el aumento de 6 a 18 puntos en la mediana muestra mejora, pero el rango final (0–24) muestra que algunos estudiantes no pudieron avanzar.

El grupo de estudiantes que participó con la plataforma Matific, tuvo una mejora de 13.2 puntos en el promedio, llegando a un valor de 18 en el posttest, la mediana aumentó de 6 a 18, pero el rango (6–24) indica una mejora más estable, ya que todos los estudiantes están por encima del nivel inicial, este resultado muestra que los videojuegos educativos tienen un efecto beneficioso en el aprendizaje.

El grupo que usó CalcuBot consiguió la mayor ganancia absoluta de 15.8 puntos y la mediana más alta (20), también, el rango de puntajes (12–30) muestra que incluso el estudiante

con menor desempeño tuvo un resultado mejor que los promedios de los otros grupos, lo que demuestra que esta herramienta puede ser efectiva para aprender y mejorar el pensamiento aritmético.

Los resultados del pretest y postest muestran que todas las modalidades mejoraron el aprendizaje de los estudiantes, sin embargo, los grupos que usaron herramientas digitales con juegos, y especialmente el prototipo CalcuBot, tuvieron un impacto mucho mayor, este hallazgo apoya la hipótesis del estudio sobre cómo los videojuegos educativos pueden mejorar las habilidades matemáticas en estudiantes de educación básica.

Recomendaciones

Se sugiere proceder con el desarrollo del videojuego de manera planificada, garantizando que sea compatible con diferentes dispositivos (computadores, tabletas, celulares) y que funcione en lugares con conexión a internet limitada.

Es importante incorporar sistemas de gamificación que se adapten y modifiquen la dificultad y las recompensas según el nivel del alumno, esto brinda una experiencia de juego personalizada que ayuda a avanzar de manera independiente.

Se hace necesario incorporar funciones de accesibilidad más avanzadas, como la opción de texto a voz, navegación con teclado, ajustes de alto contraste y la posibilidad de personalizar el tamaño de la fuente, para apoyar a estudiantes con necesidades especiales.

Se recomienda ampliar la historia de CalcuBot al agregar nuevos personajes, misiones secundarias y diferentes escenarios temáticos, esto ayudará a mantener el interés a largo plazo y a desarrollar habilidades matemáticas más avanzadas.

Se sugiere hacer evaluaciones a lo largo del tiempo que midan el efecto de CalcuBot, no solo en la motivación y satisfacción, sino también en los resultados de los estudiantes en exámenes de matemáticas estandarizados.

Se deben buscar formas de adaptar el videojuego a los estándares educativos nacionales (DBA, Pruebas Saber), para que pueda usarse como una herramienta oficial en la enseñanza de matemáticas.

Es importante dar breves capacitaciones a los maestros sobre cómo usar los videojuegos en la enseñanza, incluyendo formas de incluir los informes de rendimiento en la retroalimentación en el aula.

Se deben crear formas de juego en grupo entre estudiantes, como desafíos en equipo o competencias, que fortalezcan habilidades de comunicación, liderazgo y resolución de problemas matemáticos trabajando juntos.

Es importante destacar que este proyecto se enfocó solo en el diseño UX y en crear un prototipo navegable de alta calidad del videojuego educativo, sin incluir su desarrollo funcional o programación completa, se sugiere mejoras técnicas a partir de este prototipo que ha sido probado con usuarios docentes y estudiantes.

Se recomienda hacer estudios a largo plazo, usando pruebas pre y post, a lo largo de varias semanas o de unidades de enseñanza, para evaluar mejor la transferencia del aprendizaje y su duración en el tiempo.

Conclusiones

El uso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y Lean UX fue efectivo, ya que ayudó a ajustar el prototipo del videojuego a las necesidades y gustos de los estudiantes y profesores, la metodología iterativa permitió identificar pronto las dificultades en el uso, garantizando una mejora continua basada en la evidencia recogida.

El uso de gamificación, historias divertidas y recompensas simbólicas (como medallas e insignias) mostró un efecto positivo en la motivación interna de los estudiantes, esto aumentó su interés en las actividades matemáticas, incluso en aquellos que al principio tenían poca motivación académica.

Incluir una historia en la que CalcuBot pierde sus poderes y necesita la ayuda de los estudiantes ayudó a crear un sentido de propósito y pertenencia, lo que mejoró la interacción de los usuarios estudiantes con las tareas del videojuego, este hallazgo indica que las historias bien diseñadas pueden ser una herramienta educativa muy efectiva en videojuegos educativos.

Aunque el prototipo no se evaluó directamente con todo el grupo de estudiantes participantes, la mejora de los resultados académicos, los datos de las encuestas y observaciones en el grupo de control muestran un progreso en la comprensión y resolución de problemas aritméticos en contexto, en comparación con las clases tradicionales de enseñanza.

El diseño de un panel para profesores que permite personalizar contenidos, asignar niveles de dificultad y seguir el progreso de cada alumno, fue una función apreciada, los profesores que participaron destacaron la importancia de tener informes fáciles de acceder y herramientas para seguir el progreso académico.

Los resultados indican que un desarrollo total de CalcuBot permitiría comprobar su efectividad educativa en una mayor escala, lo que podría llevar a su uso en diferentes colegios

que quieren mejorar las habilidades matemáticas de sus estudiantes, además, este proyecto establece las bases para futuros estudios que examinen cómo los videojuegos educativos inciden el desarrollo duradero de habilidades matemáticas o de otras áreas y la mejora de la motivación en la educación básica.

En este trabajo, se hizo una conexión entre las teorías consultadas y las decisiones tomadas en el diseño del prototipo educativo, desde el Diseño Centrado en el Usuario, se dio prioridad a entender las necesidades de docentes y estudiantes, dando como resultado una interfaz clara, accesible y adaptada al contexto, la teoría de la gamificación guió la inclusión de recompensas, tablas de posición, niveles y visualización del progreso como formas de motivar.

Los principios del aprendizaje significativo y del conectivismo apoyaron la creación de retos en un contexto real, experiencias interactivas y recursos multimedia para ayudar en la construcción del conocimiento matemático. Finalmente, el uso de Lean UX dirigió el proceso de diseño, evaluación y mejora. Esto hizo posible que cada función implementada se basara en la información recopilada durante el proyecto usando técnicas cualitativas y cuantitativas. Esta combinación de teoría y diseño asegura que el prototipo sea no solo una solución que funcione, sino también una propuesta educativa respaldada por la experiencia de usuario.

Finalmente, es importante mencionar que este proyecto hace una gran contribución al área de experiencia de usuario (UX) en entornos educativos digitales, aborda de manera específica varias diferencias identificadas en estado del arte, en primer lugar, aborda la necesidad de materiales interactivos hechos especialmente para estudiantes de educación básica, estos materiales deben centrarse en la narrativa, ser visualmente accesibles y promover un aprendizaje divertido; en segundo lugar, combina métodos de UX (Lean UX y DCU) con metas educativas, mostrando cómo se pueden crear prototipos educativos que han sido comprobados mediante la

experiencia, sin necesitar un desarrollo completo funcional y al dar prioridad a la participación activa de docentes y estudiantes en las etapas de diagnóstico y evaluación, se fortalece su uso y se hace más relevante en su contexto.

Bibliografía

- AB Math lite, mates para niños. (s/f). Google.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.lehovetzki.ABMathlite&hl=es_CO&pli=1
- Afrikalan, J. M.-P. (s/f). Jugar Tux Math en línea. Tuxmath.org. Recuperado el 15 de abril de 2025, de https://tuxmath.org/index-es.html?opt_lang=es
- Aguiar, G. D., Aguiar, B. C. X. C., Lebedieff, L., Rodrigues, C., & Berchol, J. (2022). Matventura: jogo educativo para o ensino de matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(1), 45–60. <https://doi.org/10.18256/2447-3944.2022.v6i1.3964>
- Ársović, B. (2021). Matematički kroz igru – mogućnosti upotrebe IKT. *Matematika i Nauk o Metodama*, 4(1), 101–110. <https://doi.org/10.46793/manm4.101a>
- Ávila-Pesantez, D., Tubón Usca, B. A., Gagnay Angamarca, B., & Ávila, L. M. (2021). Improving the serious game design using game learning analytics and eye-tracking: A pilot study. *Proceedings of the URUCON Conference*, 978-1-6654-2443-1. <https://doi.org/10.1109/URUCON53396.2021.9647058>
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play: Using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525–536.
- Barreto, D., Vasconcelos, L., & Orey, M. (2017). Motivation and learning engagement through playing math video games. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 14(2), 1–21. <https://doi.org/10.32890/mjli2017.14.2.1>
- Blumberg, F. C., & Ismailier, S. (2019). Developing adaptable learning through educational games. *Educational Technology Research and Development*, 67(3), 765–780.
- Canva. (s. f.-a). *Canva*. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <http://canva.com>

- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin Company.
- Canoe penguins. (s/f). Arcademics.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.arcademics.com/games/canoe-penguins>
- Chou, Y. K. (2019). *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Octalysis Media.
- Congreso de Colombia. (1994). *Ley General de Educación (Ley 115 de 1994)*.
- Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1341 de 2009 (Ley TIC)*.
- Comisión Europea. (2020). *Digital Education Action Plan (2021-2027)*. Recuperado de https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en
- Create, explore, and host kahoots. (s/f). Kahoot.It. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://create.kahoot.it/hub/accesspass-espanol>
- Cuéllar-Guarnizo, J. A., Hernández-Álvarez, W., Gutiérrez-Cárdenas, M. A., & Vega-Santofimio, H. D. (2022). STEM education and the learning of mathematics in vulnerable populations. *Ingeniería Solidaria*, 18(1), 50–62. <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2022.01.02>
- Daniel Carreón. (s. f.). YouTube. <https://www.youtube.com/@danielcarreon>
- Dayo, N. A., Alvi, U., & Asad, M. M. (2020). Mechanics of digital mathematics games for learning of problem-solving: An extensive literature review. *Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies and Science (ICETST)*, 978-1-7281-7113-5. <https://doi.org/10.1109/ICETST49965.2020.9080715>

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.

https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627–668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15.

<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Díaz Herrera, S. A. (2023). Aprendizaje basado en juegos. *Preparatoria*, 10(20), 55–60.

<https://doi.org/10.29057/prepa3.v10i20.10691>

Dimitrov, D. M., & Rumrill, P. D. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work*, 20(2), 159–165. <https://doi.org/10.3233/WOR-2003-20201>

Diwimuri, A., & Soebagyo, J. (2022). Perancangan game edukasi “Thinking Math” untuk melatih kemampuan penalaran matematis. *Edumatsains*, 7(1), 58–67.

<https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i1.3916>

Downes, S. (2008). Places to go: Connectivism & connective knowledge. *Innovate: Journal of Online Education*, 4(3), 1–5. <https://doi.org/10.4148/1860-949X.8>

Entrar - Smartick. (s/f). Smartickmethod.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de

<https://co.smartickmethod.com/student/exercise.html>

Feigenbaum, A. (s/f). Math Clash - play it online at coolmath games. Coolmathgames.com.

Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.coolmathgames.com/0-math-clash>

- Figma: The Collaborative Interface Design Tool. (s/f). Figma. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <http://figma.com>
- Fundación ExE. (s.f.). *Pruebas Saber 11: Análisis de resultados*. Recuperado de <https://fundacionexe.org.co/document/pruebas-saber-11-analisis-de-resultados>
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441–467.
<https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Go Jetters starring you. (2022, abril 26). Cbeebies. <https://www.cbeebies.com/play/go-jetters-starring-you/>
- Greipl, S., Moeller, K., & Ninaus, M. (2020). Potential and limits of game-based learning. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 12(1), 22–36.
<https://doi.org/10.1504/ijtel.2020.10028417>
- Gudadappanavar, A. M., Naik, V. N., Nandihal, N. W., & Wantamutte, A. S. (2021). Effectiveness of game-based learning over traditional learning in pharmacology education. *Journal of Education and Health Promotion*, 10, 91.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8051644/>
- Habgood, M. P. J., & Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169–206. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508029>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

- Home. (2023, enero 13). Mathland. <https://mathland.cl/>
- Howard, J. L., Gagné, M., Morin, A. J. S., & Van den Broeck, A. (2021). Motivation profiles at work: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 45, 451–465. <https://doi.org/10.1007/s11031-019-09818-1>
- Jiménez, S. (2015). *Gamification model canvas: Design and visualize a gamified experience*. Recuperado de <https://www.gamificationmodelcanvas.com>
- Jost, P., Cobb, S., & Hämmerle, I. (2024). Reality-based interaction affecting mental workload in virtual reality mental arithmetic training. *Behaviour & Information Technology*, 0144-929X. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1641228>
- Karpova, S. (2021). Information and communication technologies in education: Video games as an effective environment for the development of self-directed learning of students. *Webology*, 18(Special Issue 5), Article web18218. <https://doi.org/10.14704/web/v18si05/web18218>
- Khan Academy. (s/f). Khanacademy.org. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://es.khanacademy.org/math/cc-sixth-grade-math/cc-6th-ratios-prop-topic/intro-to-ratios/e/representing-ratios>
- Laine, T. H., & Lindberg, R. S. N. (2020). Designing engaging games for education: A systematic literature review on game motivators and design principles. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 1939–1382. <https://doi.org/10.1109/TLT.2020.3018503>
- Litster, K., & Moyer-Packenham, P. (2019). How the balance of gaming and mathematics elements affects student learning in digital math games. *Mathematics Education Research Journal*, 31(3), 191–209. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0253-4>

Math Games for Kids. (s/f). Roomrecess.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de

<https://www.roomrecess.com/pages/MathGamesForKids.html>

Matific. (s/f). Matific.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de

<https://www.matific.com/co/es-ar/home/>

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2017). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016–2026: El camino hacia la calidad y la equidad*. Recuperado de

https://www.mineduccion.gov.co/1780/articles-392871_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*.

Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Lineamientos curriculares de matemáticas para educación básica*. Recuperado de <https://www.mineduccion.gov.co>

Ministerio TIC. (2020). *Computadores para Educar*. Recuperado de <https://www.mintic.gov.co>

Monteiro, C., Lemos, A., & Kochhann, A. (2023). Cognition and metacognition development through the use of educational games: Expected behaviors and developed behaviors.

Revista de Psicología Educativa, 12(1), 45–59. <https://doi.org/10.53660/clm-2157-23q08>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Naciones Unidas Colombia. (2023). *Acerca de nuestro trabajo para los objetivos de desarrollo sostenible en Colombia*. Recuperado de <https://colombia.un.org/es/sdgs>

Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Recuperado de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

- Niemiec, C. P., & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/10.1177/1477878509104318>
- Nielsen, J. (2000). *Why you only need to test with 5 users*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- OCDE. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2018). *Resultados de PISA 2018*. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edu-news/prueba-pisa-2018-latinoamerica/>
- Patiño García, S. J., & Garzón, J. (2024). Efectos de un videojuego en el aprendizaje, retención y motivación en Ciencias Naturales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 71, Artículo 5. <https://www.researchgate.net/publication/378315436>
- PEI. (2020). *Proyecto Educativo Institucional: Colegio INEM Francisco de Paula Santander*. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1vv6LsQOBZK0ls2JEhJ8UJ_xXX_30xy_X/view?usp=sharing
- Peirce, N. (2013). *Digital game-based learning for early childhood: A state of the art report*. Learnovate Centre. Recuperado de <https://www.learnovatecentre.org/wp->

[content/uploads/2013/05/Digital_Game-based_Learning_for_Early_Childhood_Report_FINAL.pdf](#)

Pérez Lora, V. (2021). Desigualdad en el sistema educativo colombiano durante la pandemia de COVID-19 vista desde análisis de la prueba Saber 11. *Revista Educación y Humanismo*, 23(38), 1–19. <https://doi.org/10.26507/rei.v19n38.1309>

Play prodigy. (s/f). Prodigygame.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://math.prodigygame.com/?launcher=true&code=24a3916f54fe5>

Plecher, D. A., & Borowski, J. (2021). Work-in-progress-mathstation: A grade school math supplement serious game. *Proceedings of the iLRN Conference*, 978-1-7348995-2-8. <https://doi.org/10.23919/iLRN52045.2021.9459416>

Puppy Chase decimals. (s/f). Mathplayground.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de https://www.mathplayground.com/ASB_Puppy_Chase_Decimals.html

Quick math Jr. (s/f). App Store. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://apps.apple.com/us/app/quick-math-jr/id926078360>

Rajan, S. (2022). Effectiveness of game-based learning to enhance student learning. *International Journal of Advances in Information and Communication Technology*, 1(1), 12–19. <https://doi.org/10.36647/ttaicte/01.01.a002>

Realí, F., Jiménez-Leal, W., Maldonado-Carreño, C., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). Examining the link between math anxiety and math performance in Colombian students. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2), 163–173. <https://doi.org/10.15446/rcp.v25n2.54532>

- Reis, C., & Ferreira, A. (2021). The relevance of UI/UX design in human-computer interaction of educational games and therapeutic practices. *Springer*, 897–911.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-89735-2_14
- Roedavan, R., Siradj, Y., & Stefany, S. (2023). Educational game scenario model based on imperative game goal typology. *Journal of Game, Game Art, and Gamification*, 8(1), 45–59. <https://doi.org/10.21512/jggag.v8i1.9497>
- Sailer, M., Hense, J., Mandl, H., & Klevers, M. (2017). Psychological perspectives on motivation through gamification. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 33, 28–37.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Free Press.
- Shaffer, D. W. (2006). *How computer games help children learn*. Palgrave Macmillan.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*. Recuperado de http://www.itdl.org/journal/jan_05/article01.htm
- SplashLearn: Fun math & English program for preschool to grade 5. (s/f). Splashlearn.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.splashlearn.com/student-dashboard#/math>
- Tepho, S., & Srisawasdi, N. (2023). Assessing impact of tablet-based digital games on mathematics learning performance. *Engineering Proceedings*, 38(1), 41.
<https://doi.org/10.3390/engproc2023038041>
- Tic-Math-Toe. (s/f). Roomrecess.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.roomrecess.com/mobile/TicMathToe/play.html>

- Two-digit subtraction with borrowing game. (s/f). Education.com. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.education.com/game/two-digit-subtraction-mountain/>
- UNESCO. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción de Educación 2030*. Recuperado de <https://www.unesco.org>
- UNESCO. (2018). *Marco de Competencias de TIC para Docentes*. Recuperado de <https://www.unesco.org>
- UNESCO. (2020). *ICT in Education: A Tool for Sustainable Development*. Recuperado de <https://www.unesco.org>
- UNICEF. (2019). *Inclusive education: Providing access to quality education for all*. Recuperado de <https://www.unicef.org/education/inclusive-education>
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2023). *Línea de investigación en diseño tecnológico basado en experiencia de usuario (UXR)*. Recuperado de <https://url.unad.edu.co/HEha3>
- UIT. (2020). *Directrices sobre el acceso universal a las TIC*. Recuperado de <https://www.itu.int>
- Vansteenkiste, M., Ryan, R. M., & Soenens, B. (2020). Basic psychological need theory: Advancements, critical themes, and future directions. *Motivation and Emotion*, 44(1), 1–31. <https://doi.org/10.1007/s11031-019-09818-1>
- UX Research & Design Testing Platform | Optimal Workshop*.
(s. f.). <https://www.optimalworkshop.com/>
- Virzi, R. A. (1992). *Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough?* *Human Factors*, 34(4), 457–468. <https://doi.org/10.1177/001872089203400407>
- Wan, A., Yang, F., Liu, S., & Feng, W. (2020). Research on the influence of video games on children's growth in the era of new media. *Proceedings of the 5th International*

Conference on Social Sciences and Economic Development, 5(1), 235–242.

<https://doi.org/10.2991/assehr.k.200901.037>

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

Zearn. (s. f.). *Number gym activities*. Zearn. Recuperado el 15 de abril de 2025, de

https://www.zearn.org/number_gym_activities/152

Zhang, Y., & Zhang, D. (2019). The impact of gamification on motivation and engagement in education. *Proceedings of the 2019 International Symposium on Education Technology (ISET)*, 42–46. <https://doi.org/10.1109/ISET.2019.00037>

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media.

Zuo, Z., Wang, M., & Jiang, X. (2019). Game-based learning in primary mathematics education:

A systematic literature review. *Proceedings of the 2019 International Conference on Computational Intelligence, Communication and Information Systems (ICCIS 2019)*.

<https://doi.org/10.12783/dteees/iccis2019/31669>

Apéndice A. Fotografías de Aplicación de Instrumentos

Se tomaron fotos para registrar la aplicación de los distintos instrumentos de evaluación del prototipo CalcuBot, con el fin de tener evidencia visual del proceso de recolección de datos. La población observada estuvo formada por estudiantes de sexto grado y profesores del Colegio INEM Francisco de Paula Santander. Las imágenes se tomaron durante sesiones en persona, y todas las personas que aparecen en las fotos firmaron un consentimiento informado. Los datos recogidos son visuales y cualitativos.

Figura A1

Grupo de estudiantes de sexto grado aplicando los cuestionarios



Nota. Fotografía tomada durante la aplicación de los cuestionarios de diagnóstico y encuesta UX a estudiantes de sexto grado. (Consentimiento informado firmado).

Figura A2

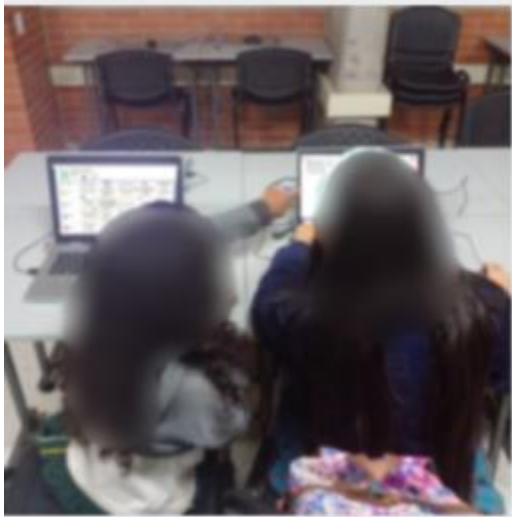
Grupo número de estudiantes de sexto grado seleccionados para la sesión de lluvia de ideas



Nota. Fotografía tomada durante la aplicación en sesión de brainstorming (Consentimiento informado firmado).

Figura A3

Grupo de estudiantes en la aplicación de la prueba de usabilidad



Nota. Fotografía tomada durante la aplicación de la prueba de usabilidad (Consentimiento informado firmado).

Figura A4

Docentes realizando la prueba Maze



Nota. Fotografía tomada durante la prueba Maze (Consentimiento informado firmado).

Figura A5

Estudiantes de sexto grado participando en la encuesta de percepción



Nota. Fotografía tomada durante la aplicación del cuestionario de percepción del prototipo V1.0 (Consentimiento informado firmado).

Figura A6

Estudiantes partícipes de la observación



Nota. Fotografía tomada durante la observación de comportamiento al utilizar el prototipo V1.0 de manera libre (Consentimiento informado firmado).

Figura A7

Estudiantes partícipes en el grupo de control






Nota. Fotografía tomada durante el grupo de control, un estudiante utiliza el prototipo V2.1 de manera libre y el otro estudiante la Matemafic (Consentimiento informado firmado).

Apéndice B. Material de Apoyo para Pruebas de Usabilidad

Este apéndice incluye material creado durante la validación inicial. Incluye formatos para trabajar online y en grupo. La modalidad fue presencial en un aula de informática.

Figura B1

Plantilla de usabilidad empleada para los estudiantes

Aspecto a evaluar					
 Usuario 1					
 Usuario 2					
 Usuario 3					
 Usuario 4					

Nota. Elaboración propia en Canva.com

Figura B2

Datos recolectados en la prueba de usabilidad por estudiantes

Pruebas de usabilidad
 Objetivo: Testear la experiencia del usuario sobre una posible solución.

Aspecto a evaluar	Facilidad de uso	Facilidad en recordar a usuario	Retroalimentación	Estilo	Facilidad en ubicar botones
 Usuario 1 Entorno de juego bien diseñado pero con algunas dudas en la navegación.		Me gustaria que hable y explique que hacer. 	Cuando pierdo podrian darme una segunda oportunidad. 	Eta a blanco y negro 	Los botones deberian ser mas grandes. 
 Usuario 2 Me gusto pero no entiendo bien como ir a otro nivel.		No se si hay sonido, pero estaria bueno que avise cuando ganas. 	No entendi que hacer despues de perder. 	basiko 	No entendi para que sirven los puntos. 
 Usuario 3 Ta bueno pero creo que algunos botones son chiquitos.		No entiendo algunas instrucciones, son largas. 	ME GUSTARIA QUE ME DEN UN CONSEJO CUANDO ME EQUIVOCA. 	scncilo 	Se agradese pistas progresibas para ebitar frustaciones. 
 Usuario 4 ME OISTO PERO ME CONFUNDI EN EL INICIO.		No entiirndo que hacer. 	La retroalimenta sion en confisa. 	Complejo 	No entendi que hacer despues. 

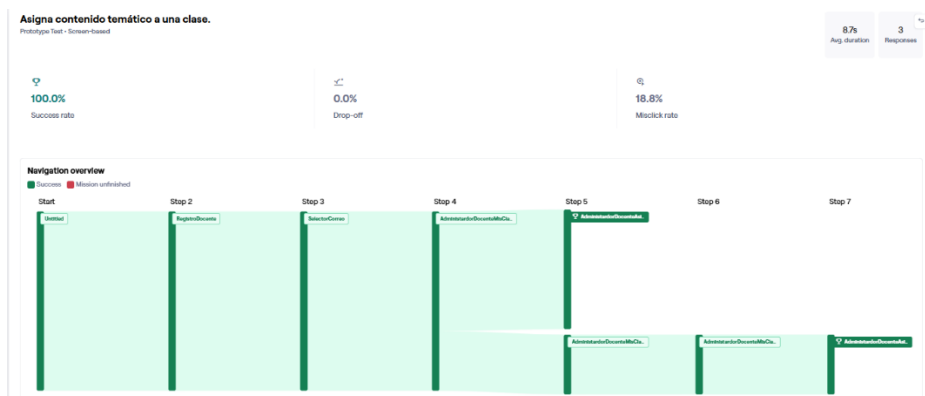
Nota. Resultados de la prueba de usabilidad.

Apéndice C. Evidencias de Pruebas de Tareas con Maze

Se usó la plataforma Maze para probar tareas con el fin de evaluar la navegación, la comprensión de funciones y los elementos de la interfaz del prototipo V1.0, desde la opinión de los docentes. Tres docentes del colegio participaron de manera remota asistida en sala de sistemas. Los datos incluyeron números (clics, tiempos) y cualidades (respuestas y observaciones). Se incluyen imágenes de las tareas evaluadas. Enlace para ver el reporte <https://app.maze.co/report/Calcubot-V01-Docentes/4cgc7m94dpgf5/intro>

Figura C1

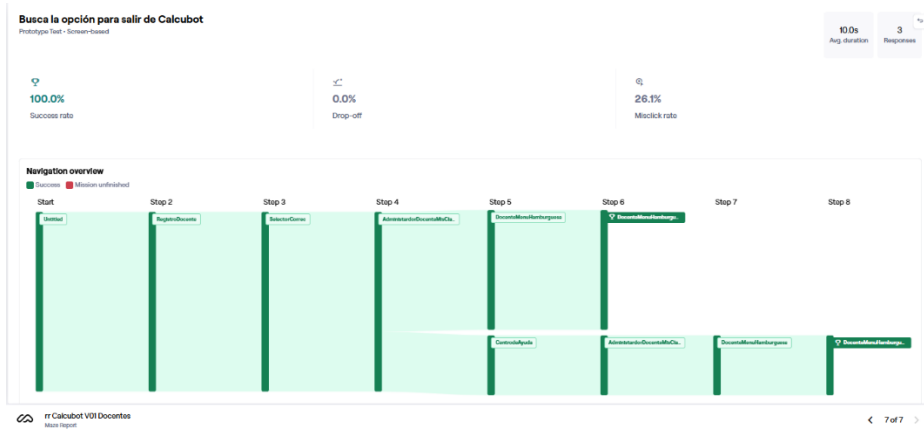
Asignar contenido temático



Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025)

Figura C2

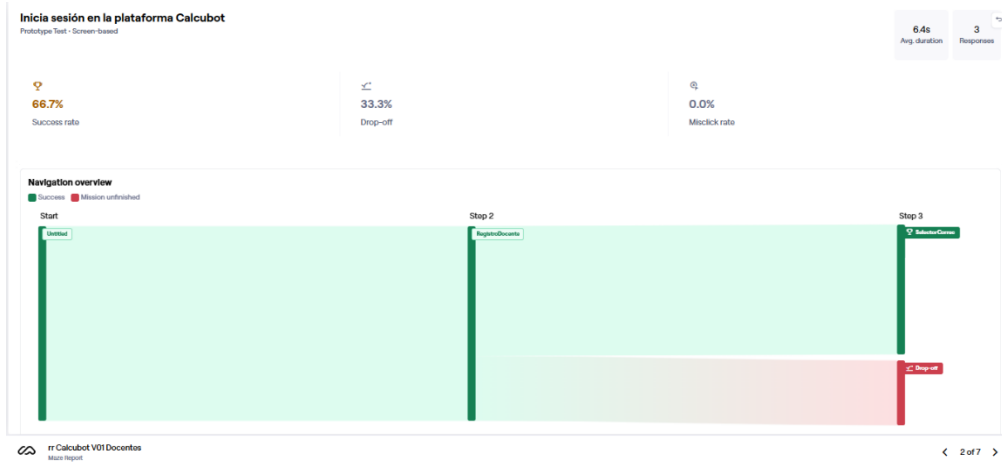
Salir de Calcubot



Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025),

Figura C2

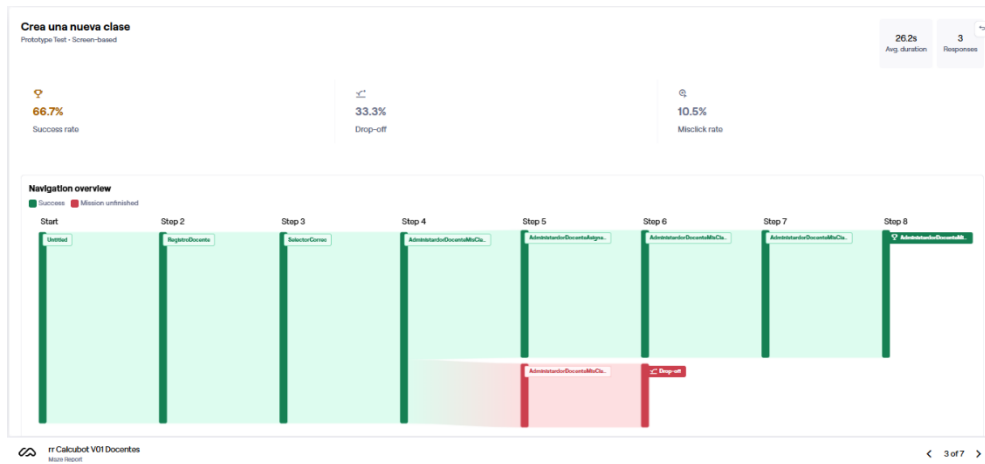
Iniciar sesión



Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025),

Figura C3

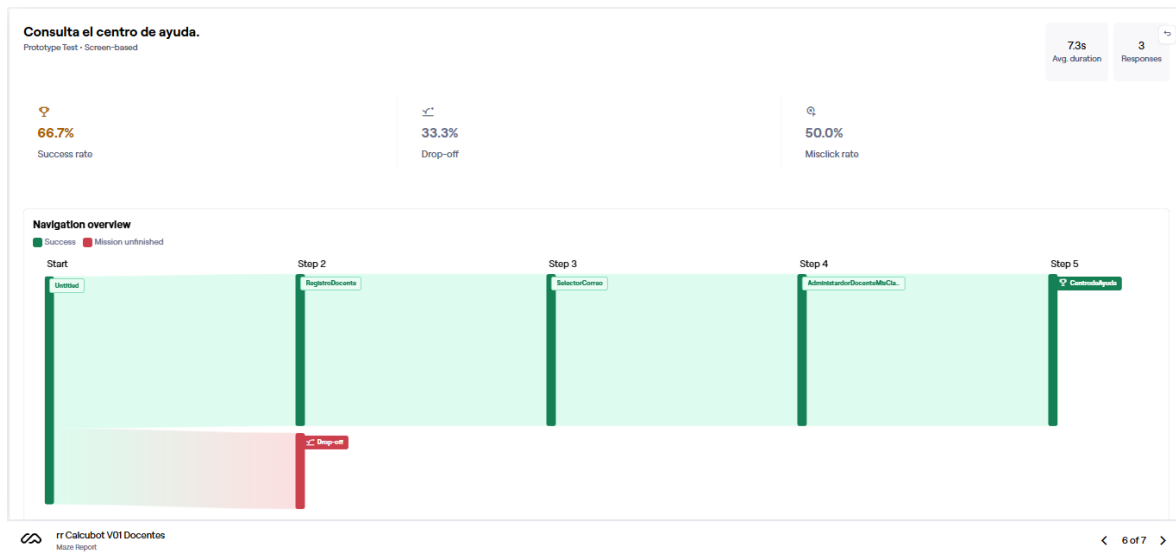
Crear nueva clase



Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025).

Figura C4

Centro de ayuda



Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025).

Figura C5

Visualizar progreso del estudiante



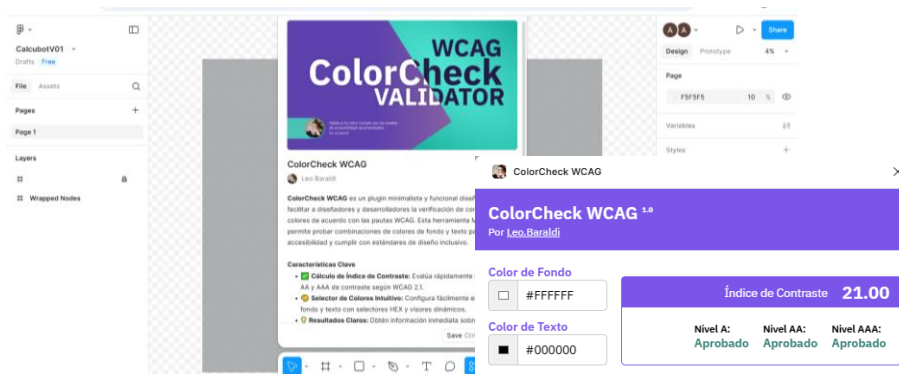
Nota. Captura de pantalla de la prueba Maze (2025).

Apéndice D. Evidencias de Pruebas de Accesibilidad

Se llevó a cabo una evaluación técnica de accesibilidad utilizando el plugin ColorCheck de Figma para comprobar si se cumplen los estándares WCAG sobre el contraste visual y la legibilidad del prototipo. Este análisis no incluyó usuarios, ya que fue una validación técnica. La modalidad se automatizó, y los datos son visuales y técnicos, basados en imágenes de las pantallas de los informes creados por la herramienta.

Figura D1

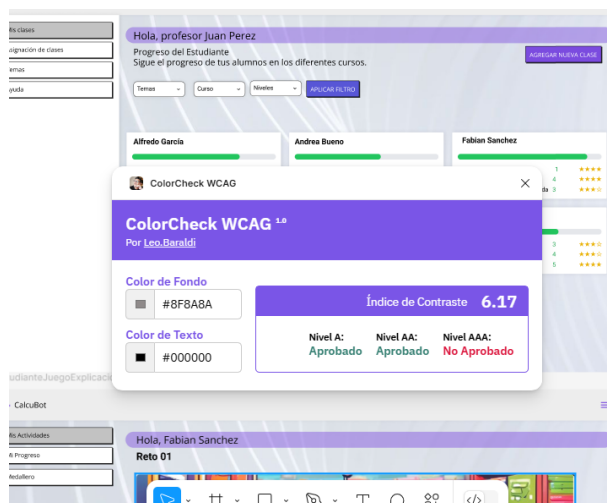
Captura de pantalla prueba de evaluación WCAG



Nota. Captura de Pantalla de Evaluación de Accesibilidad (Figma Plugin ColorCheck, 2025)

Figura D2

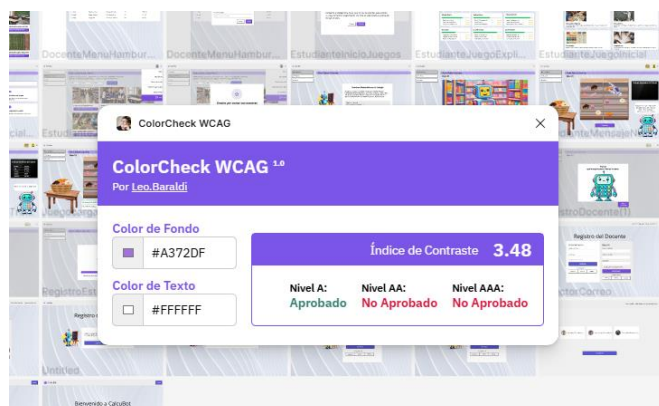
Captura de pantalla prueba de evaluación WCAG



Nota. Captura de Pantalla de Evaluación de Accesibilidad (Figma Plugin ColorCheck, 2025)

Figura D3

Captura de pantalla prueba de evaluación WCAG



Nota. Captura de Pantalla de Evaluación de Accesibilidad (Figma Plugin ColorCheck, 2025)

Tabla D1

Contraste de colores y cumplimiento de criterios WCAG 2.1 en el prototipo CalcuBot V1.0

Combinación	Contraste	Resultado	Acción necesaria
Morado + blanco	7.39:1	AAA	Aprobado

Combinación	Contraste	Resultado	Acción necesaria
Lila + negro	4.01:1	AA	Aumentar peso o color
Verde + blanco	2.8:1	No	Cambiar verde o fondo
Amarillo + blanco	1.9:1	No	Solo decorativo, no texto
Negro + blanco	21:1	AAA	Ideal




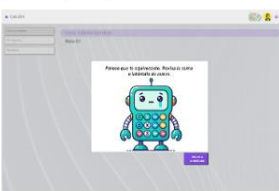
Nota. Elaboración propia a partir de los resultados con ColorChek de Figma (2025)

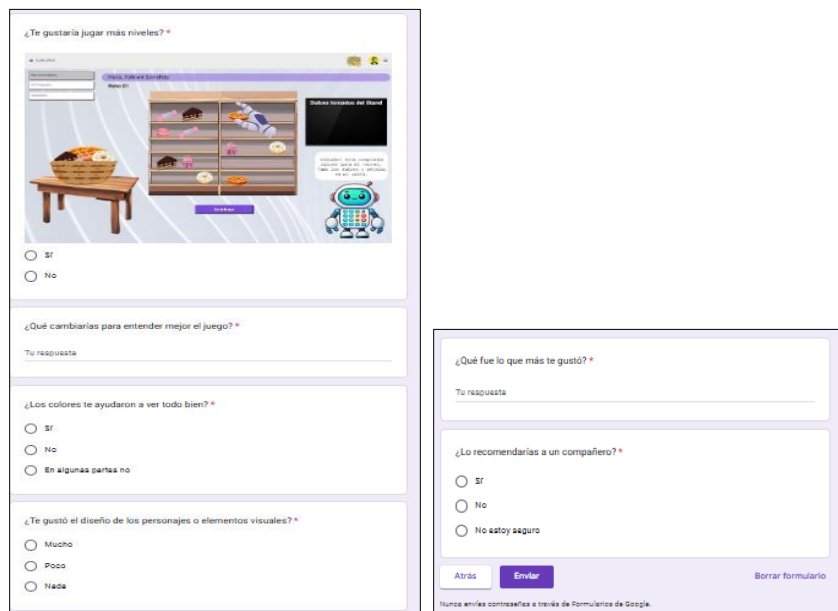
Apéndice E. Encuesta a Estudiantes sobre Prototipo V1.0

Se usó un formulario de Google Forms para evaluar cómo los estudiantes comprenden las pantallas, la claridad visual, la estética, la motivación y la facilidad para navegar en el prototipo CalcuBot V1.0. Veinte estudiantes de sexto grado participaron en una sesión guiada en la sala de informática. El formulario reunió datos numéricos usando la escala Likert y datos descriptivos con preguntas abiertas. Enlace al formulario aplicado: <https://forms.gle/rZfoAs77xgUMPC1s8>

Figura E1

Secuencia del formulario aplicado

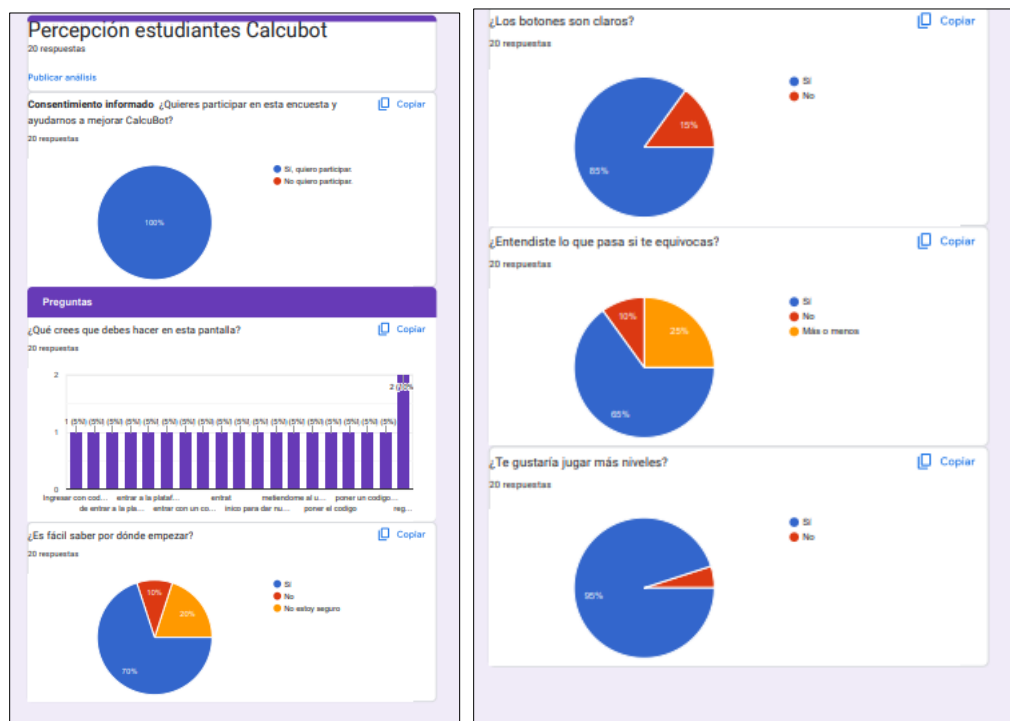
<p>Percepción estudiantes Calcubot</p> <p>Este formulario hace parte del proyecto de un videojuego educativo llamado CalcuBot, que estamos diseñando para ayudarte a practicar operaciones matemáticas de una forma divertida. En esta ocasión, verás imágenes del juego y te haremos algunas preguntas para saber si todo se entiende bien, si te gusta cómo se ve y qué cambiarías para hacerlo mejor.</p> <p>Tu participación es muy importante. No hay respuestas correctas o incorrectas. Solo queremos saber tu opinión sobre lo que ves en las imágenes. Este formulario no es una prueba, es solo para ayudarnos a mejorar el juego. Ya has colaborado antes, ¡y gracias a eso hemos podido hacer varios cambios!</p> <p>Iniciar sesión en Google para guardar lo que llevas hecho. Más información</p> <p>* Indica que la pregunta es obligatoria</p> <hr/> <p>Consentimiento informado ¿Quieres participar en esta encuesta y ayudarnos a mejorar CalcuBot? *</p> <p><input type="radio"/> Sí, quiero participar.</p> <p><input type="radio"/> No quiero participar.</p>	<p>Preguntas</p> <p>¿Qué crees que debes hacer en esta pantalla? *</p>  <p>Tu respuesta</p> <p>¿Es fácil saber por dónde empezar? *</p>  <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> No estoy seguro</p>	<p>¿Los botones son claros? *</p>  <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Entendiste lo que pasa si te equivocas? *</p>  <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> Más o menos</p>
--	---	---



Nota. Capturas de pantalla de Google Forms (2025)

Figura E2

Respuestas del formulario aplicado



¿Qué cambiarías para entender mejor el juego?

20 respuestas

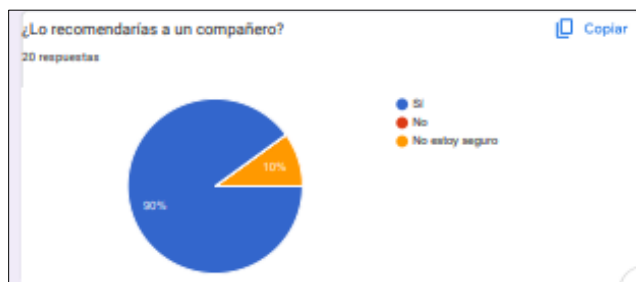
- los sonidos
- saber que tengo que hacer en la instrucciones
- no entiendo el juego
- las luses
- allada en los retos
- las operaciones
- que suene
- instrucciones mas claras
- que se vea como un juego bonito
- dar mejores instrucciones
- tener alluda en el juego
- la asistencia ewn el juego
- que tengo sonidos cheberes
- q se sienta como un juego
- que se bea como un juego
- mas ayuda en los reto
- acomodar reglas mejor
- sonidos de mejor calidad
- que mejor el sonido
- luses bonitas



¿Qué fue lo que más te gustó?

20 respuestas

- el mapa
- me gusto las medallas
- recibir recompensas
- resivir medayas cheberes
- el personage
- los colores
- el mapa es grande
- las medallas bonitas
- recompensas cuando completa algo
- el mapa es dbertido
- los mapas explicativos
- todos los dibujo y imagenes
- las medayas
- los dibugos bonitos
- diseño de los personajes
- ganar recompensas
- dibujos de decoracion bonoitos
- los personajes



Nota. Capturas de pantalla de los resultados del instrumento aplicado en Google Forms (2025)

Apéndice F. Encuesta a Docentes sobre Prototipo V1.0

Se usó un formulario de Google Forms para recoger la opinión de los docentes sobre la facilidad de uso, el diseño y la funcionalidad del panel administrativo del prototipo CalcuBot V1.0. Tres docentes del Colegio INEM participaron y llenaron el instrumento de forma autónoma y a distancia. El formulario reunió datos tanto numéricos (escala Likert) como descriptivos (preguntas abiertas). Enlace al formulario aplicado:

<https://forms.gle/J6fps8p9FZFcvw1z8>

Figura F1

Preguntas del instrumento aplicado

<p>Encuesta de evaluación docente – Plataforma CalcuBot</p> <p>Esta encuesta tiene como finalidad recoger información sobre la experiencia de uso del panel administrativo del videojuego educativo <i>CalcuBot</i>. A través de sus respuestas, se identificarán fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en aspectos relacionados con la usabilidad, el diseño visual y las funcionalidades clave orientadas a la gestión del aprendizaje en matemáticas.</p> <p>La información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos, como parte del desarrollo de un proyecto de maestría en experiencia de usuario (UX), sin comprometer la identidad de los participantes ni divulgar información personal.</p> <p>Duración estimada: 5 a 10 minutos.</p> <p>Tipo de preguntas: Cerradas, escala de valoración y respuestas abiertas.</p>	<div style="background-color: #4a4a9a; color: white; padding: 5px;">Consentimiento informado</div> <p>¿Acepta participar voluntariamente en esta encuesta, autorizando el uso anónimo de sus respuestas para fines académicos y de mejora del prototipo CalcuBot?</p> <p>Pregunta sin título *</p> <p><input type="radio"/> Sí, acepto participar voluntariamente.</p> <p><input type="radio"/> No, no deseo participar.</p> <p style="text-align: right;"> <input type="button" value="Atrás"/> <input type="button" value="Siguiendo"/> <input type="button" value="Borrar formulario"/> </p>
---	--

Evaluación del panel de administración.

¿Qué tan fácil fue iniciar sesión en la plataforma? *

1 2 3 4 5

Muy difícil ○ ○ ○ ○ ○ Muy fácil

¿Lograste crear una clase sin dificultad? *

Tu respuesta _____

¿Te pareció clara la sección de asignación de temas? *

Tu respuesta _____

¿Cómo valoras la forma en que se presenta el progreso estudiantil? *

Tu respuesta _____

Estética, accesibilidad y diseño general.

¿El centro de ayuda fue útil y fácil de ubicar? *

Tu respuesta _____

¿Cómo calificarías el diseño visual en escala de 1 a 5? *

1 2 3 4 5

Deficiente ○ ○ ○ ○ ○ Óptimo

¿El contraste de colores facilitó la lectura? *

Tu respuesta _____

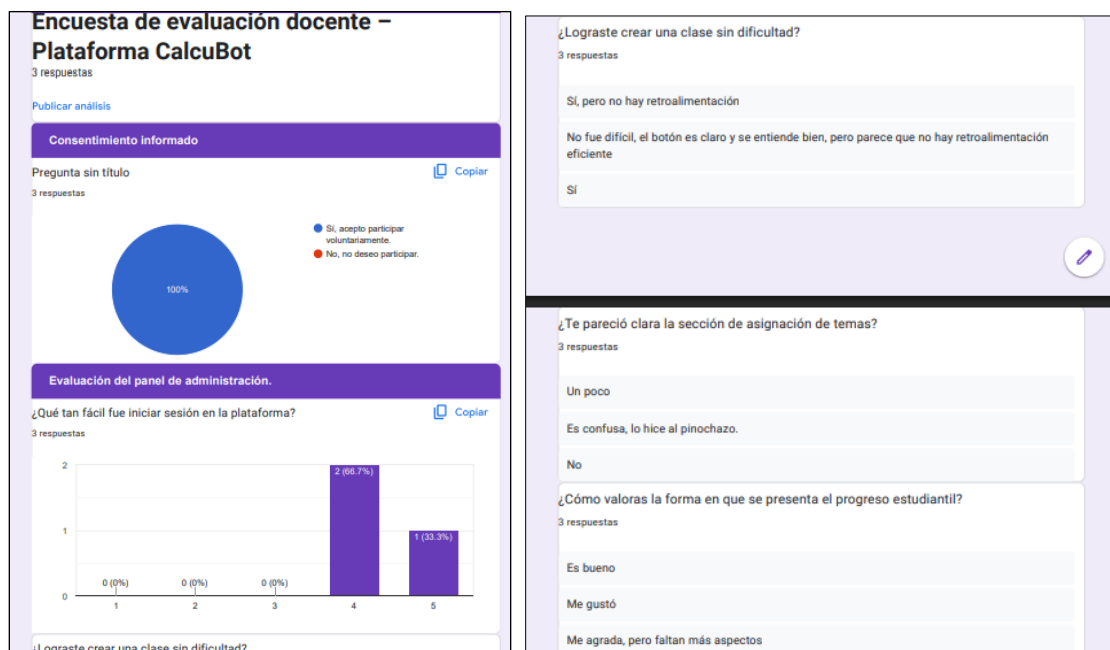
¿Cambiarías algo del panel de clases? ¿Qué? *

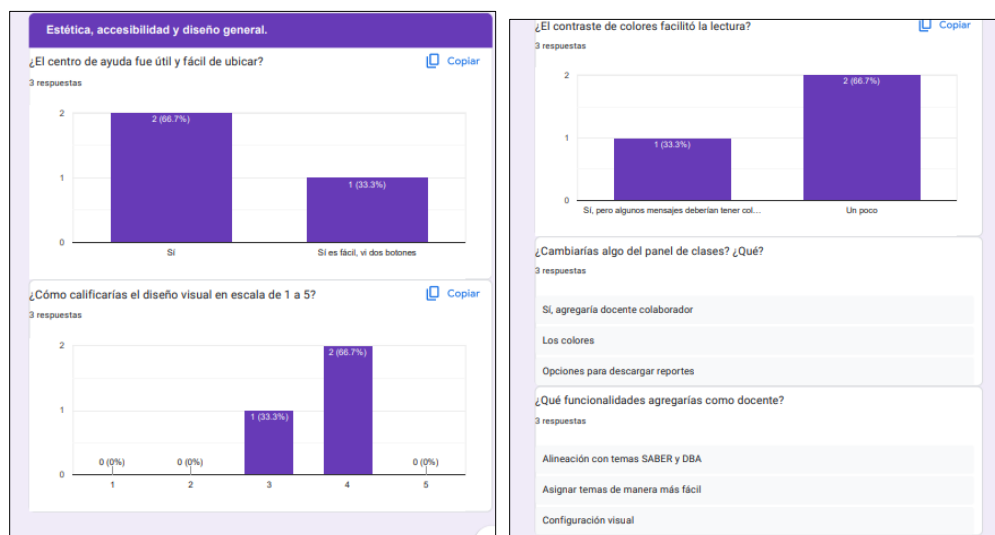
Tu respuesta _____

Nota. Secuencia de capturas de pantalla de las preguntas de Google Forms (2025)

Figura F2

Resultados del instrumento aplicado





Nota. Secuencia de capturas de pantalla de las respuestas del instrumento aplicado de Google Forms (2025)

Apéndice G. Observación Directa con Estudiantes

Se realizó una observación planificada para anotar los comportamientos de los estudiantes mientras interactuaban con el prototipo. Cinco estudiantes de sexto grado participaron. Se recopilaron datos cualitativos a través de una tabla con códigos, observaciones de uso, reacciones y tiempo estimado en pantalla.

Tabla G1

Tabla de registro de la observación

Código	Aspecto	Descripción
IS	Inicio de sesión	¿Lo logró sin ayuda? ¿Cuánto tiempo tardó?
NAV	Navegación	Fluidez entre pantallas, reconocimiento de secciones, retrocesos.
RETO	Comprensión del reto	¿Entendió la lógica del reto? ¿Requiere guía externa?
RESP	Registro de respuesta	Completado, errores de digitación, dudas al usar los campos.
BOT	Uso de botones	Identificación y clic correcto en botones, errores comunes.
EMO	Reacciones emocionales	Sonrisa, frustración, duda, entusiasmo, distracción.

Nota. Elaboración propia

Tabla G2

Registro de la observación

Estudiante	IS	NAV	RETO	RESP	BOT	EMO	Comentarios adicionales
E1	Ok, 45 seg	Ok	+/-	No	+/-	☺	Se perdió en el cambio de pantallas, se le dificultó la dinámica del reto.
E2	Ok, 33 seg	Ok	Ok	Ok	Ok	☺	Hizo todo correctamente, no tuvo inconvenientes.
E3	Ok, 33 seg	+/-	+/-	No	No	☹	No entendía por dónde iniciar el reto, se le dificultó identificar botones.
E4	Ok, 45 seg	Ok	Ok	Ok	Ok	☺	Mostró agrado por la plataforma.
E5	Ok, 45 seg	Ok	+/-	No	+/-	☹	Preguntó varias veces por las instrucciones.

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de observación de los estudiantes

Figura G1

Registro manual de la observación

Situación	Acciones / Aspectos						
	Inicio de Sesión por código QR	Navegación	Peros	Respuestas	Uso de Botones	Emociones	Comentarios
Nº 1	Rápido Aprox 45 seg	Sin problemas evidenciados	Condición adecuada en el I	Ninguna	Contenido con algunas acciones	😊 Contentado	Contentado en algunas cosas / flujos
Nº 2	Rápido Aprox 33 seg	Sin inconvenientes	Bien	Sin dificultad	OK	😊 Alegre	Realizó todo sin inconvenientes, capicós agrado
Nº 3	33 seg Aprox	Conducta después de recibir QR en algunos puntos	Condición adecuada por primera vez	Ninguna acción	Con clics en botones	😐 Neutral	Algunos botones de lectivo está desactivado
Nº 4	Aproximadamente 45 seg	✓	✓	✓	✓	😊 Alegre	Mostró agrado. La mayoría de interacciones fue natural.
Nº 5	Aprox 45 seg	OK	Condición adecuada pero	Inconvenientes	Elige por directos clics en botones	😐 Neutral	Preguntaba constantemente a los compañeros

Nota. Fotografía del registro realizado, elaboración propia.

Apéndice H. Flujos de Usuario (User Flows)

Como parte del diseño centrado en el usuario (DCU), se crearon flujos de navegación que muestran cómo interactúan los dos grupos principales en la plataforma CalcuBot docentes y estudiantes, estos User Flows muestran las rutas principales que toman los usuarios al usar el sistema, permiten identificar las tareas importantes, los momentos de decisión y los posibles problemas en la experiencia de uso.

Enlace User Flow docente:

<https://drive.google.com/file/d/1tSq5CQrOxRa7oK5pUCtDDbEkxm4TxKbr/view?usp=sharing>

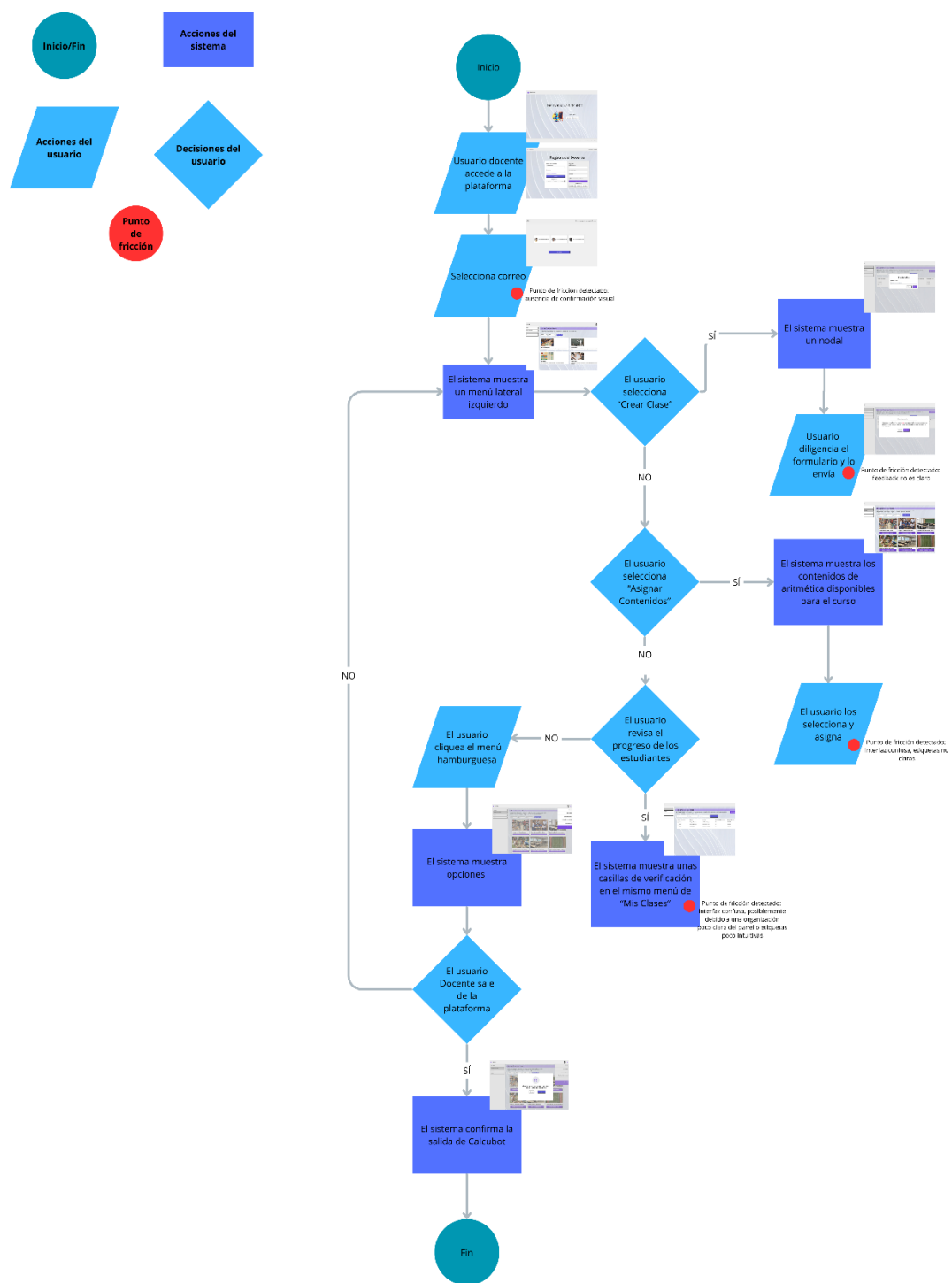
Enlace User Flow estudiante:

https://drive.google.com/file/d/1q_H6ciHgGF0dj2EmfE9roYXgINUOHYmy/view?usp=sharing

User Flow Prototipo V1.0

Figura H1

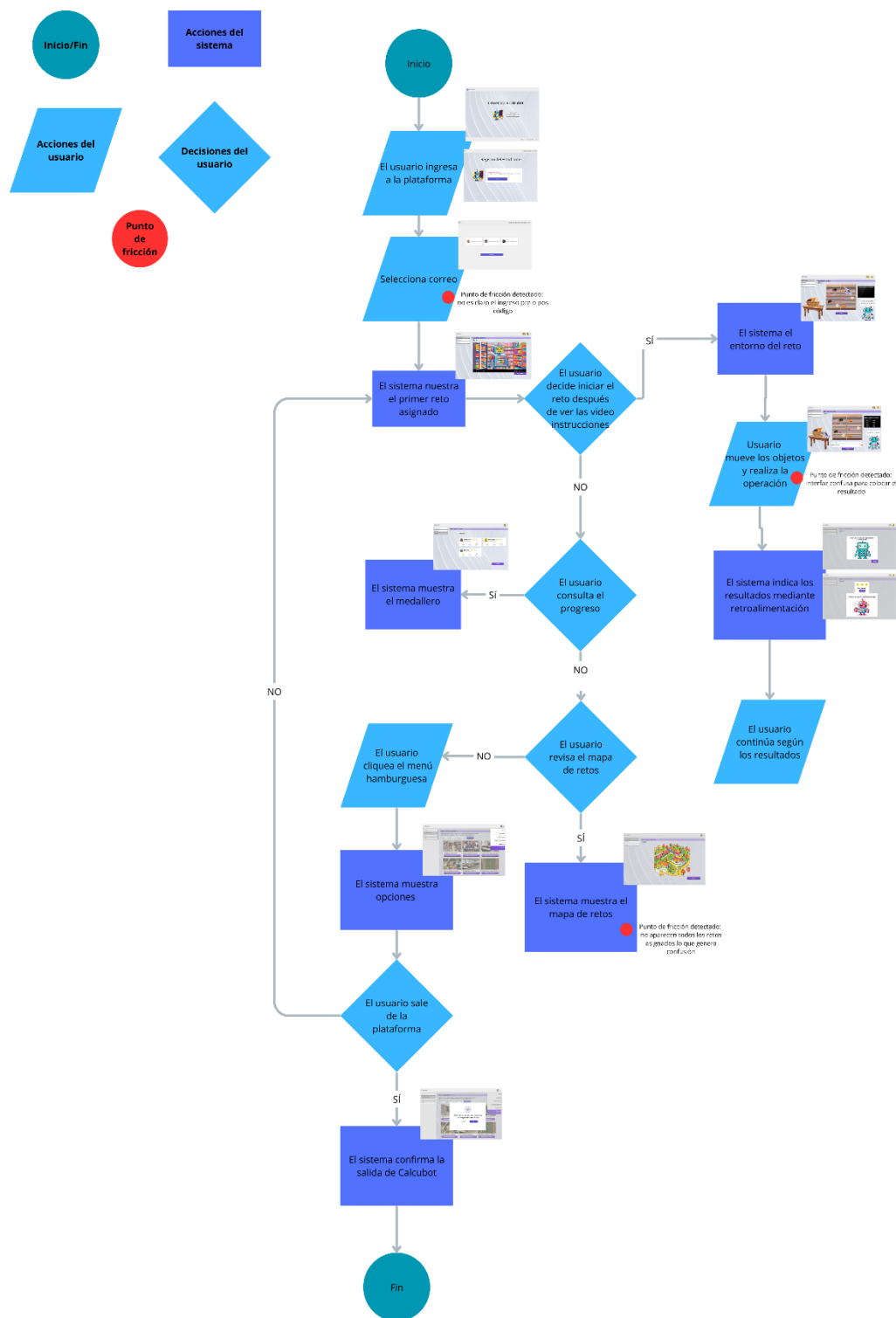
User Flow usuario docente



Nota. Elaboración propia en Canva.com.

Figura H2

User Flow estudiante



Nota. Elaboración propia en Canva.com.

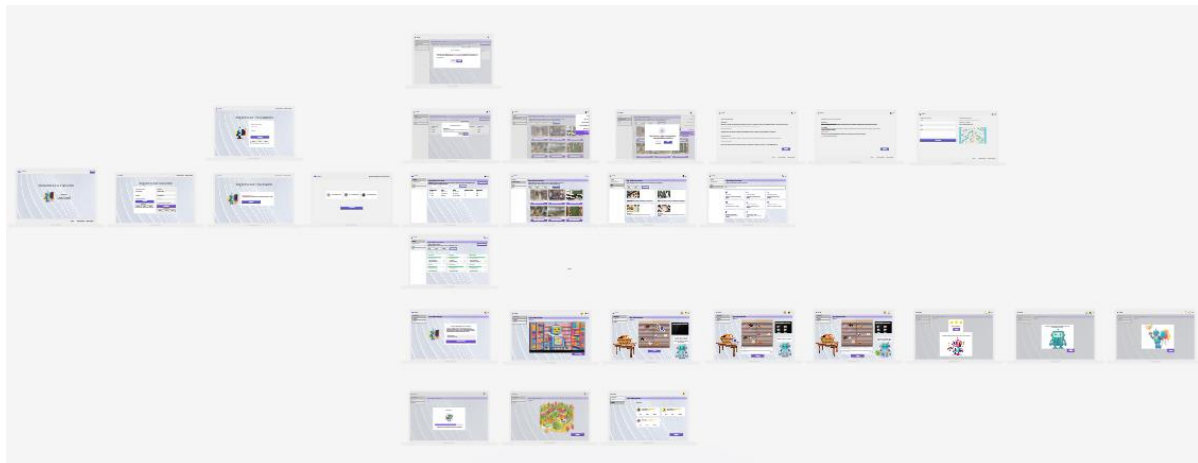
Apéndice I. Enlace al Prototipo Interactivo V1.0 (Figma)

Este apéndice muestra el prototipo navegable de CalcuBot V1.0, que fue evaluado por estudiantes y profesores en la primera fase de validación de experiencia del usuario (UX). Aquí se proporciona el acceso completo, ya que en el documento solo se incluyeron partes. Enlace del prototipo:

<https://www.figma.com/design/zfoHdR6TiuzwYy608jDud8/CalcutbotV1.0?node-id=0-1&t=0UCVdTD4x19aDJLr-1>

Figura I1.

Captura de pantalla del prototipo V1.0



Nota. Captura de pantalla del prototipo. Elaboración propia en Figma (2025).

Apéndice J. Consentimiento Informado – Estudiantes

Se incluye el modelo de consentimiento informado firmado por los acudientes de los estudiantes participantes en las actividades de validación del prototipo, autorizando el uso de datos para fines académicos y de investigación UX. Enlace

<https://drive.google.com/file/d/1nzeLbnQU3nLoZTao99goWAGMjtKuz6cN/view?usp=sharing>

Figura J1

Captura de pantalla de consentimiento firmado por los padres y/o acudientes de los estudiantes participantes de grado sexto.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: *Diseño de un Videojuego Educativo para Fortalecer el Pensamiento Aritmético en Estudiantes de Sexto Grado de la IED Francisco de Paula Santander de Bogotá.*

Investigador Principal: *Aburo Prieto López*
Programa de Maestría en Diseño de Experiencia de Usuario – UNAD

Estimado padre, madre o acudiente:

Su hijo(a) ha sido invitado(a) a participar en una investigación académica que busca diseñar y validar un videojuego educativo enfocado en mejorar habilidades aritméticas en estudiantes de sexto grado.

La participación de su hijo(a) consistirá en:

- Interactuar con prototipos de la plataforma CalcuBot.
- Responder encuestas sobre su experiencia con las pantallas y desafíos del juego.
- Participar en observaciones controladas para analizar la comprensión y navegación del videojuego.
- (En algunos casos) Participar en grabaciones de pantalla **sin capturar imagen ni audio personal.**

Importante:

- La participación es completamente voluntaria y su hijo(a) puede retirarse en cualquier momento.
- No se recopilarán datos personales sensibles ni se publicarán imágenes con los rostros de los estudiantes.
- Toda la información recolectada será tratada de manera anónima y confidencial, exclusivamente con fines educativos y de investigación UX.

Al firmar este documento, usted:

- Autoriza que su hijo(a) participe en las actividades descritas.
- Entiende que su participación no representa riesgo alguno.
- Entiende que podrá solicitar la eliminación de los datos en cualquier momento.

Nombre del Estudiante: *Johan Bernal Lizarazo*

Nombre del Acudiente: *Susana Lizarazo*

Firma del Acudiente: _____

Fecha: 07 de febrero

Nota. Escaner documento consentimiento informado firmado, elaboración propia.

Figura J2

Captura de pantalla de consentimiento firmado por los padres y/o acudientes de los estudiantes participantes de grado sexto en la evaluación cuasi-experimental.

Consentimiento Informado para Participantes del Estudio

Título del estudio: *Análisis de la Interacción Estudiantil con Recursos Educativos Digitales: Comparación entre un Videojuego Prototipo (CalcuBot), un Juego Tradicional (Mathific) y una Clase Presencial*

Investigador responsable: Álvaro Prieto López, estudiante de Maestría en Diseño de Experiencia de Usuario (UNAD)

1. Propósito del estudio
El presente estudio busca analizar las formas en que los estudiantes interactúan con distintos entornos educativos: un videojuego prototipo (CalcuBot), un juego matemático existente (Mathific) y una clase tradicional de matemáticas. El objetivo es mejorar la experiencia de aprendizaje a través del diseño UX.

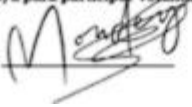
2. Procedimiento
Como estudiante participante, se ha invitado a interactuar con uno de los entornos educativos mencionados. Durante la sesión, se grabará el audio de la participación y de la pantalla de interacción. Estas grabaciones serán utilizadas únicamente con fines académicos para codificar e interpretar los tipos de interacción (por ejemplo, dudas, respuestas correctas, pausas, etc.).

3. Confidencialidad
El material grabado será manejado de forma confidencial y segura. Ningún nombre real será publicado en el estudio. En los informes se usará un código (E. Estudiante 1, Estudiante 2...). Los resultados serán reportados de forma agregada.

5. Voluntariedad
La participación del estudiante es totalmente voluntaria. Puede retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

6. Autorización para grabación
Autorizo como acudiente, padre, madres o representante legal del estudiante, al investigador a grabar la voz del estudiante durante la actividad con el fin exclusivo de análisis académico dentro del marco de este estudio. Entiendo que esta grabación no será difundida públicamente ni asociada a mi nombre.

7. Consentimiento
Yo, Monica Artuande, declaro que he sido informado/a sobre los objetivos y procedimientos del estudio y acepto la participación de mi hijo/a para participar voluntariamente.

Firma del participante: 

Nota. Escaner documento consentimiento informado firmado, elaboración propia.

Enlace: <https://drive.google.com/file/d/1cOV2yqLAmDZ->

[7hFL1XRoyKTLr7Lg5FWI/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1cOV2yqLAmDZ-7hFL1XRoyKTLr7Lg5FWI/view?usp=sharing)

Apéndice K. Consentimiento Informado – Docentes

Este apéndice contiene el modelo del consentimiento informado otorgado por los docentes que participaron en entrevistas, encuestas, pruebas Maze y sesión de evaluaciones, fue firmado y ratificado verbalmente según el instrumento aplicado. Enlace

https://drive.google.com/file/d/1UxAWyIFNMC6Q9rbUv_7ZJyMB3LubZO0z/view?usp=sharing

g

Figura K1

Captura de pantalla de consentimiento firmado por docentes

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: *Diseño de un Videojuego Educativo para Fortalecer el Pensamiento Aritmético en Estudiantes de Sexto Grado de la IED Francisco de Paula Santander de Bogotá.*

Investigador Principal: **Alvaro Prieto López**
Programa de Maestría en Diseño de Experiencia de Usuario – UNAD

Estimado docente:

Usted ha sido invitado a participar en este estudio que busca diseñar y evaluar un videojuego educativo orientado al fortalecimiento de habilidades aritméticas en estudiantes de sexto grado, aplicando principios de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y metodologías Lean UX.

Su participación consistirá en:

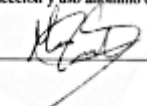
- Responder encuestas sobre la percepción de usabilidad, accesibilidad y pertinencia educativa del prototipo.
- Realizar tareas de interacción en la plataforma educativa CalcuBot.
- Participar en pruebas de usabilidad y validaciones cualitativas.
- (Opcional) Participar en entrevistas o sesiones grabadas de validación del prototipo.

Importante:

- Su participación es voluntaria y puede retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.
- La información recolectada será tratada de manera confidencial y usada exclusivamente para fines académicos.
- No se registrarán nombres propios ni datos que permitan identificarlo en los reportes.
- Las sesiones grabadas (en caso de aceptar) serán utilizadas únicamente para analizar interacciones de uso.

Al aceptar participar, usted reconoce que:

- Ha leído y comprendido la información anterior.
- Participa de manera libre y voluntaria.
- Autoriza la recolección y uso anónimo de sus datos para fines de investigación académica.

Firma del Docente: 

Fecha: 07 de febrero

Nota. Escaner documento consentimiento informado firmado, elaboración propia.

Apéndice L. Prototipo CalcuBot V2.0 – Evolución del Diseño




Este apéndice muestra los cambios realizados en el prototipo CalcuBot de la versión 1.0 a la versión 2.0, basados en los resultados de la primera fase de evaluación UX. Los cambios se centraron en mejorar la retroalimentación visual, aumentar las funciones, añadir nuevos desafíos y reforzar la accesibilidad y la interacción social. La versión 2.0 del prototipo se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://www.figma.com/design/fGMzLHW4w2yJUjBhDTTwVg/CalcuBotV2.0>

Tabla de Cambios Antes vs Después

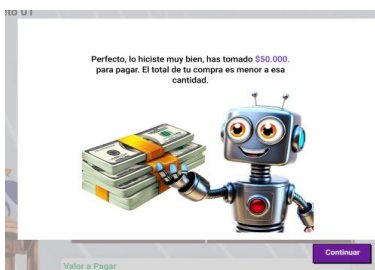
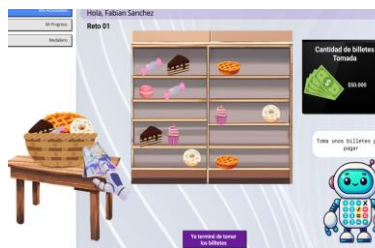
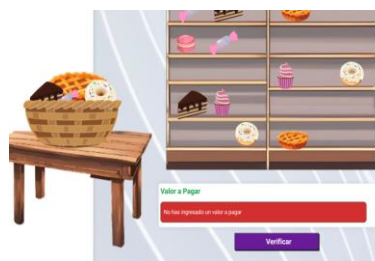
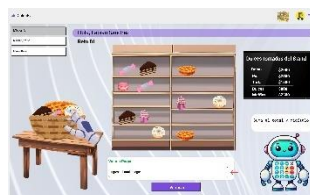
Tabla L1

Tabla de cambios antes vs después

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
Ingreso estudiante		 	Se añaden etiquetas claras y la opción de ingresar si previamente si ha digitado el código de la clase, además de mensaje de confirmación a la clase a la que el

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
----------	-------------	-------------	-----------------

Reto 01



estudiante se registra.

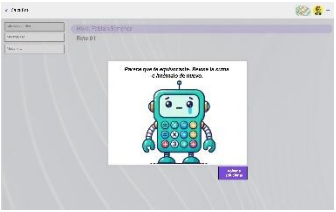
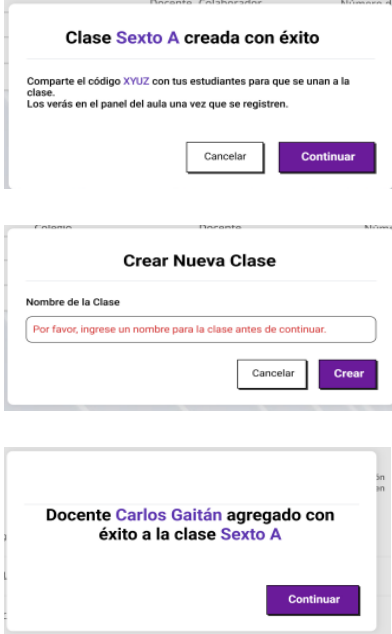
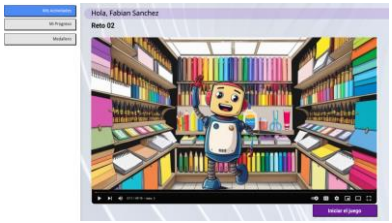
Se añade un mensaje de confirmación del sistema, se


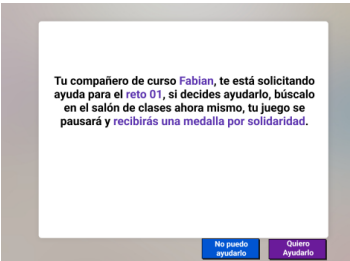

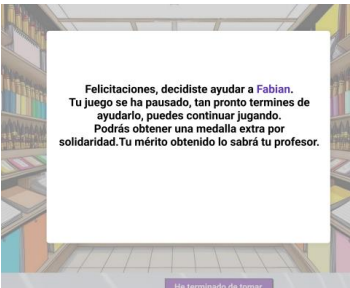
incorpora un mensaje de error contextual para informar al usuario

cuando intenta ejecutar una acción sin haber completado

previamente un paso obligatorio y mas mensajes tipo nodo para guiar al

estudiante

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
Mensaje de confirmación			Tamaño de texto aumentado e incorporación de más mensajes, con el fin de informar al usuario sobre la correcta ejecución de acciones clave.
Reto 02	No hay		Se incorpora reto número 02.

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado		
Interacción social	No hay		Se incorpora la interacción social		
				de ayuda presencial, el sistema asigna a los estudiantes de	
					mejor progreso colaboración a estudiantes de
					

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
----------	-------------	-------------	-----------------

Mapa de retos

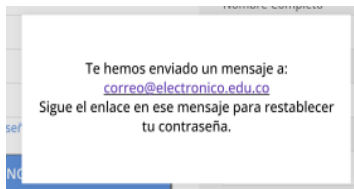


Se asigna todos los retos en el mapa, con etiquetas para los retos jugados, actual y bloqueados.

Visibilidad del estado del sistema

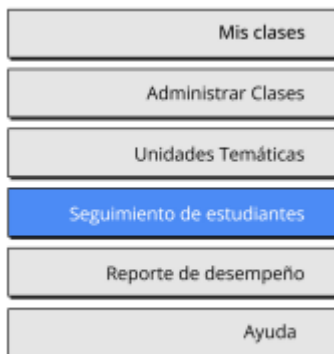
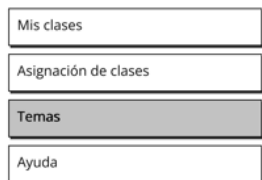


Implementación de más mensajes de estado del sistema



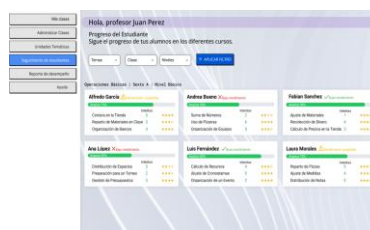
Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
----------	-------------	-------------	-----------------

Panel del docente



Se agregan nuevas funcionalidades

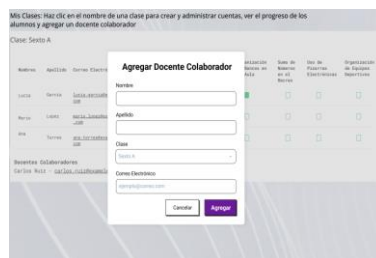
Seguimiento a estudiantes



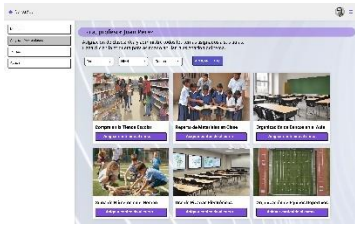


Se incorpora un botón para el seguimiento de estudiantes y resultados de desempeño

Docente colaborador

No hay



Se incorpora el procedimiento para agregar docente colaborador (representante de área)

Pantalla	Versión 1.0	Versión 2.0	Cambio aplicado
Asignar contenidos			Se mejora el procedimiento para agregar contenidos.
Reportes	No hay		Se agrega el botón de reportes con mensajes de desempeño académico

Nota. Elaboración propia, las imágenes son capturas de pantalla de los prototipos elaborados en Figma (2025)

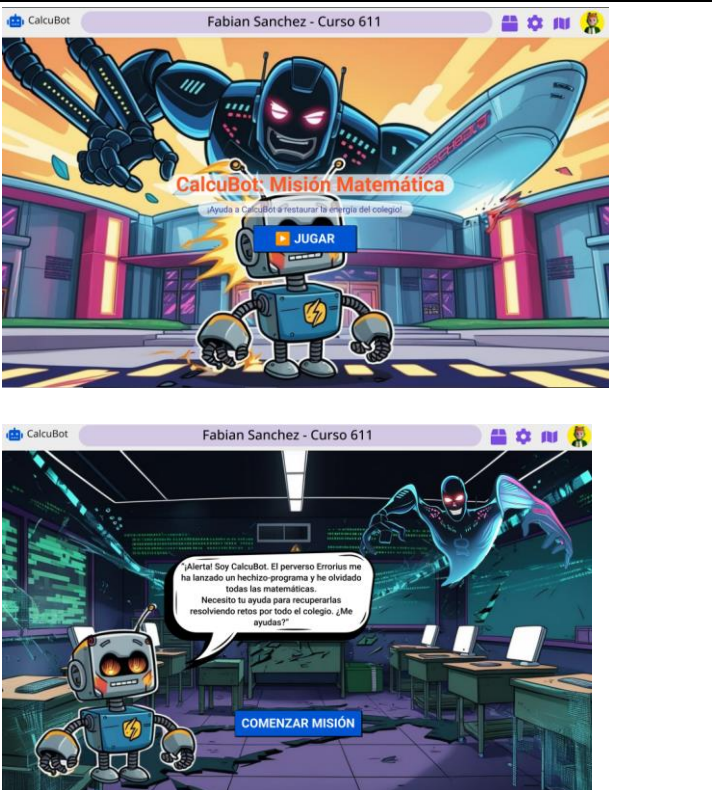
Apéndice M. Prototipo CalcuBot V2.1 – Evolución del Diseño

Este apéndice documenta los cambios realizados en el prototipo CalcuBot V2.1, incluye capturas de pantalla, modificaciones en la narrativa, incorporación del medallero, reto de fracciones, ajustes de accesibilidad y nuevos elementos de retroalimentación. Enlace:

<https://www.figma.com/design/RCNIZ9ITKpRfdB22aJDM1b/CalcuBotV2.1?node-id=0-1&t=C5sVV25kJeNs7ifa-1>

Tabla M1

Comparativo de evolución del prototipo CalcuBot: versión 2.0 vs. versión 2.1

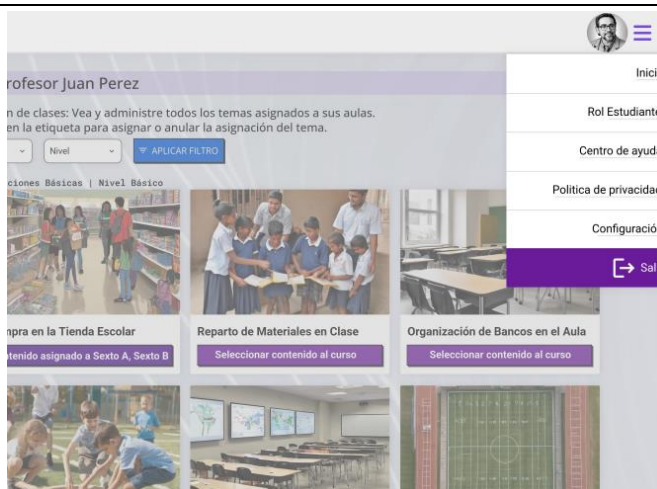
Elemento Modificado	CalcuBot V2.0	CalcuBot V2.1
Narrativa inicial del juego	No había historia explícita.	

Se agrega la narrativa de CalcuBot y Errorius.

Elemento Modificado	CalcuBot V2.0	CalcuBot V2.1
Video tutoriales de temas	No presentes.	Se incluyen videotutoriales sobre los temas
Retroalimentación personalizada	Mensajes un poco personalizados tras aciertos o errores.	 <p data-bbox="711 961 1417 1140">Se mejoran los mensajes, ofreciendo retroalimentación más detallada y personalizada según la acción del usuario.</p>
Nuevo reto	Tres retos iniciales basados en sumas y multiplicaciones.	 <p data-bbox="711 1581 1349 1757">Se incorpora un cuarto reto sobre fracciones en el comedor escolar, enfocado en el razonamiento de proporciones.</p>

Elemento Modificado	CalcuBot V2.0	CalcuBot V2.1
Diseño del mapa de retos	Mapa funcional pero disperso	
Medallero (Cofre del conocimiento)	Solo mostraba medallas de logros.	
Mapa más accesible		
Se añade visualización de los "poderes recuperados" de CalcuBot como parte del progreso.		

Elemento	CalcuBot V2.0	CalcuBot V2.1
Modificado		
Rol docente	Solo visualización de aulas y asignación de contenidos.	Se incluye la posibilidad de ver el rol estudiante en el rol del docente



Nota. Elaboración propia, las imágenes son captura de las pantallas de los prototipos elaborados en Figma.

Apéndice N. Entrevista Docente Navegando Prototipo V2.1

Se presenta la transcripción completa de una sesión grabada en la que una docente interactúa libremente con el prototipo CalcuBot V2.1, el objetivo fue recoger reacciones espontáneas, emociones y comentarios UX durante el uso real.

“Muchas gracias, profe, por el tiempo y la colaboración en la evaluación desde las percepciones que se tenían, iniciando el proyecto, hasta esta última parte, que es la evaluación del prototipo versión 2.1. Esta prueba, de acuerdo al consentimiento que se firmó en febrero, corresponde a una de las etapas que estaban previstas en el desarrollo del proyecto; por lo tanto, solamente vamos a tener una grabación de la pantalla con las interacciones que usted va a realizar con el prototipo. No se va a grabar, no nos van a grabar nuestros rostros, solamente la pantalla. Nuevamente, muchísimas gracias, profe.

Ha sido con mucho gusto, y para nosotros los profesores que participamos fue una experiencia agradable, porque desde la expectativa que teníamos, iniciando estos cuestionarios y estas reuniones ocasionales, hasta el día de hoy vemos cómo se consolidó el prototipo. De hecho, me pareció superinteresante que en el desarrollo de una propuesta de este estilo nos tengan en cuenta a quienes vamos a usar el producto, particularmente a nosotros los docentes, porque tienen en presente nuestra experiencia, la expectativa, lo que hacemos en el aula, y también a los estudiantes, porque ellos son también quienes van a utilizar de alguna manera el producto directamente.

Entonces, profe, va a estar interactuando con la plataforma. Por favor, todo lo que evidencia, identifique la plataforma, manifiéstelo oralmente para que quede grabado aquí en el registro del audio y de esta manera, yo pueda hacer el análisis de las expectativas y de la interacción que va a tener con la plataforma. Muchas gracias.

Okay, Entonces veo que que esta versión pues es prácticamente en este inicio de sesión similar al anterior entonces voy a hacer clic aquí en profesor si me doy cuenta que hay un pequeño cambio que aparecen ya las sesiones como en paralelo Entonces yo sé que como ya hice anteriormente una práctica de estas entonces voy a ingresar indicando que tengo mi cuenta de Google que esa es la que manejamos aquí en el colegio con frecuencia y de hecho también los estudiantes Entonces selecciono mi correo doy clic en continuar y en esta pantalla si me medio recuerdo que teníamos alguna dificultad pero aquí percibo que hay otras opciones en el menú cosa que me parece importante e interesante porque ya no están mezcladas Esas dos que anteriormente nos estaban ocasionando confusiones Voy a proceder entonces a hacer lo que primero deberíamos hacer y es agregar una clase y también veo que cambió los colores entonces me parece bueno nombre de la clase entonces voy a colocar que la clase es para para 6a esta pantalla me parece interesante porque me confirma lo que hice anteriormente antes no estaba esto y visualmente los colores diferenciados me indican que es una clase que ya cree y el código me parece bueno visualmente para identificarlos rápidamente y compartirlos con la clase Había algo que antes no no podíamos hacer entonces como veo que que la clase que recién cree no tiene estudiantes y aparece el código de la clase voy a hacer clic aquí en 6a Ah okay entonces Aquí más o menos ya entendí lo que voy percibo son los estudiantes que están registrados y lo que han hecho y esto es nuevo el docente colaborador aquí a veces pasa eso que tenemos la clase de matemáticas y el taller de matemáticas y somos profesores diferentes entonces siento que sí se tuvo en cuenta esa sugerencia del docente colaborador voy a ensayar hago clic en agregar docente colaborador y debo colocar los datos voy a colocar a Carlos Gaitan me parece chévere acá automáticamente me indica que estoy haciendo esto y coloco el correo del profesor Entonces sí Está interesante y esta ventana de confirmación también me parece que que es importante para

saber las acciones que uno está haciendo en la plataforma Ah okay Y acá ya veo el profesor Carlos Gaitán recuerdo que teníamos un inconveniente Pues en el prototipo anterior no nos quedaba claro cómo asignar los contenidos Entonces voy a administrar clases Ah ya acá selecciono los contenidos y ah Están agrupados por temas sin nivel bien Voy a asignar este de comprary acá ya los puedo clicar los asigno y me aparece contenido asignado esto mejoró bastante mejor muy Bueno voy a mirar acá Este menú a esto antes no estaba entonces aquí qué puedo hacer

Sí, realmente eso no estaba; profe, lo coloqué para que ustedes puedan, observar cómo es el entorno gráfico y el diseño para los estudiantes desde el rol docente.

Ah, okay, perfecto, entonces hago clic en rol estudiante. Las pantallas de los estudiantes nos las había compartido para ver como estaba quedando el juego para los niños y esto ahora sí parece un juego. Por ahí escuchaba a los niños que decían que no parecía un juego y sí, sí está interesante. Entonces, entonces cliqueo aquí la rueda dentada Y nuevamente me voy a mi parte del profesor, correcto, voy a salir de una vez.

Pues, profe, si desea, puede continuar navegando por las pantallas del prototipo.

Okay entonces cancelo esta acción y acá voy a seguir pues mirando en el orden que aparece reporte de desempeño Ah ya está el botón para descargar aquí puedo mirar las clases y el resumen general la fecha del reporte Cómo van esas notas estos mensajes de observaciones me parecen buenos porque así puedo de alguna manera dedicarme a esos estudiantes que están con ese riesgo académico según el reporte y en esta observación aparecen nuevamente ellos Sí Mientras los otros van haciendo las actividades de la plataforma yo puedo fortalecer esas mediaciones temáticas esas unidades didácticas en los estudiantes que tienen el desempeño bajo Está chévere y aquí en seguimiento de estudiantes eso es diferente Ah ya aparece uno a uno lo

que ha hecho en la plataforma y también el rendimiento bueno puedo ver el rendimiento en ambos lugares pero el otro es más como resumen Y aquí en las unidades temáticas puedo inspeccionar las actividades que están en la plataforma antes de colocarlas y ya tenemos acá el enlace de los DBA también lo habíamos solicitado para El currículo del men Bueno yo creo que ya dejó de inspeccionarla felicitaciones Está interesante y Esperamos que en algún momento se pueda hacer una realidad Hasta luego Gracias

Profe, nuevamente muchísimas gracias por su colaboración, por su apoyo, por su ayuda. Muchísimas gracias. Feliz tarde, profe.”

Enlace grabación:

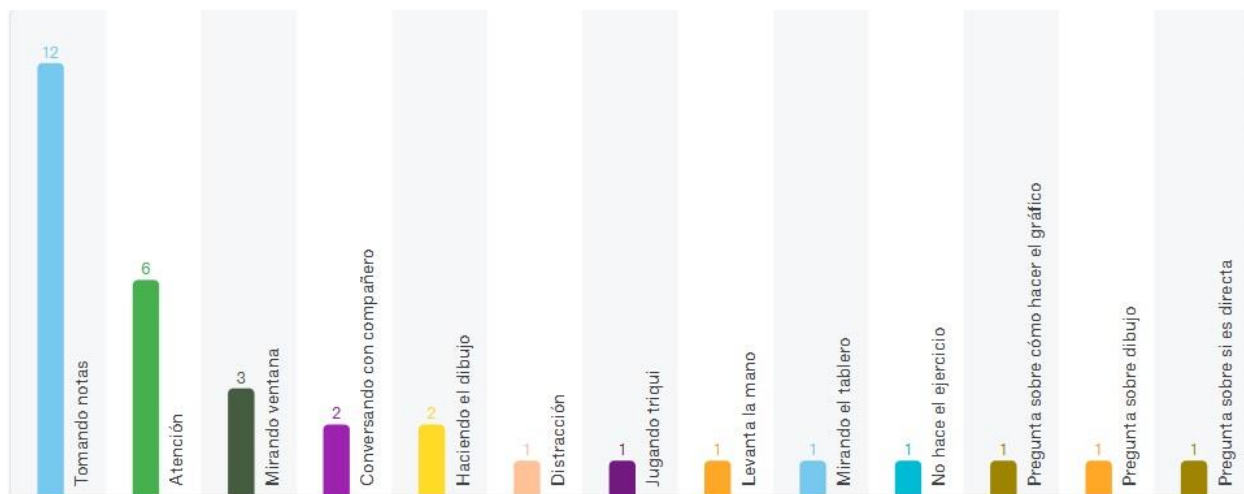
<https://drive.google.com/file/d/1hTMCf2SyrhSXjOKi1VwHVZ0WqiIhSAo6/view?usp=sharing>

Apéndice O. Evaluación Cuasi-Experimental

Este apéndice contiene los registros de la evaluación entre estudiantes que usaron CalcuBot, otro juego matemático Matefic y enseñanza tradicional, se grabaron sesiones y se tomaron notas detalladas. Enlaces de las grabaciones de las interacciones de los estudiantes: [Matefic](#), [Calcutbot](#), [Enlace Pretest](#) y [Enlace Postest](#)

Figura O1

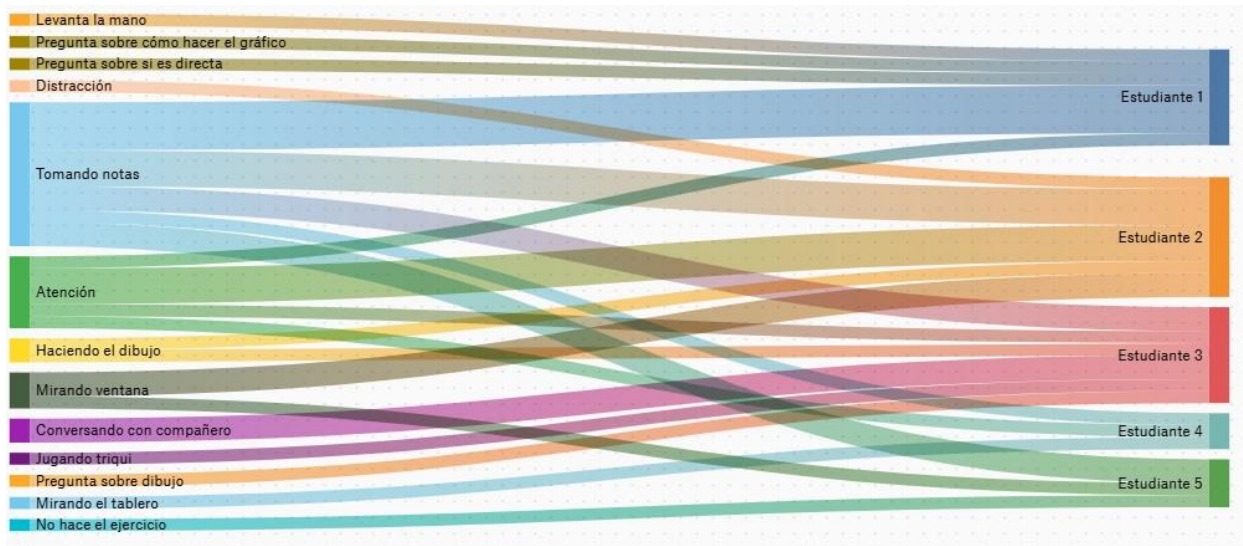
Vista de distribución de códigos intervención clase



Nota. *Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo de control (2025)*

Figura O2

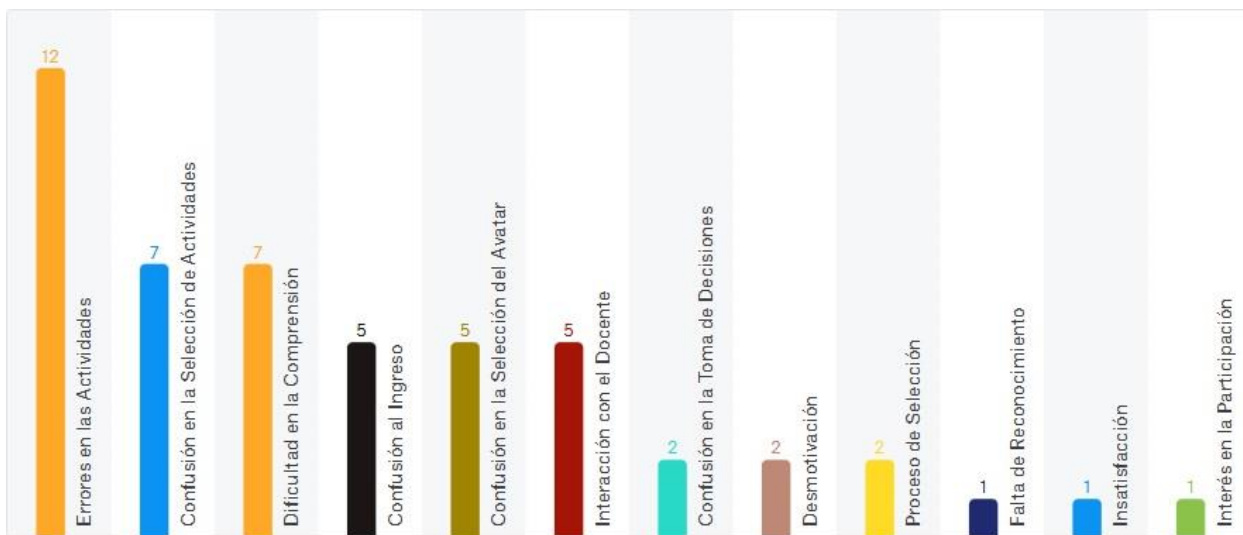
Diagrama Sankey intervención clase



Nota. Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo de control (2025)

Figura O3

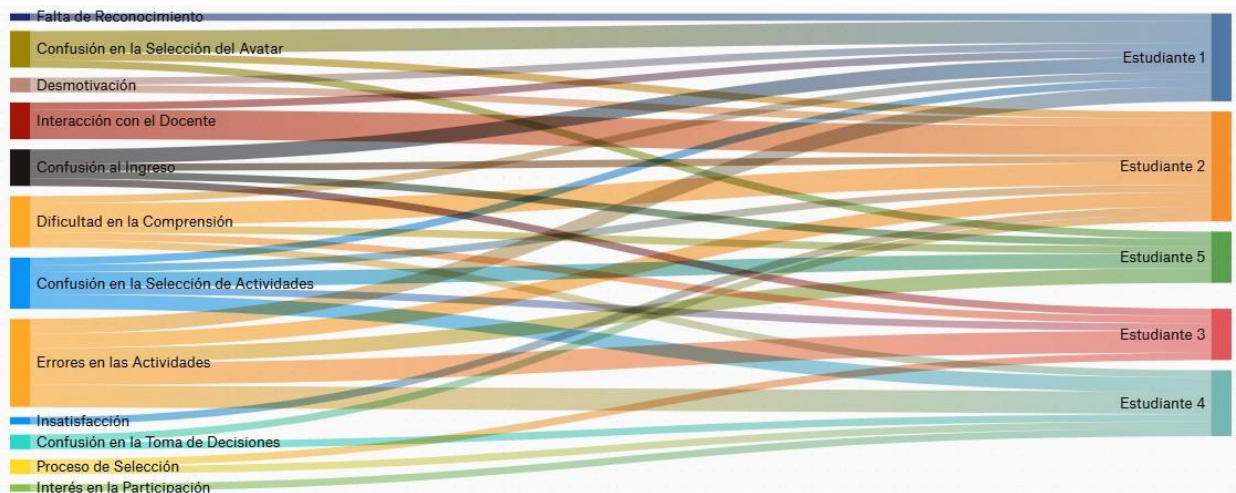
Vista de distribución de códigos intervención Matefic



Nota. Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo Matefic (2025)

Figura O4

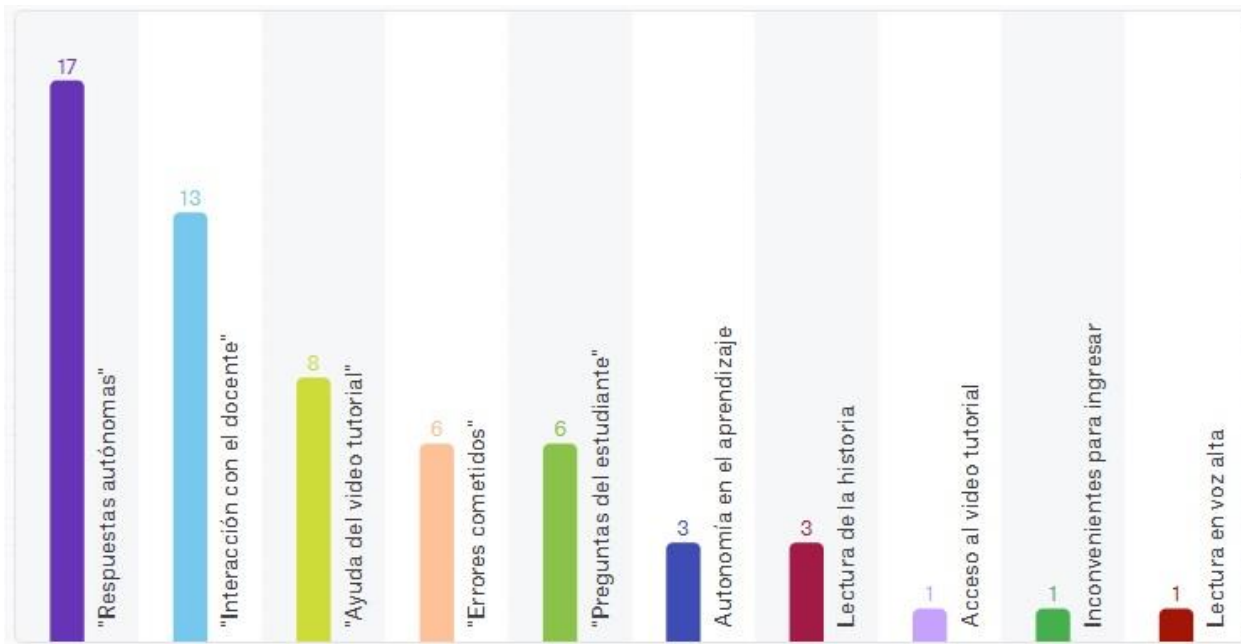
Diagrama Sankey intervención Matefic



Nota. Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo Matefic (2025)

Figura O5

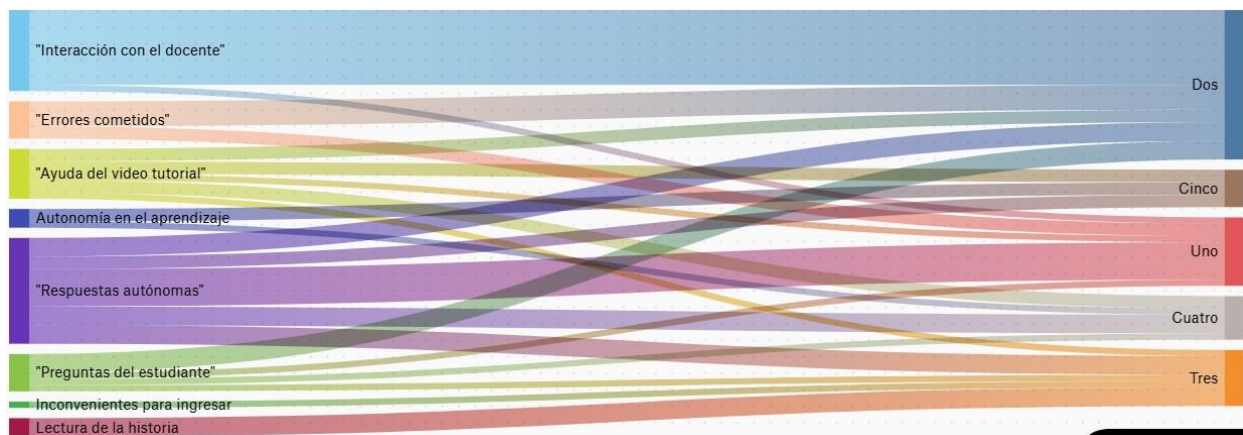
Vista de distribución de códigos intervención Calcubot



Nota. Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo Calcubot (2025)

Figura O6

Diagrama Sankey intervención Calcubot



Nota. Captura de pantalla del resultado de Atlas.ti para el grupo Calcubot (2025)

Figura O7

Cuestionario de pretest aplicado

PreTest

B I U

Indicaciones generales:
Este cuestionario tiene como propósito conocer tus ideas y procedimientos iniciales y finales sobre fracciones con igual denominador. No se trata de una evaluación con nota, sino de una herramienta para ayudarte a aprender mejor.

Instrucciones:

- Responde con calma y atención.
- Marca la opción correcta o escribe tu respuesta completa.
- Usa uno hoja para procedimientos si necesitas hacer operaciones.
- Puedes usar lápiz y pedir ayuda si alguna palabra no es clara.

Ordena de menor a mayor: $2/7, 5/7, 1/7$ *

$2/7 - 5/7 - 1/7$

$1/7 - 2/7 - 5/7$

$5/7 - 2/7 - 1/7$

$1/7 - 5/7 - 2/7$

No sé

¿Cuál es el resultado de $5/14 + 3/14$? *

Texto de respuesta breve

Completa: $2/5 + 1/5 + 2/5 = \underline{\quad}$ *

Texto de respuesta breve

Completa: $2/5 + 1/5 + 2/5 = \underline{\quad}$ *

Texto de respuesta breve

Marca "V" si es verdadera o "F" si es falsa. *

Corrige si es falsa: $3/5 + 2/5 = 4/5$

Verdadero

Falso

Otra...

¿Qué se debe hacer para sumar fracciones con el mismo denominador? *

Sumar numeradores y denominadores

Restar numeradores y conservar denominador

Sumar numeradores y conservar denominador

Cambiar a número decimal y sumar

¿Qué se debe hacer para sumar fracciones con el mismo denominador? *

Sumar numeradores y denominadores

Restar numeradores y conservar denominador

Sumar numeradores y conservar denominador

Cambiar a número decimal y sumar

Representa gráficamente $2/4 + 1/4$. Entrega el esquema al finalizar.

Texto de respuesta breve

¿Cuál es la diferencia entre $6/9$ y $2/9$? *

Texto de respuesta breve

Simplifica el resultado de la operación: $4/8 + 4/8$ *

Texto de respuesta breve

Nota. Secuencia de capturas de pantalla del instrumento aplicado en Google Forms (2025)

Figura O8

Guía empleada en la sesión de clases

COLEGIO INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL
NIT. 830.011.495-0

Tema: Adición y sustracción de fracciones

Clase 16: Adición y sustracción de fracciones con igual denominador

Activación

Ordene las siguientes fracciones de menor a mayor

a) $\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{7}$ b) $\frac{3}{12}, \frac{2}{12}, \frac{5}{12}$

Es posible resolver la adición $\frac{5}{14} + \frac{3}{14}$ a partir de su representación gráfica. Para esto representamos con rojo los $\frac{5}{14}$ del segmento AB y con azul los $\frac{3}{14}$ del mismo segmento.

Al observar la representación gráfica, podemos concluir que la suma de estas dos fracciones es igual a otra fracción que tiene el mismo denominador y como numerador la suma de los numeradores de las fracciones representadas.

$\frac{5}{14} + \frac{3}{14} = \frac{5+3}{14} = \frac{8}{14} = \frac{4}{7}$

Actividad 16.1

Escriba verdadero o falso para cada una de las adiciones. Si su respuesta es "falso", escriba la corrección.

a) $\frac{3}{4} + \frac{5}{4} = \frac{8}{8}$ V F

b) $\frac{4}{11} + \frac{6}{13} = \frac{10}{11}$ V F

c) $\frac{2}{13} + \frac{5}{13} = \frac{7}{13}$ V F

d) $\frac{4}{9} + \frac{7}{9} = \frac{20}{9}$ V F

Actividad 16.2

Escriba los números que faltan en cada adición.

a) $\frac{3}{8} + \frac{5}{8} = \frac{11}{8}$ $\frac{3}{8} + \frac{1}{8} = \frac{4}{8}$ $\frac{3}{8} + \frac{11}{8} = \frac{19}{8}$

b) $\frac{2}{5} + \frac{1}{5} = \frac{3}{5}$ $\frac{11}{7} + \frac{2}{7} = \frac{13}{7}$ $\frac{11}{7} + \frac{2}{7} = \frac{20}{7}$

COLEGIO INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DISTRITAL
NIT. 830.011.495-0

La diferencia (resultado de una sustracción) entre dos fracciones con el mismo denominador es una fracción cuyo denominador es el mismo y el numerador es la diferencia entre los numeradores de las fracciones dadas.

En el ejemplo observamos que: $\frac{5}{9} - \frac{1}{9} = \frac{4}{9}$

Actividad 16.3

Escribir la fracción correspondiente a la parte sombreada de cada figura y resolver la sustracción indicada.

a) $\frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$

b) $\frac{4}{5} - \frac{1}{5} = \frac{3}{5}$

c) $\frac{4}{6} - \frac{2}{6} = \frac{2}{6}$

d) $\frac{6}{9} - \frac{3}{9} = \frac{3}{9}$

Actividad 16.4

Resuelva las siguientes sustracciones de fracciones.

a) $\frac{12}{9} - \frac{4}{9} =$

b) $\frac{18}{10} - \frac{7}{5} =$

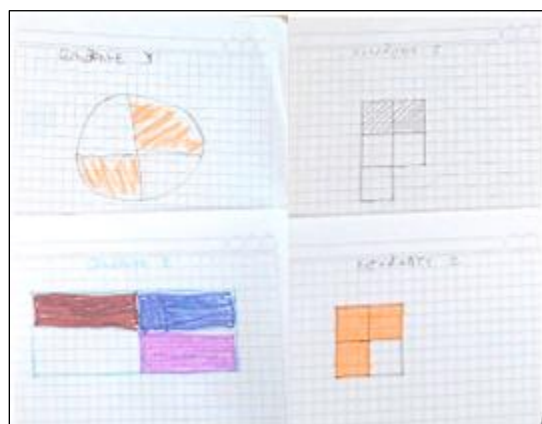
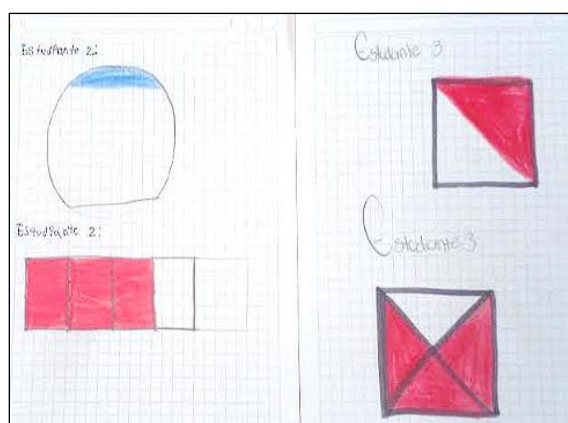
c) $\frac{8}{3} - \frac{15}{9} =$

Simpleza, cuando sea posible, antes de realizar las operaciones.

Nota. Captura de pantalla del material digital trabajado en clase por la docente.

Figura O9

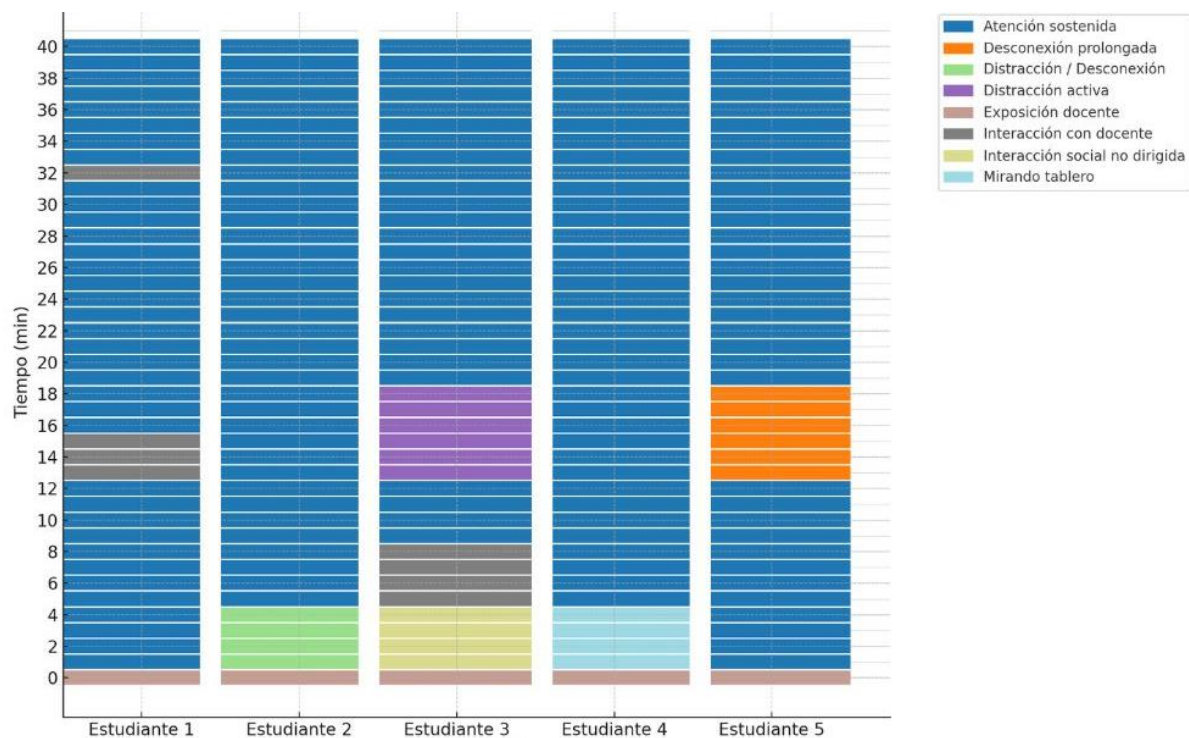
Respuestas preguntas abiertas de los cuestionarios.



Nota. Fotografías tomadas de las respuestas de algunos estudiantes, de arriba a abajo, grupo clase, Matefic y Calcubot.

Figura O10

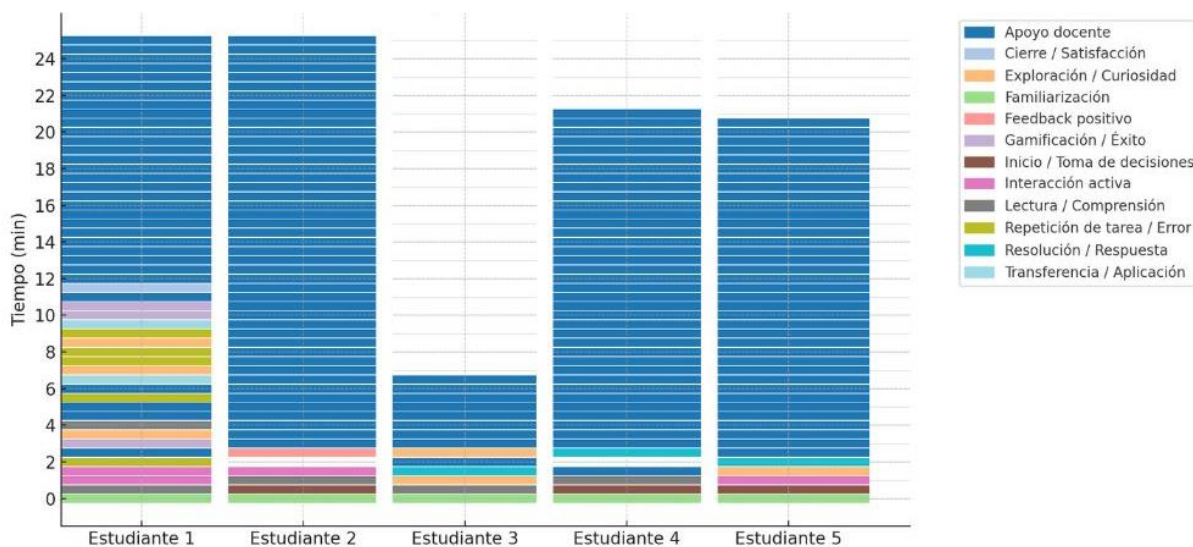
Densidad de interacciones grupo clase



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de las notas de campo

Figura O11

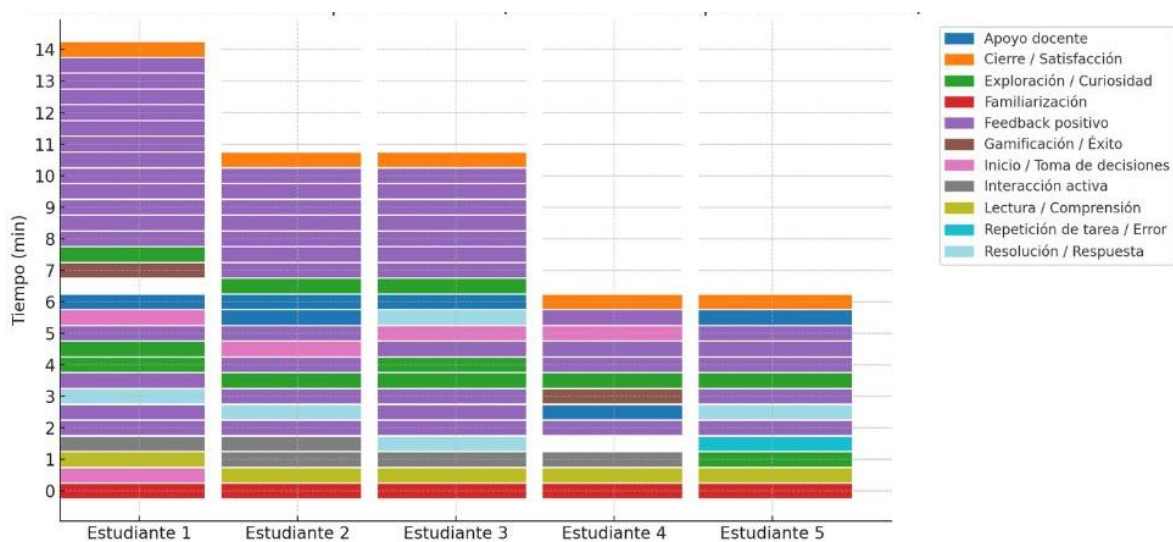
Densidad de interacciones grupo Matefic



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de los registros audiovisuales

Figura O12

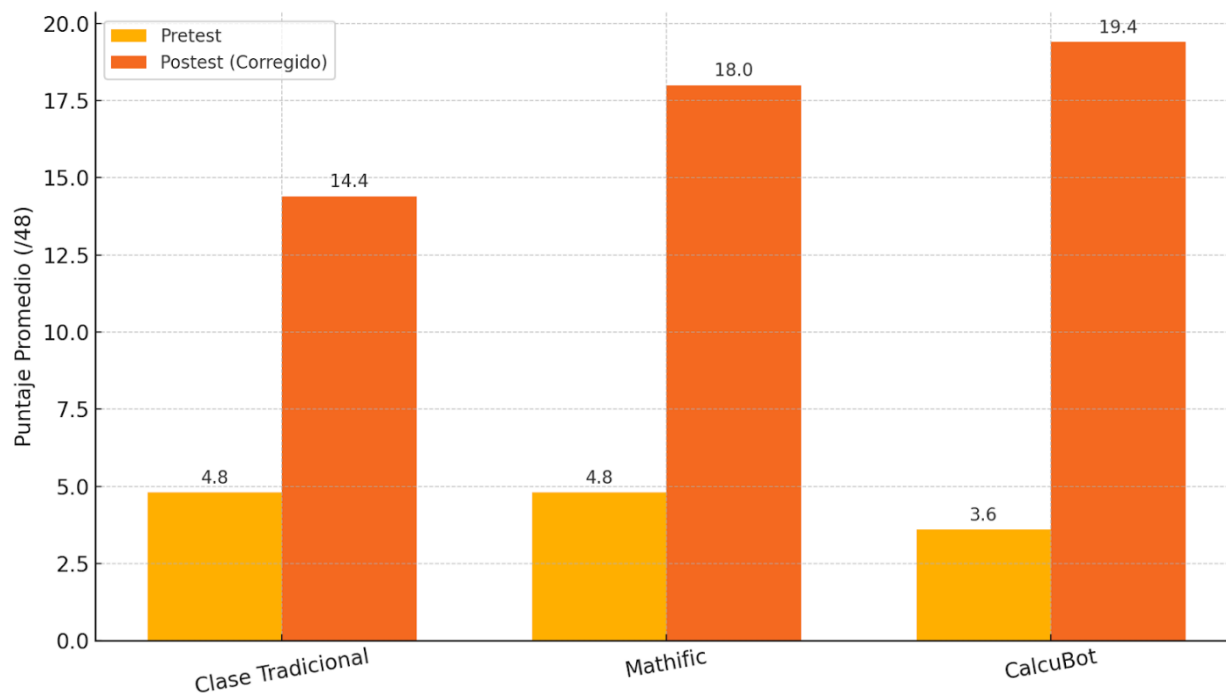
Densidad de interacciones grupo Calcutbot



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados del análisis de los registros audiovisuales

Figura O13

Comparación puntajes promedio pretest y postest por grupos



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de Google Forms (2025)

Tabla O1

Análisis comparativo del pretest línea de base

Grupo	Promedio (/48)	Mediana (/48)	Rango
Clase tradicional	4.8	6	0 – 6
Mathific	4.8	6	0 – 12
CalcuBot	3.6	6	0 – 6

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de Google Forms (2025)

Tabla O2

Resultados descriptivos del postest por grupo experimental, la nota mínima de aprobación para el colegio es 35

Grupo	Promedio (/48)	Mediana (/48)	Rango de puntajes
Clase tradicional	14.4	18	0 – 24
Mathific	18	18	6 – 24
CalcuBot	19.4	20	12 – 30

Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de Google Forms (2025)

Apéndice P. Encuestas Iniciales de Diagnóstico UX Estudiantes

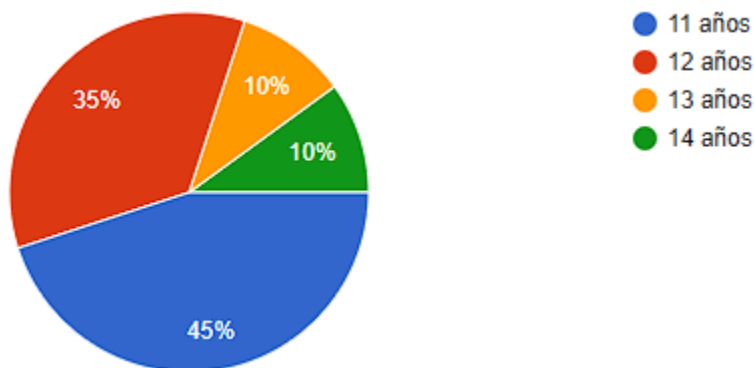
Se aplicaron formularios estructurados mediante Google Forms para conocer las percepciones iniciales de estudiantes sobre el aprendizaje de matemáticas, su familiaridad con tecnologías educativas y las expectativas sobre herramientas gamificadas.

Se presentan preguntas y respuestas obtenidas. Encuesta UX sobre videojuegos educativos <https://forms.gle/8j9XvwtgHLStAuy6> y prueba diagnóstica en matemáticas

<https://forms.gle/1wsusXJXxdSLQket5>

Figura P1

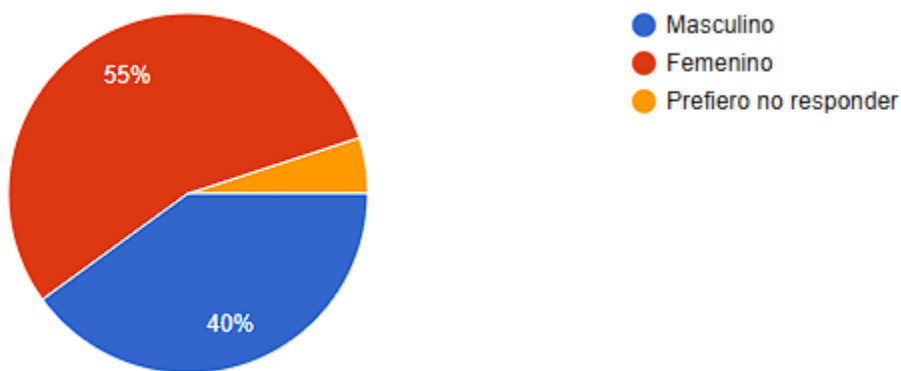
Distribución de edades



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P2

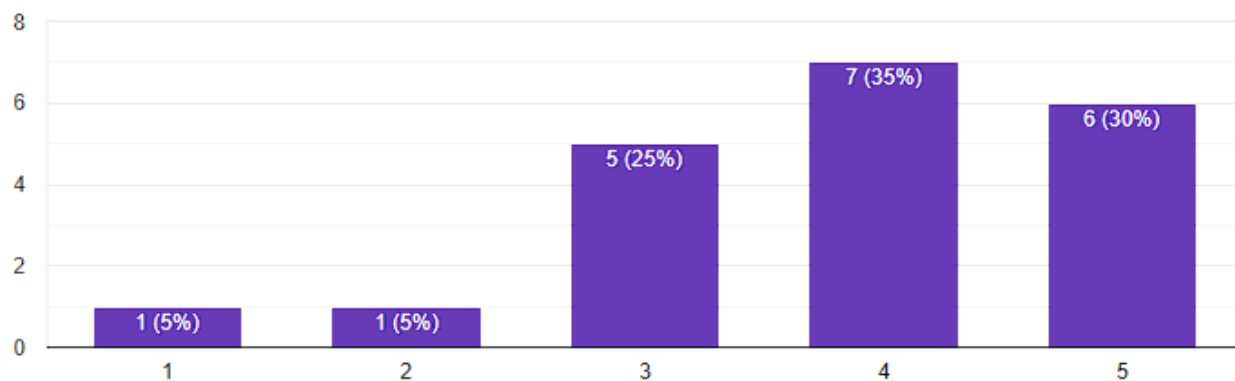
Distribución de género



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P3

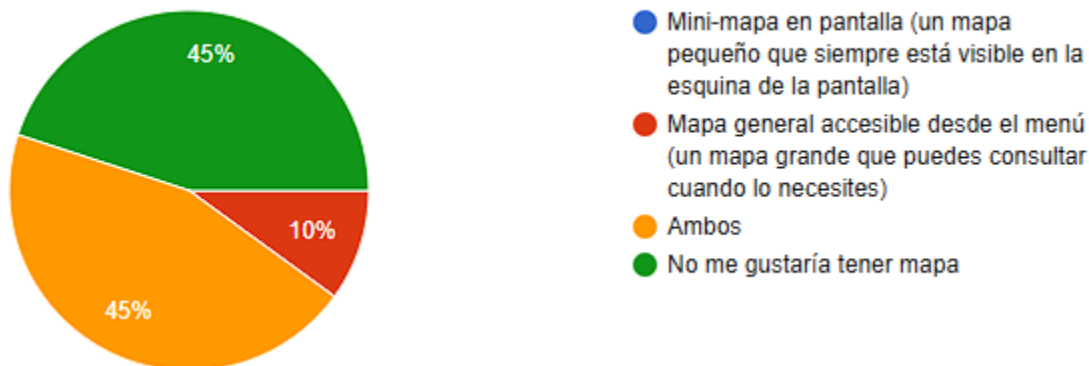
¿Qué tan intuitivo te gustaría que fuera el sistema de navegación del videojuego? (Escala Inada intuitivo - 5 muy intuitivo)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P4

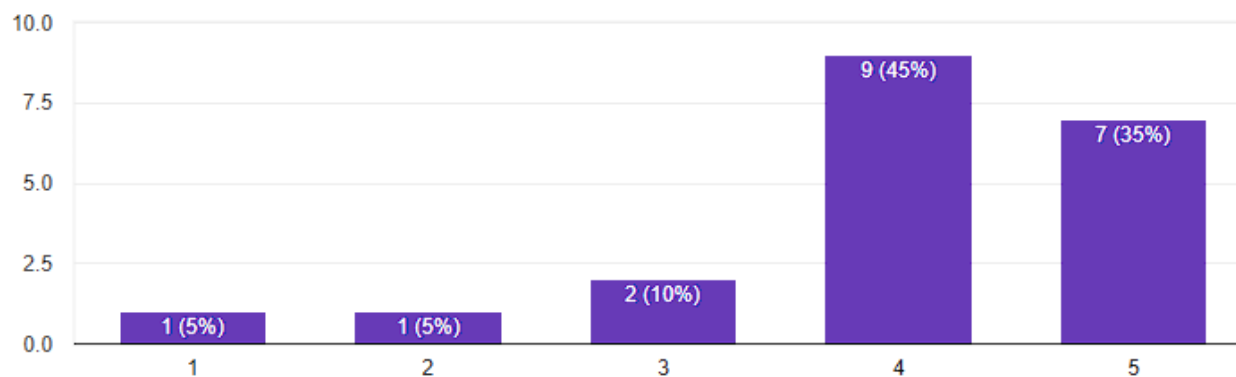
¿Qué tipo de mapa te gustaría en el videojuego?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P5

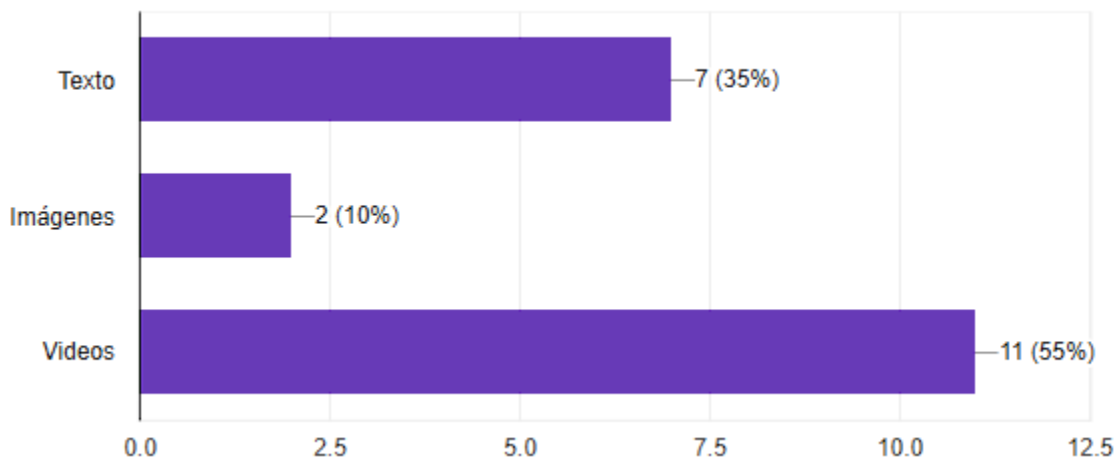
¿Qué tan importante es que puedas aprender a jugar rápidamente? (Escala 1 nada importante – 5 muy importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P6

¿Qué prefieres en las instrucciones del videojuego?

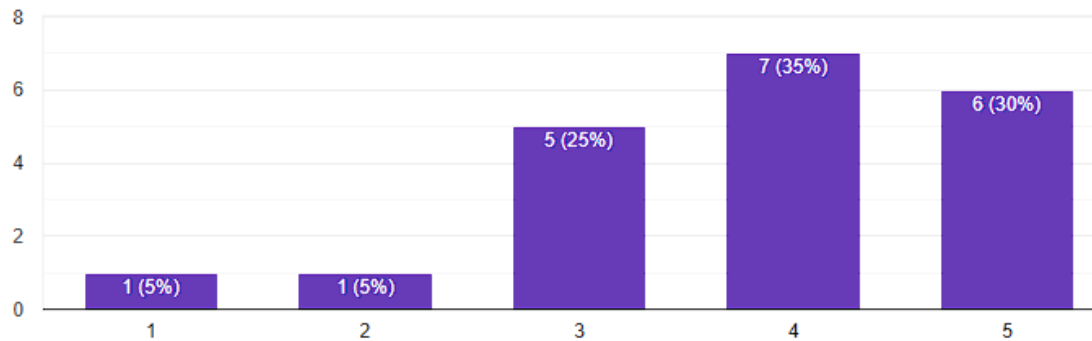


Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P7

¿Qué tan importante es que el videojuego tenga personajes, colores y gráficos llamativos?

(Escala 1 nada importante – 5 muy importante)

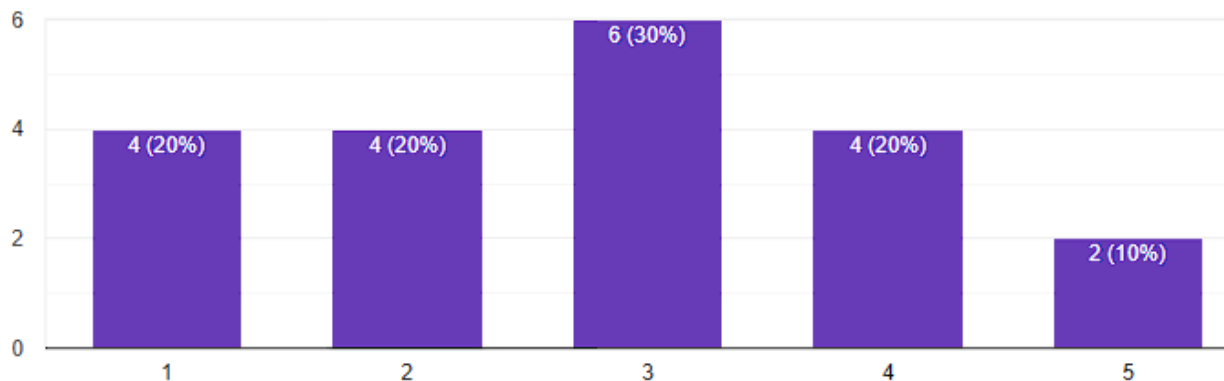


Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P8

¿Te gustaría que el videojuego tenga música de fondo? (Escala 1 no me gusta – 5 me encantaría)

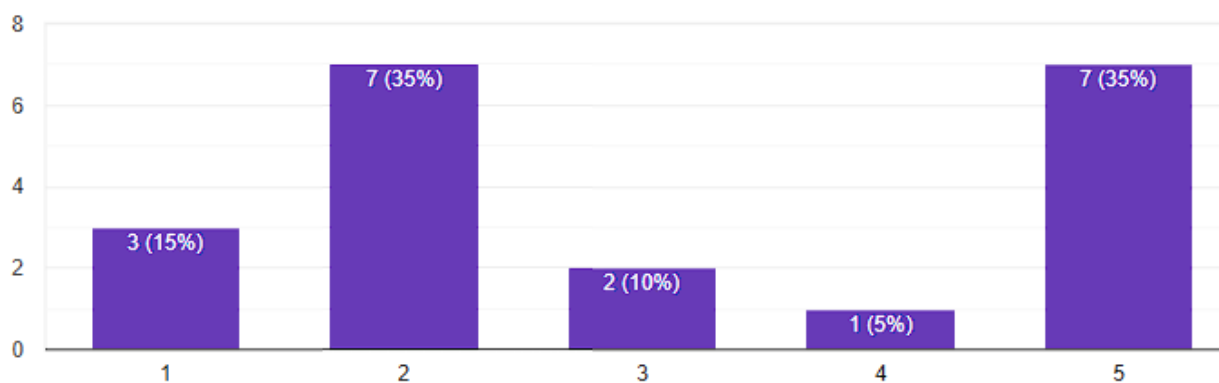
(Escala 1 no me gusta – 5 me encantaría)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P9

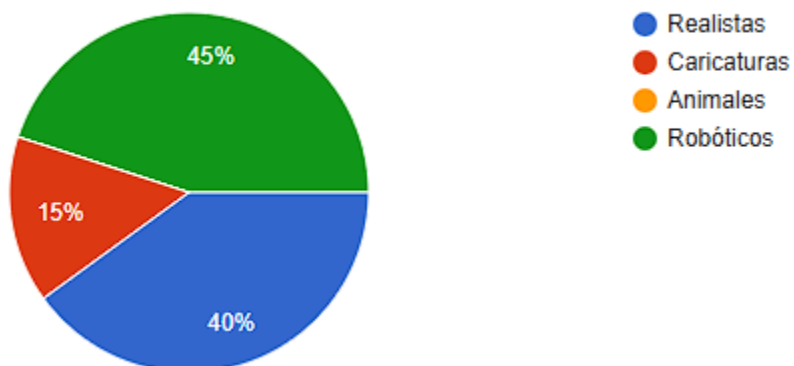
¿Te gustaría que el videojuego tenga efectos de sonido? (Escala 1 no me gusta – 5 me encantaría)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P10

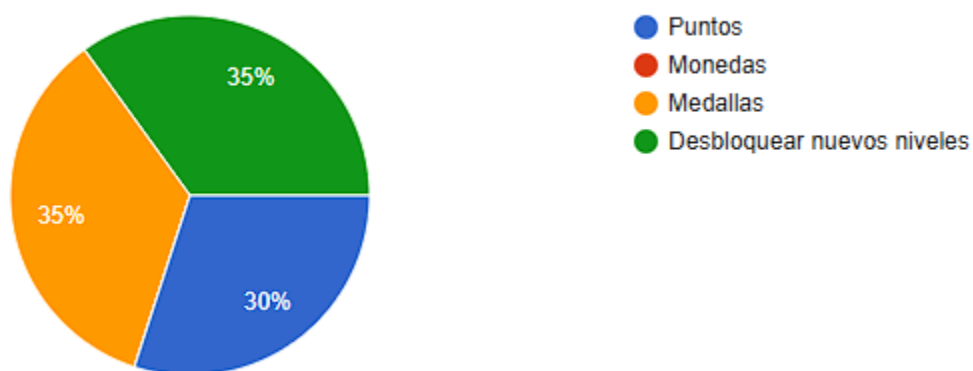
¿Qué estilos de personajes prefieres en el videojuego?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P11

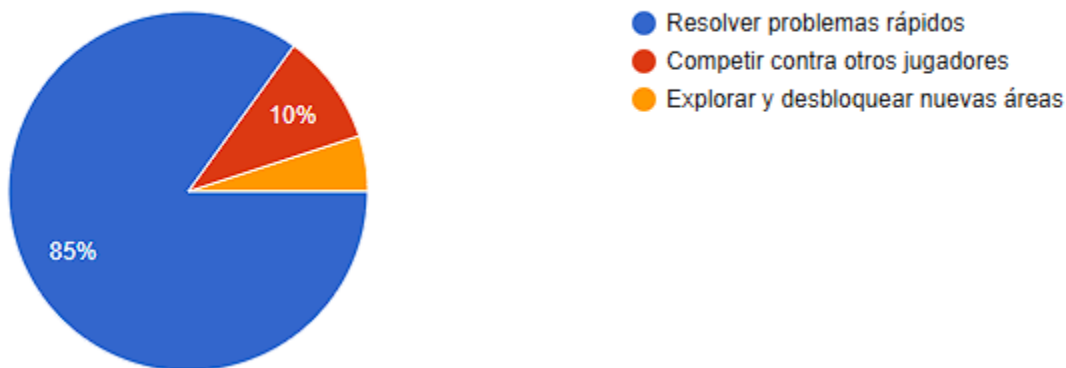
¿Qué prefieres recibir como recompensa en el videojuego?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P12

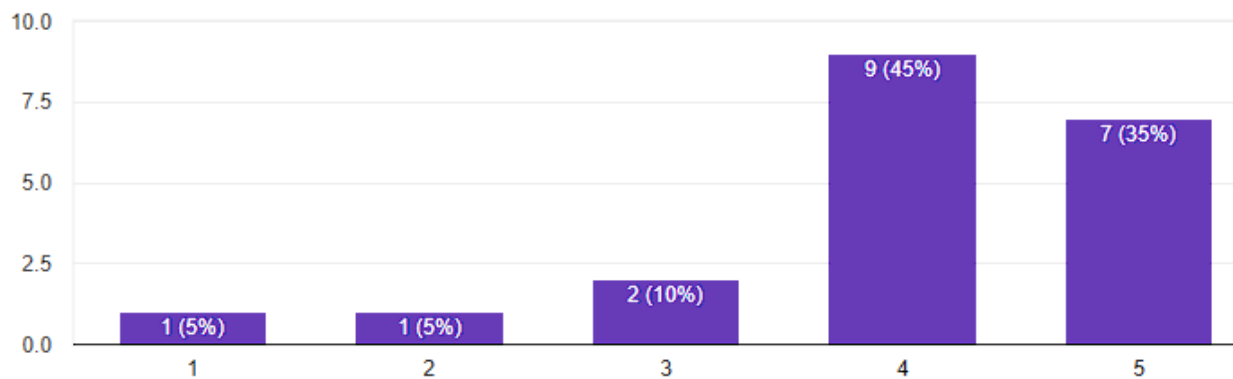
¿Qué tipo de desafíos te parecen más divertidos?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P3

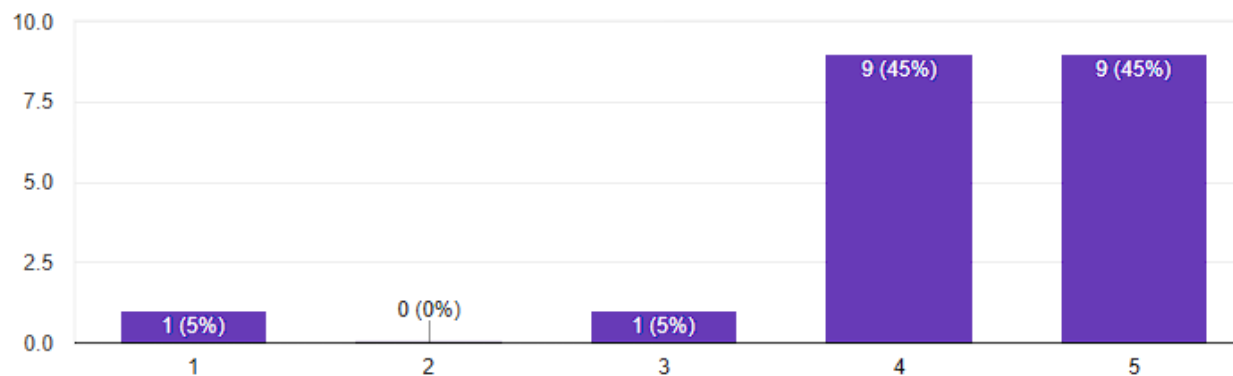
¿Qué tan motivador te parece tener un sistema de niveles y progreso? (Escala 1 Nada Motivador – 5 Muy Motivador)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P14

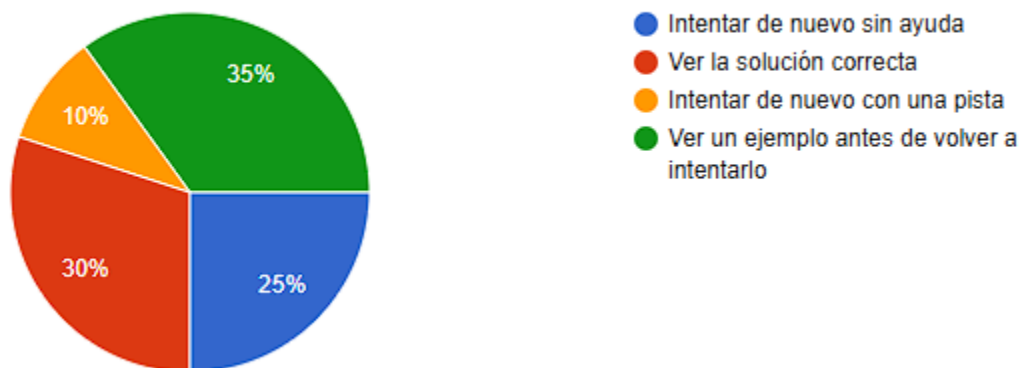
¿Qué tan importante es que los problemas del videojuego estén relacionados con situaciones de la vida diaria? (Escala 1 Nada Importante – 5 Muy Importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P15

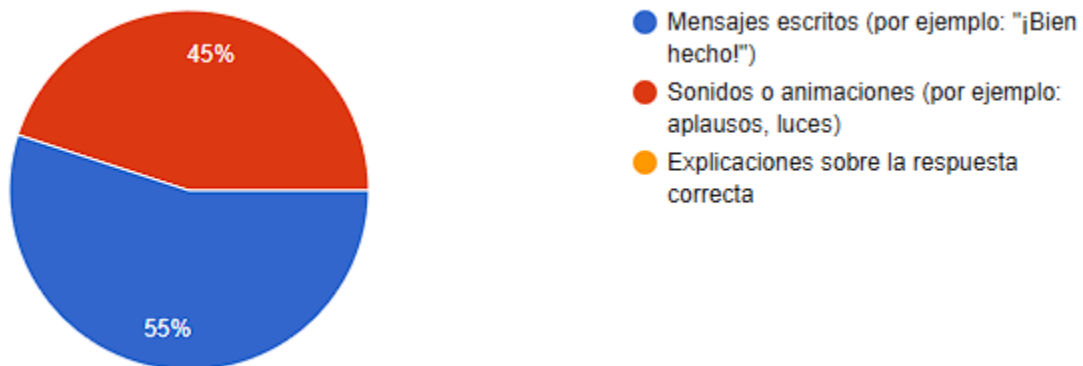
Si fallas en un problema, ¿prefieres intentar de nuevo o recibir ayuda?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P16

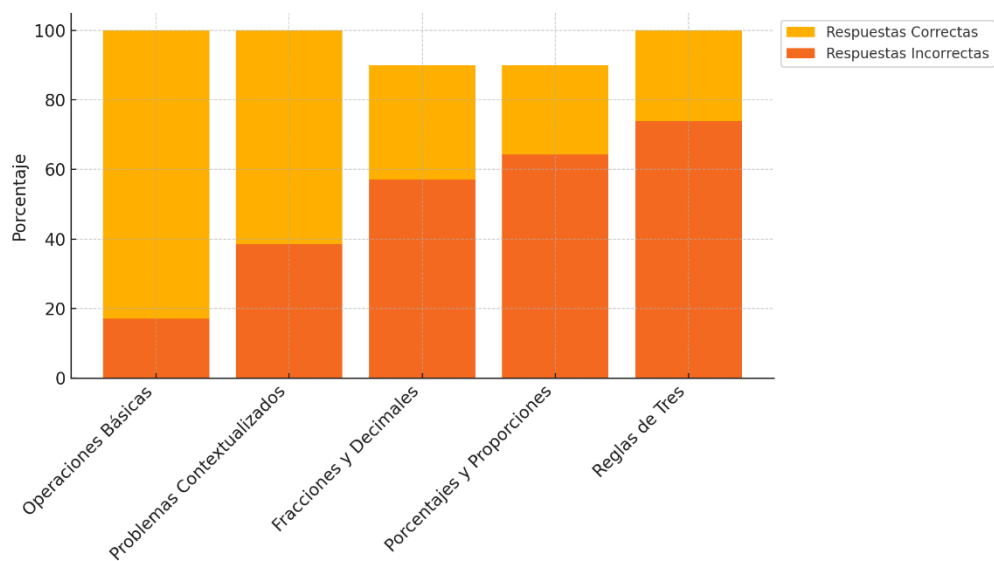
¿Qué tipo de retroalimentación te gustaría recibir?



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura P17

Resumen de aciertos y desaciertos prueba diagnóstica



Nota. Elaboración propia basada en resultados de la prueba diagnóstica aplicada a estudiantes de sexto grado (2025).

Figura P18

Presentación instrumentos aplicados

Preguntas Respuestas 20 Configuración

Sección 1 de 7

Prueba Diagnóstica para Estudiantes de Sexto Grado

B I U ↺ ↻

Hola,
Esta prueba tiene como objetivo evaluar tus habilidades en aritmética usando situaciones que podrían ser parte de tu día a día. No se trata de una calificación, así que no te preocupes. Tus respuestas nos ayudarán a diseñar un videojuego educativo que te ayude a mejorar en matemáticas.

Responde las preguntas con calma y lo mejor que puedas. ¡Gracias por participar!

Después de la sección 1 Ir a la siguiente sección

Sección 2 de 7

Consentimiento Informado

Propósito del Estudio:
Este cuestionario busca conocer tus preferencias y dificultades en aritmética para diseñar un videojuego educativo divertido y útil.

Participación Voluntaria:
Puedes responder solo si estás de acuerdo. Si decides participar, puedes dejar de hacerlo en cualquier momento.

¿Estás de acuerdo? *

Sí

No

Después de la sección 2 Ir a la siguiente sección

Sección 3 de 7

Operaciones Básicas

Evaluar las habilidades en sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.

Tu profesor de matemáticas compró 12 cuadernos a \$5,000 cada uno y 3 libros a \$25,000 cada uno. ¿Cuánto gastó en total? *

Texto de respuesta breve

Operaciones Básicas

Evaluar las habilidades en sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.

Tu profesor de matemáticas compró 12 cuadernos a \$5,000 cada uno y 3 libros a \$25,000 cada uno. ¿Cuánto gastó en total? *

Texto de respuesta breve

La escuela compró 1,200 lápices para los estudiantes. Después de repartirlos entre las clases, quedan 456 lápices. ¿Cuántos lápices se entregaron? *

Texto de respuesta breve

En el comedor escolar, cada estudiante recibe 3 panes y en un día se atienden a 128 estudiantes. ¿Cuántos panes se reparten en total? *

Texto de respuesta breve

En la jornada de reciclaje, se recogieron 240 botellas plásticas para vender. Si se empaquetan en bolsas de 12 botellas cada una, ¿cuántas bolsas se necesitan? *

Preguntas Respuestas 20 Configuración

Durante un bazar escolar, tu clase vendió 80 boletos de rifas. Si el 25% de los boletos vendidos son premiados, ¿cuántos boletos son ganadores? *

Texto de respuesta breve

María ahorró \$200,000 para comprar útiles escolares. Si gasta el 40% en cuadernos, ¿cuánto dinero gastó en cuadernos? *

Texto de respuesta breve

En el taller de tecnología, un grupo de estudiantes fabrica 8 estuches en 2 horas. ¿Cuántos estuches podrán fabricar en 6 horas si trabajan al mismo ritmo? *

Texto de respuesta breve

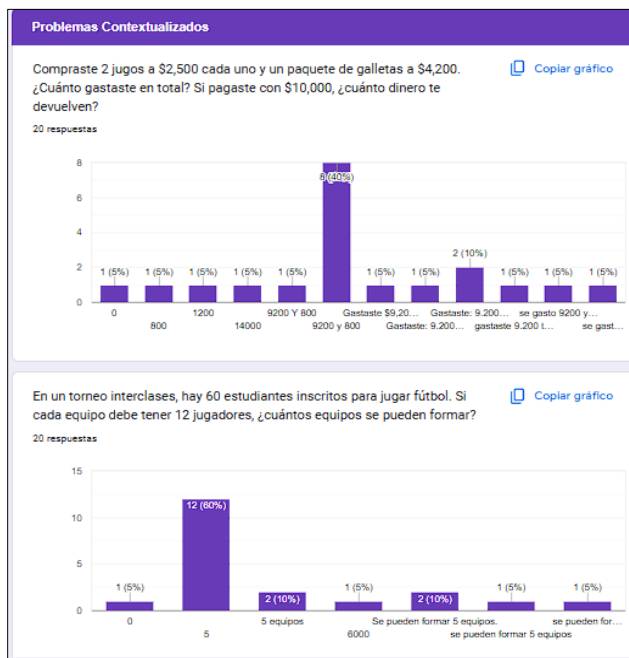
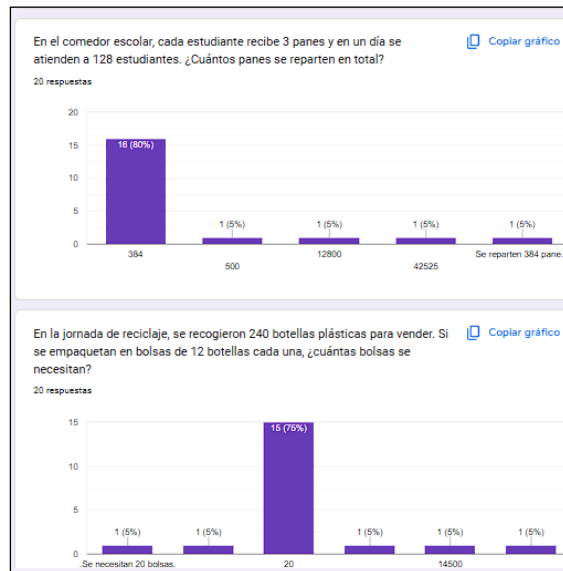
Un estudiante puede empaclar 40 kits escolares en 8 horas. Si trabaja junto con otro compañero y juntos empaclar al doble de velocidad, ¿cuánto tiempo tardarán en empaclar los 40 kits? *

Texto de respuesta breve

Nota. Secuencia de capturas de pantalla del instrumento aplicado en Google Forms (2025).

Figura P19

Resultados prueba diagnóstica inicial



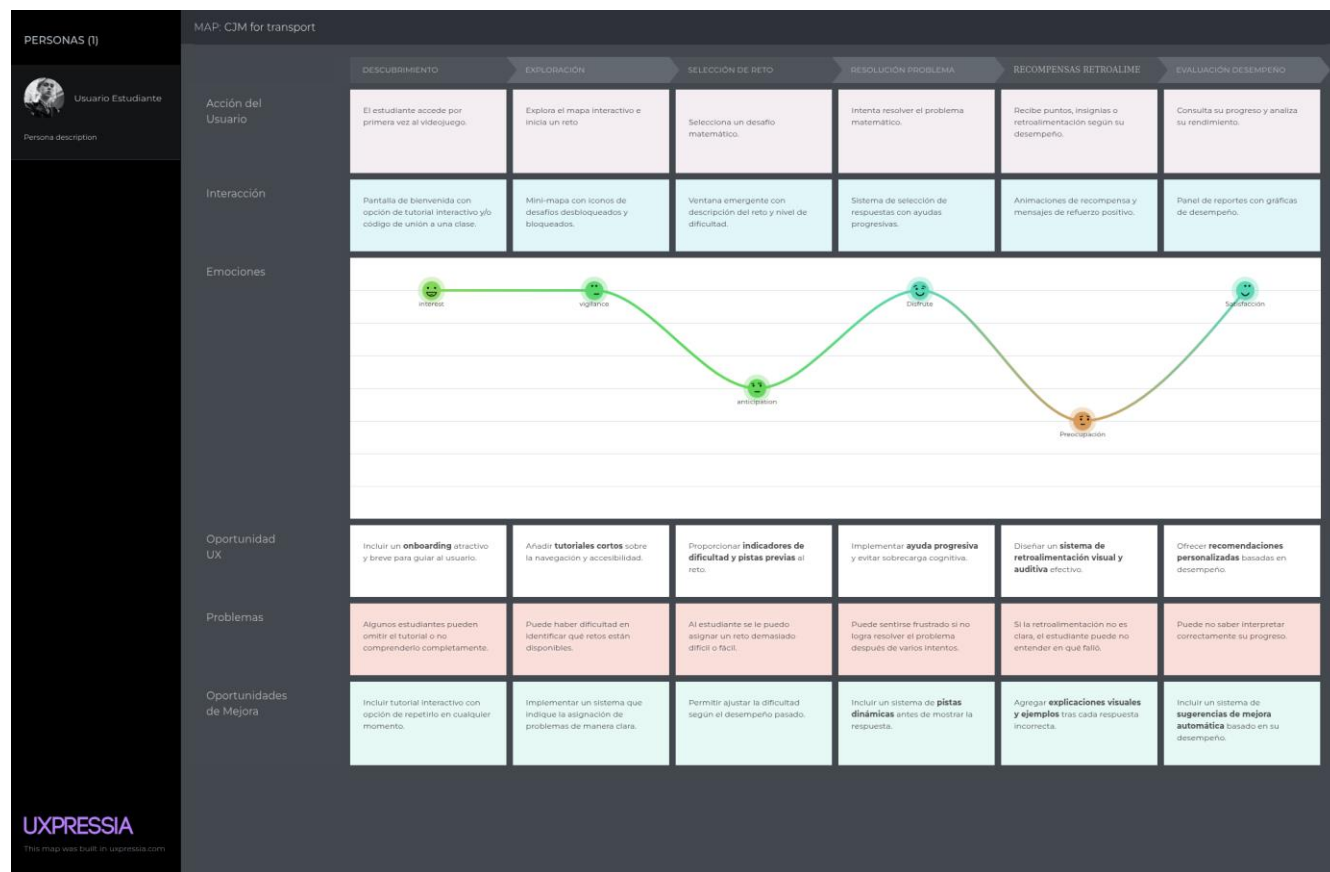
Nota. Secuencia de capturas de pantalla de los resultados Google Forms (2025).

Apéndice Q. Journey Map – Experiencia de Usuario Estudiante

Se creó un mapa de experiencia del usuario (Journey Map) usando la información recolectada durante la fase de investigación, encuestas y observación, este instrumento muestra el camino del estudiante desde el primer acceso hasta la solución de los retos de matemáticas, incluyendo sus emociones, frustraciones, interacciones y oportunidades para mejorar la experiencia del usuario (UX).

Figura Q1

User journey map del estudiante en el videojuego educativo



Nota. Elaboración propia realizada con el apoyo de la herramienta UXPressia (2025).

Apéndice R. Validación Story Board

Para validar la propuesta narrativa y funcional del prototipo en sus primeras etapas, se realizó un cuestionario en línea a tres maestros usando Google Forms. El instrumento contenía preguntas abiertas y cerradas sobre lo claro que era el storyboard, la experiencia prevista para los estudiantes y cómo se puede aplicar el diseño en situaciones reales de aula.

Guion de Encuesta a Docentes

Para validar el storyboard y recopilar sugerencias, se realiza un cuestionario a tres profesores empleando Google Forms

Sobre la claridad y coherencia del storyboard

- ¿El flujo de la historia y las interacciones representadas en el storyboard son comprensibles?
- ¿Considera que hay información faltante o poco clara en alguna escena?

Sobre la experiencia del usuario (estudiantes)

- ¿Cree que el diseño propuesto facilita la comprensión de los conceptos matemáticos?
- ¿Qué elementos podrían mejorar la participación y el interés de los estudiantes?

Sobre la aplicabilidad en el aula

- ¿Qué ajustes sugeriría para hacerlo más útil en un entorno educativo real?
- ¿Considera que el nivel de dificultad es apropiado para estudiantes de sexto grado?

Encuesta realizada en <https://forms.gle/Si2HsjkGqP6g41SN7>

Resultados de Entrevistas y Validación del Storyboard

Tabla R1*Resumen respuestas cuestionario en línea*

Pregunta	Docente 1	Docente 2	Docente 3
¿El flujo de la historia y las interacciones representadas en el storyboard son comprensibles?	Sí, pero algunas partes pueden mejorarse.	Es claro, pero añadiría más contexto.	En general, es comprensible.
¿Considera que hay información faltante o poco clara en alguna escena?	Faltan detalles en la introducción.	No, está bien estructurado.	Algunas instrucciones podrían ser más explícitas.
¿Cree que el diseño propuesto facilita la comprensión de los conceptos matemáticos?	Sí, es visualmente atractivo.	En parte, depende del nivel del estudiante.	Sí, pero sugeriría más ejemplos prácticos.
¿Qué elementos podrían mejorar la participación y el interés de los estudiantes?	Más interacción en los desafíos.	Uso de personajes más dinámicos.	Incluir pistas o ayudas progresivas.
¿Considera que el nivel de dificultad es apropiado para estudiantes de sexto grado?	Sí	Sí	Sí

Nota. Elaboración propia a partir de respuestas de entrevistas a docentes (2025).

Tabla R2

Resumen de escenarios por tema

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
Operaciones Básicas	Básico	Compra en la Tienda Escolar	Suma y Resta	Selección de productos
	Básico	Reparto de Materiales en Clase	Divisiones Exactas	Arrastre y distribución
	Básico	Organización de Bancos en el Aula	Multiplicación	Asignación proporcional
	Básico	Suma de Números en el Recreo	Suma	Introducción de datos
	Básico	Uso de Pizarras Electrónicas	Resta	Selección de números
	Intermedio	Organización de Equipos Deportivos	Divisiones Exactas	Agrupación interactiva
	Intermedio	Ajuste de Materiales para Experimentos	Multiplicación y Suma	Cálculo manual

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
	Intermedio	Recolección de Dinero en un Bazar	Suma	Introducción de datos
	Intermedio	Cálculo de Precios en la Tienda Escolar	Suma y Resta	Ajuste de precios
	Intermedio	Distribución de Espacios en el Aula	Multiplicación	Asignación interactiva
	Avanzado	Preparación para un Torneo Interclases	Multiplicación y Divisiones	Agrupación interactiva
	Avanzado	Gestión de Presupuestos Escolares	Suma y Multiplicación	Introducción de valores
	Avanzado	Cálculo de Recursos en Manualidades	Multiplicación	Ajuste proporcional
	Avanzado	Ajuste de Cronogramas Escolares	Suma y Resta	Distribución interactiva
	Avanzado	Organización de un Evento Escolar	Multiplicación	Cálculo proporcional

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
Fracciones y Decimales	Básico	Reparto de Pizzas en la Cafetería	Fracciones Simples	División manual
	Básico	Ajuste de Medidas para un Experimento	Fracciones Simples	Cálculo manual
	Básico	Distribución de Notas por Participación	Decimales	Introducción de valores
	Básico	Uso de Instrumentos en el Aula	Fracciones Simples	Reparto interactivo
	Básico	Divisiones de Piezas en Arte	Fracciones Simples	Agrupación interactiva
	Intermedio	Reciclaje en el Colegio	Decimales	Ajuste de datos
	Intermedio	Compra de Materiales con Decimales	Suma y Resta	Introducción de valores
	Intermedio	Ajuste de Recetas con Decimales	Multipliación	Cálculo proporcional
	Intermedio	Cálculo de Notas en Matemáticas	Fracciones y Decimales	Introducción de datos

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
	Intermedio	Organización de Tareas por Prioridad	Fracciones Simples	Ajuste proporcional
	Avanzado	Planificación de Proyectos Escolares	Fracciones y Decimales	Distribución interactiva
	Avanzado	Evaluación de Rendimiento en Matemáticas	Decimales	Introducción de valores
	Avanzado	Ajuste de Cronogramas de Actividades	Fracciones y Decimales	Cálculo manual
	Avanzado	Gestión de Recursos en el Aula	Fracciones Simples	Introducción de datos
	Avanzado	Diseño de Horarios Escolares	Fracciones y Decimales	Ajuste proporcional
Porcentajes	Básico	Cálculo de Descuentos en la Tienda Escolar	Porcentajes Simples	Introducción de datos
	Básico	Reparto de Tareas por Porcentajes	Porcentajes Simples	Ajuste proporcional

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
	Básico	Distribución de Espacios en un Proyecto	Porcentajes Simples	Distribución interactiva
	Básico	Evaluación de Notas en el Aula	Porcentajes Simples	Introducción de datos
	Básico	Organización de Materiales Escolares	Porcentajes Simples	Cálculo proporcional
	Intermedio	Ajuste de Cronogramas por Porcentajes	Porcentajes Compuestos	Distribución interactiva
	Intermedio	Gestión de Recursos Financieros	Porcentajes Compuestos	Introducción de valores
	Intermedio	Evaluación de Rendimiento Académico	Porcentajes Simples	Cálculo manual
	Intermedio	Cálculo de Ahorros para Actividades	Porcentajes Compuestos	Ajuste proporcional
	Intermedio	Ajuste de Actividades según Recursos	Porcentajes Simples	Introducción de datos

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
Proporciones	Básico	Reparto de Galletas en el Recreo	Proporciones Directas	Distribución interactiva
	Básico	Llenado de Botellas en el Comedor Escolar	Proporciones Directas	Introducción de datos
	Básico	Organización de Bancos en el Aula	Proporciones Directas	Ajuste proporcional
	Básico	Distribución de Espacios en el Aula	Proporciones Directas	Reparto interactivo
	Básico	Suministro de Materiales para Talleres	Proporciones Directas	Cálculo manual
	Intermedio	Transporte Escolar: Planificación de Rutas	Proporciones Directas	Ajuste proporcional
	Intermedio	Ajuste de Recetas en el Comedor Escolar	Proporciones Directas	Cálculo manual
	Intermedio	Organización de una Rifa Escolar	Proporciones Directas	Introducción de datos

Tema	Nivel	Título del Escenario	Habilidad Matemática	Interacción Clave
	Intermedio	Ajuste de Horarios en el Aula	Proporciones Directas	Cálculo proporcional
	Intermedio	Distribución de Espacios en un Proyecto Escolar	Proporciones Directas	Reparto interactivo
	Avanzado	Distribución de Tareas	Proporciones Inversas	Introducción de datos
	Avanzado	Consumo de Agua en Actividades	Proporciones Inversas	Ajuste proporcional
	Avanzado	Distribución de Horas en el Aula	Proporciones Inversas	Ajuste proporcional
	Avanzado	Ajuste de Velocidad para una Competencia Escolar	Proporciones Inversas	Introducción de datos
	Avanzado	Cálculo de Tiempos para un Proyecto Escolar	Proporciones Inversas	Cálculo proporcional

Nota. Elaboración propia basada en resultados de brainstorming y análisis de necesidades (2025).

Apéndice S. Resultados de la prueba Card Sorting

Para valorar la estructura de información y confirmar la clasificación de etiquetas empleadas en la plataforma Calcubot, se llevó a cabo una prueba de clasificación de tarjetas no moderada utilizando la herramienta Optimal Work Shopt, se involucraron 15 usuarios, incluyendo a profesores y alumnos.

La prueba se llevó a cabo en formato digital, y los participantes dispusieron las tarjetas de manera autónoma en categorías personalizadas. Enlace al instrumento aplicado:

<https://alwaucbw.optimalworkshop.com/optimalsort/0pf69tx0>

Tabla S1

Etiquetas (antes de la prueba de card sorting)

Sección	Etiqueta Original
Menú Principal	Mis Clases
Menú Principal	Asignación de Clases
Menú Principal	Temas
Inicio de Sesión y Registro	Inicio de Sesión
Inicio de Sesión y Registro	Correo Electrónico
Inicio de Sesión y Registro	Contraseña

Sección	Etiqueta Original
Inicio de Sesión y Registro	Registro de Usuario
Inicio de Sesión y Registro	Un código de aula es un código que te da tu profesor para crear tu usuario.
Interfaz para Docentes	Panel de Clases
Interfaz para Docentes	Crear Nueva Clase
Interfaz para Docentes	Cantidad de Estudiantes
Interfaz para Docentes	Código de la Clase
Interfaz para Docentes	Asignar contenido al curso
Interfaz para Estudiantes	Mapa de Retos
Interfaz para Estudiantes	Desafíos Matemáticos
Interfaz para Estudiantes	Sistema de Gamificación
Interfaz para Estudiantes	Medallero

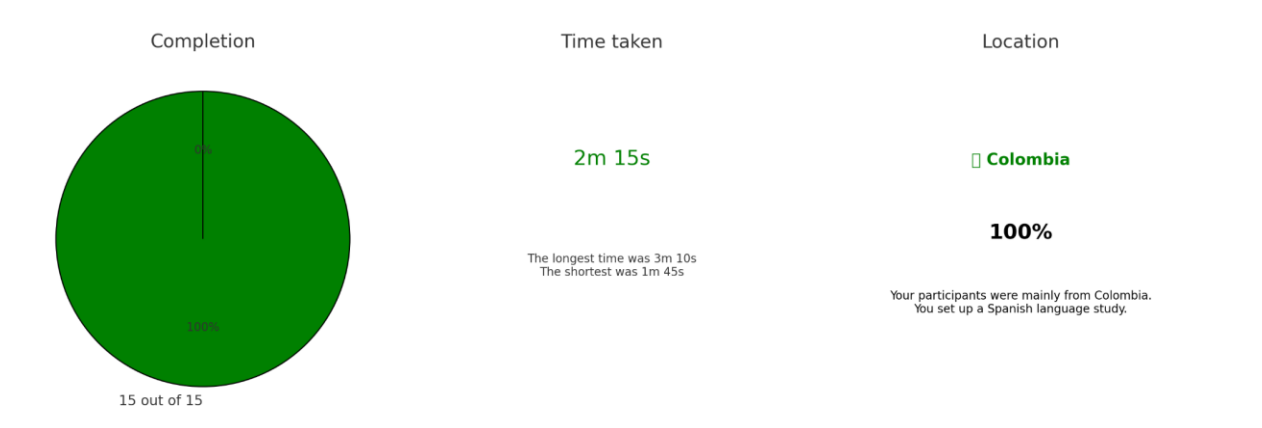
Sección	Etiqueta Original
Interfaz para Estudiantes	Panel de Progreso
Reportes y Evaluación	Reportes de Progreso
Reportes y Evaluación	Comparaciones entre Estudiantes
Reportes y Evaluación	Exportar informes (PDF/Excel)
Centro de Ayuda y Recursos	Tutoriales Interactivos
Centro de Ayuda y Recursos	Preguntas Frecuentes
Centro de Ayuda y Recursos	Soporte Técnico
Configuración y Privacidad	Política de Privacidad
Configuración y Privacidad	Términos de Servicio
Configuración y Privacidad	Personalización
Configuración y Privacidad	Ajustes de Idioma

Sección	Etiqueta Original
Configuración y Privacidad	Ajustes Visuales

Nota. Elaboración propia

Figura S1

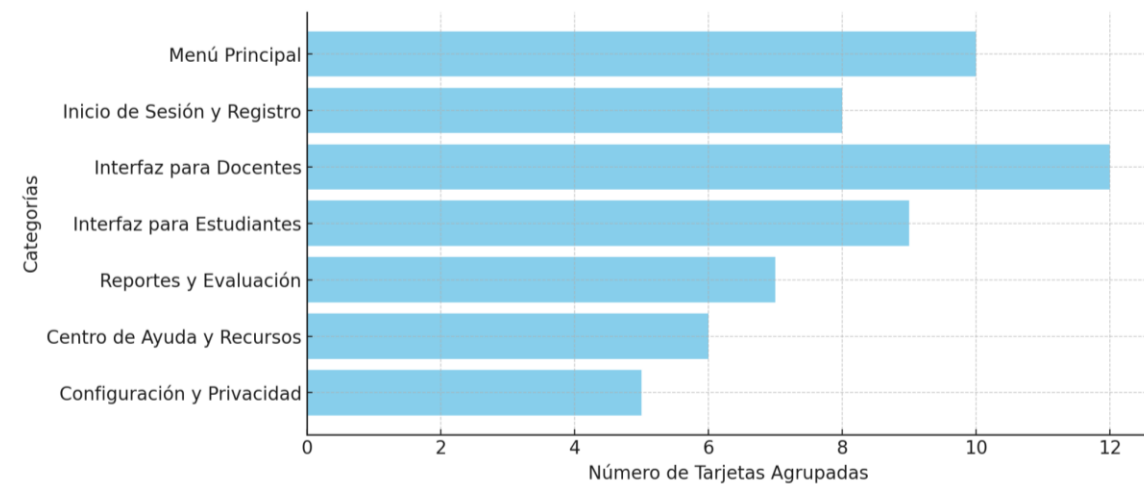
Resultados globales de los participantes



Nota. Captura de pantalla tomada de Optimal Workshop (2025),

Figura S2

Distribución de tarjetas por categorías.



Nota. Captura de pantalla tomada de Optimal Workshop (2025).

Tabla S2

Agrupaciones de tarjetas

Categoría	Número de Tarjetas	Frecuencia de Uso	Posición Media	Usuarios que Crearon la Categoría
Menú Principal	10	15	2.0	15
Inicio de Sesión y Registro	8	14	3.5	15
Interfaz para Docentes	12	13	4.2	14
Interfaz para Estudiantes	9	12	5.1	13
Reportes y Evaluación	7	10	6.3	12
Centro de Ayuda y Recursos	6	9	7.0	11
Configuración y Privacidad	5	8	8.2	10

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de Card Sorting (2025).

Figura S3

Captura de pantalla prueba card sorting

Prueba de Clasificación de Contenido – Videojuego Educativo

¡Bienvenido/a a este estudio de clasificación de tarjetas y gracias por participar!

Esta actividad nos ayudará a organizar mejor las secciones del videojuego educativo CalcuBot.

Tu tarea es sencilla: verás una serie de tarjetas con nombres de secciones y funciones del juego.

Agrúpalas en categorías que tengan sentido para ti.

La prueba no tomará más de 10 a 15 minutos y no hay respuestas incorrectas.

Tus respuestas nos ayudarán a mejorar la navegación del juego y facilitar su uso.

Haz clic en Comenzar para iniciar. ¡Gracias por tu ayuda!

Continuar

- Ajustes de Idioma
- Temas
- Cantidad de Estudiantes
- Asignar contenido al curso
- Política de Privacidad
- Ajustes Visuales
- Asignación de Clases
- Desafíos Matemáticos
- Comparaciones entre Estudiantes
- Contraseña
- Mapa de Retos
- Contraseña
- Mapa de Retos
- Un código de aula es un código que te da tu profesor para crear tu usuario.
- Correo Electrónico
- Tutoriales Interactivos
- Panel de Clases
- Registro de Usuario
- Reportes de Progreso
- Términos de Servicio
- Medallero

Queremos entender cómo organizas la información y qué nombres le pondrías a cada grupo.

Paso 1:
Observa la lista de tarjetas a la izquierda. Queremos que las organices en grupos que tengan sentido para ti.

No hay respuestas correctas o incorrectas, solo sigue tu intuición.

Paso 2:
Arrastra una tarjeta desde la izquierda hasta esta área para crear tu primer grupo.

Nota. Elaboración propia en Optimal Workshop (2025).

Apéndice T. Tablero Trello del Proyecto CalcuBot

El proceso de diseño, desarrollo y validación del prototipo CalcuBot, se ha organizado en un tablero de Trello, en que se estructuró siguiendo los principios de Lean UX, con iteraciones rápidas, la validación continua con usuarios docentes y estudiantes.

Fases del proceso:

- Investigación y descubrimiento
- Ideación y formulación de hipótesis de diseño
- Prototipado de alta fidelidad en Figma e interacciones en Uiizard.
- Evaluaciones con estudiantes y docentes.
- Análisis de resultados y ajustes progresivos.

El tablero de trello se puede consultar en el siguiente enlace:

<https://trello.com/b/JggDyeTQ/calculbot>

Figura T1

Captura del tablero de gestión del proyecto CalcuBot en Trello



Nota. Elaboración propia tablero Trello (2025).

Apéndice U. Encuestas Iniciales de Diagnóstico UX Docentes

Se aplicaron formularios estructurados mediante Google Forms para conocer las percepciones de los docentes sobre los temas que son difíciles para los estudiantes, herramientas lúdicas empleadas y las expectativas sobre herramientas gamificadas.

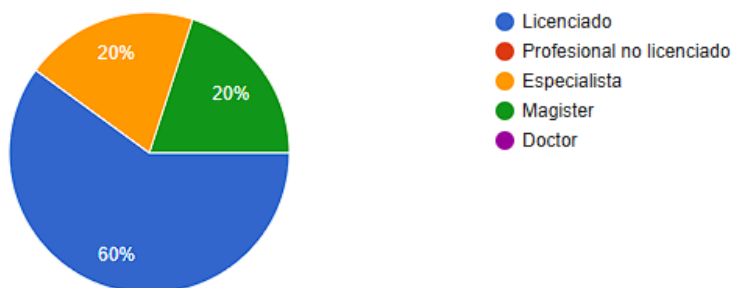
Se presentan preguntas y respuestas obtenidas. Encuesta Necesidades y Estrategias

<https://forms.gle/XWEH6dc2UVosoh2D9> y preferencias de UX

<https://forms.gle/KdhUBikmrFYJaKek8>

Figura U1

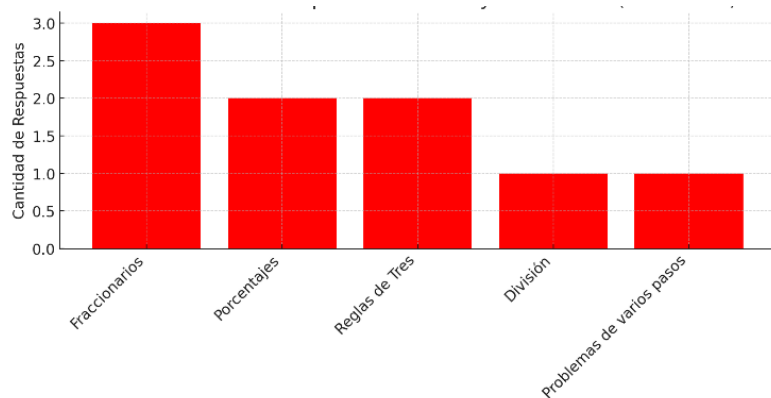
Nivel de estudios de los docentes



Nota. Captura de pantalla resultados de Google Forms (2025).

Figura U2

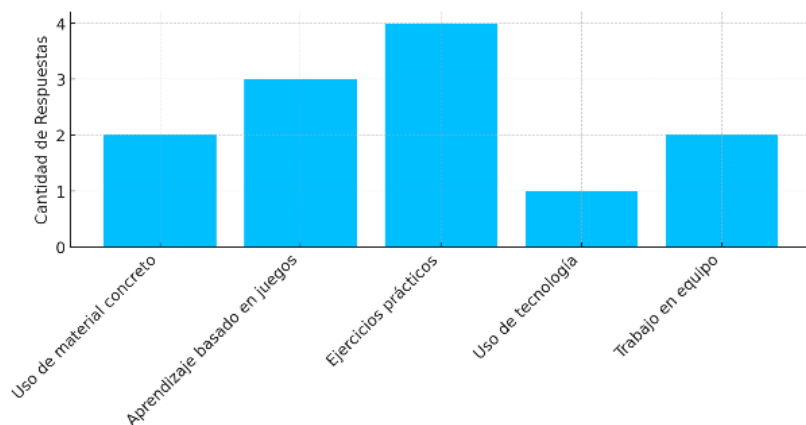
Temas de aritmética más difíciles para los estudiantes



Nota. Elaboración propia partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U3

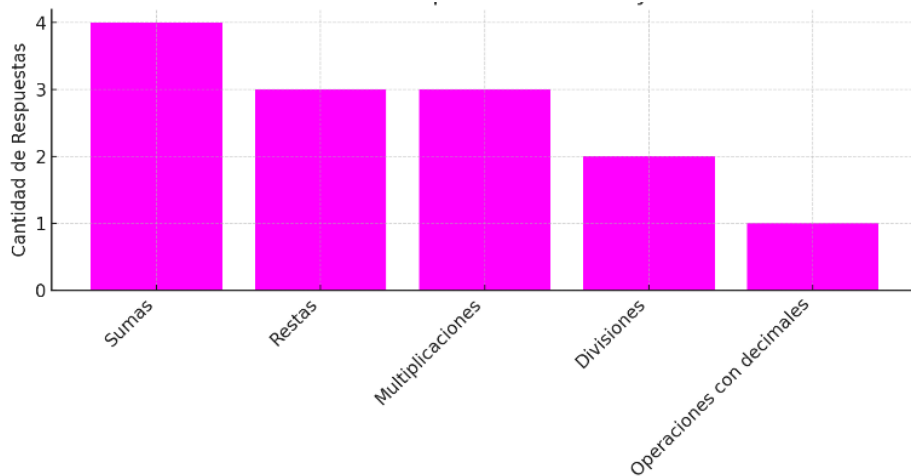
Estrategias más efectivas para enseñar aritmética



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U4

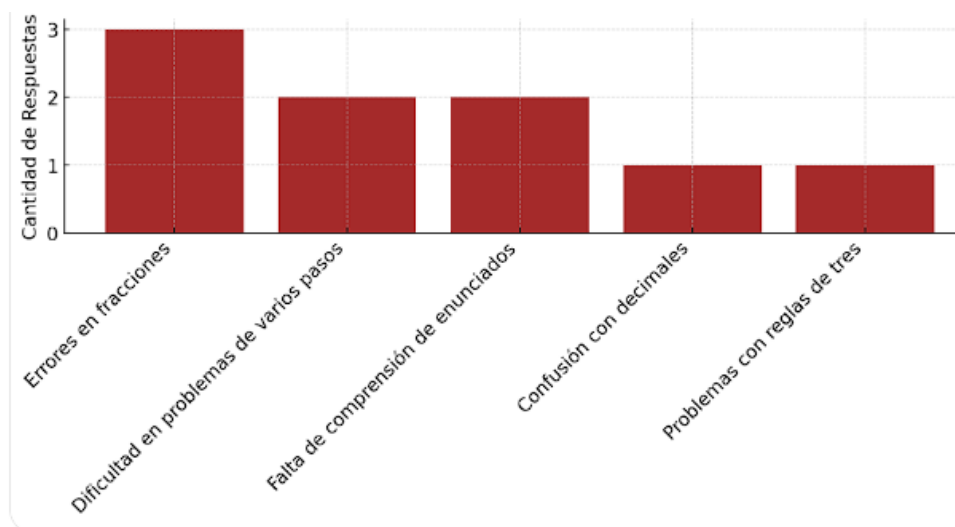
Habilidades básicas mejor dominadas por los estudiantes



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U5

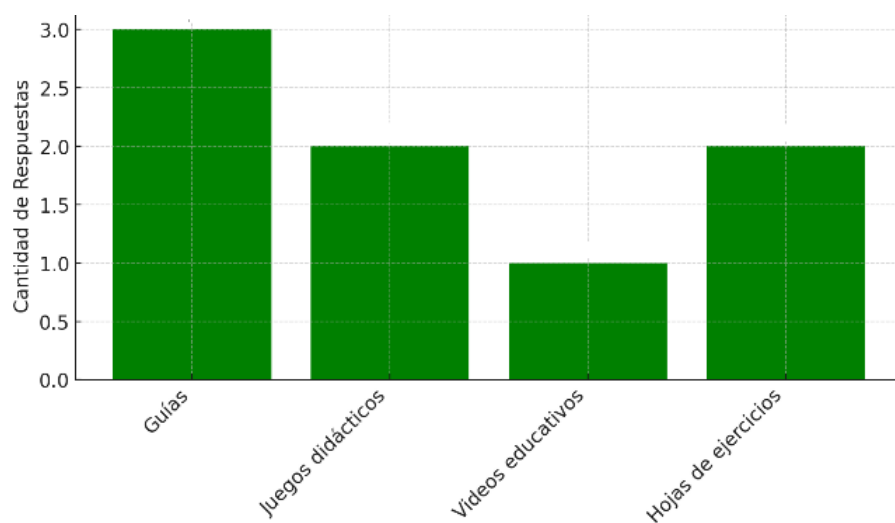
Dificultades en la resolución de ejercicios aritméticos complejos



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U6

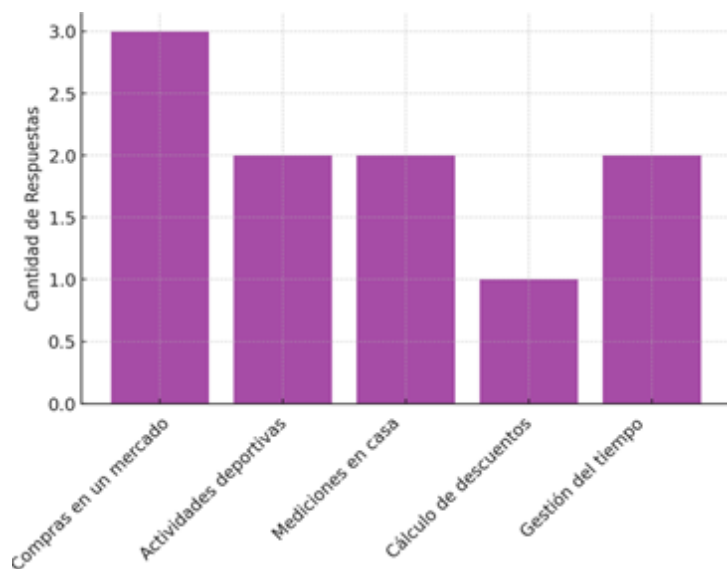
Recursos utilizados para enseñar aritmética



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U7

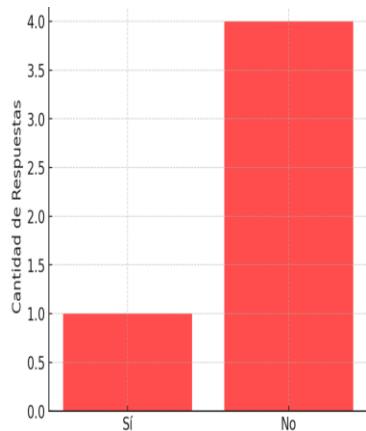
Situaciones cotidianas para contextualizar problemas aritméticos



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U8

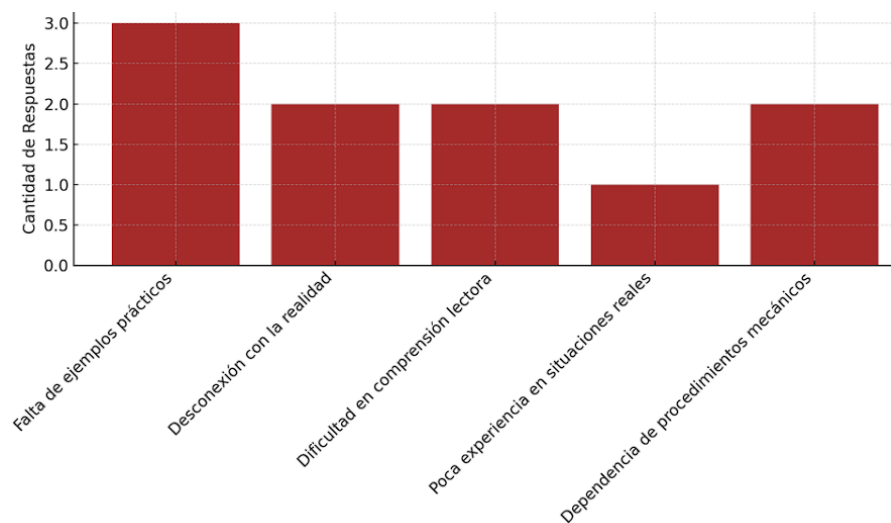
¿Los estudiantes relacionan los problemas aritméticos con su entorno?



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U9

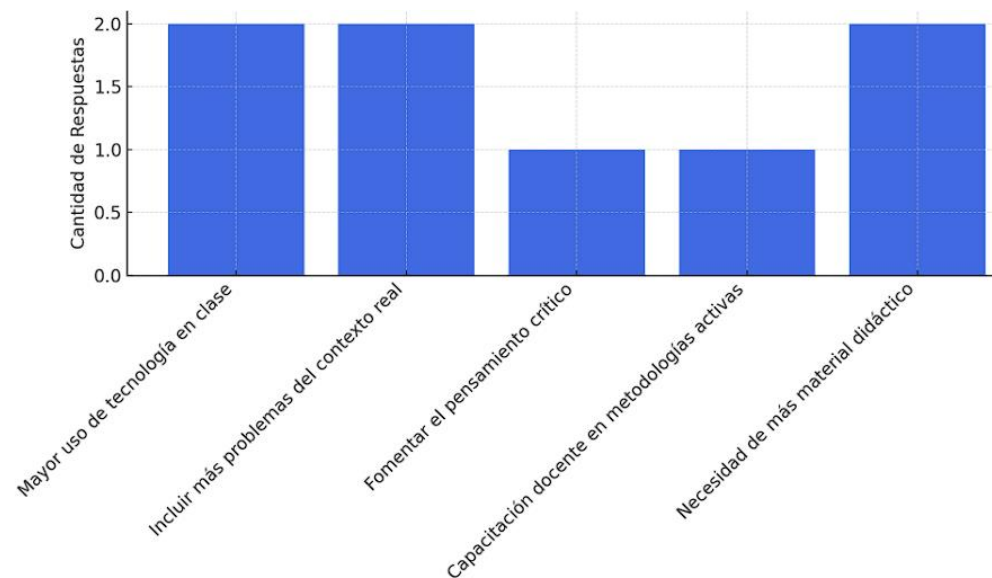
Razones por las que los estudiantes no relacionan la aritmética con su entorno



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U10

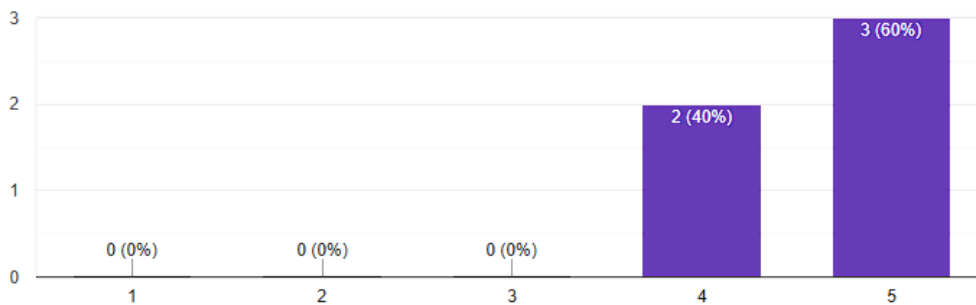
Comentarios adicionales de los docentes



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U11

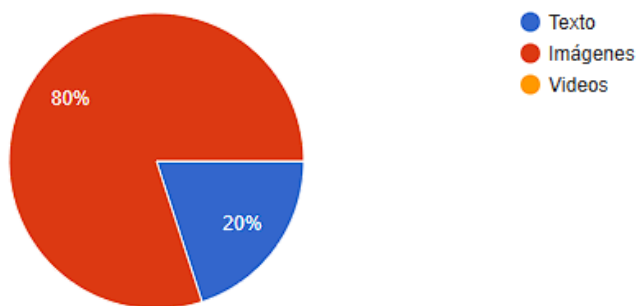
Importancia de la navegación intuitiva en el videojuego (escala 1 nada importante – 5 muy importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U12

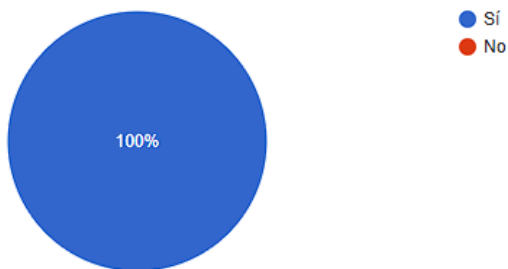
Tipo de tutoriales más efectivos para estudiantes



Nota. Captura de pantalla elaborada a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U13

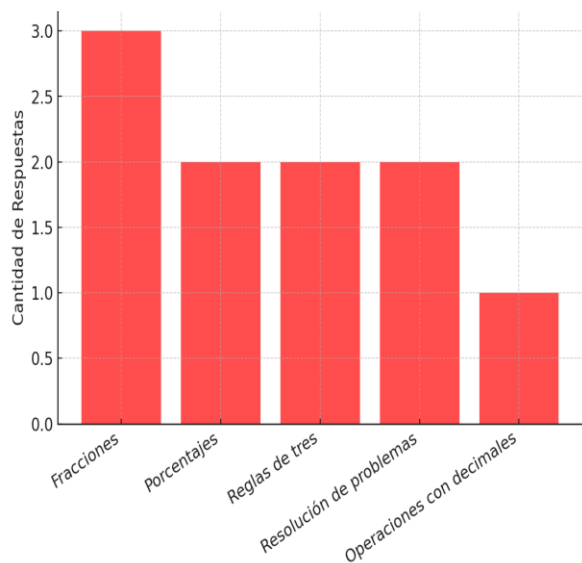
Importancia de un administrador para docentes



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U14

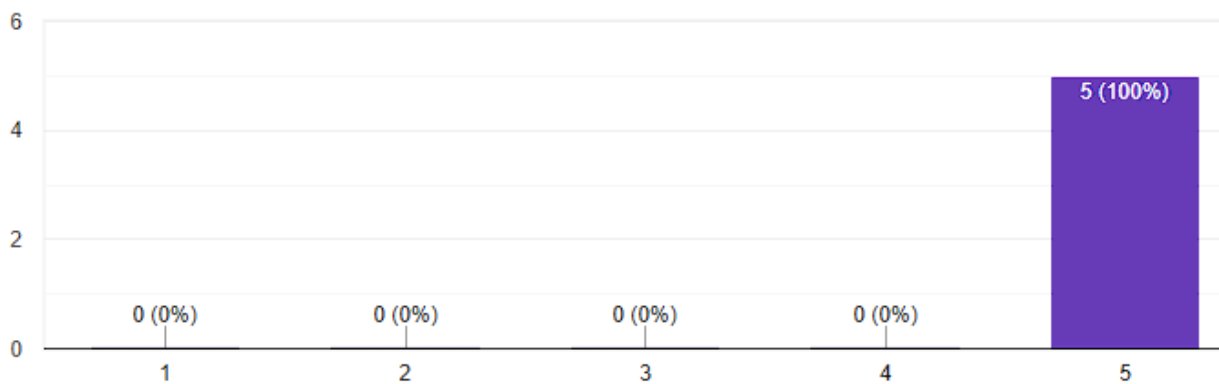
Habilidades específicas en aritmética que deben reforzarse



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U15

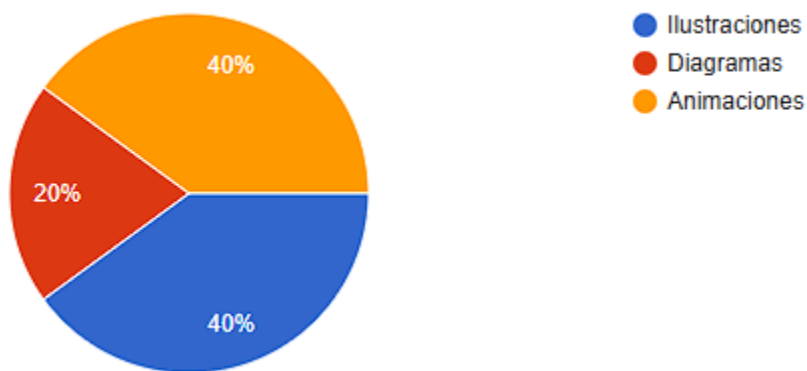
Importancia de basar los problemas del videojuego en situaciones cotidianas (escala 1 nada importante – 5 muy importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U15

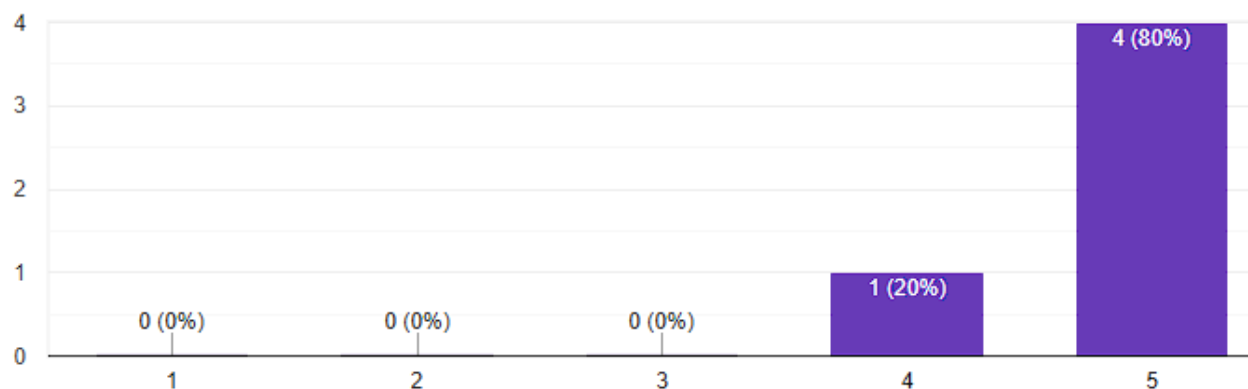
Gráficos que facilitan la comprensión de conceptos



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U16

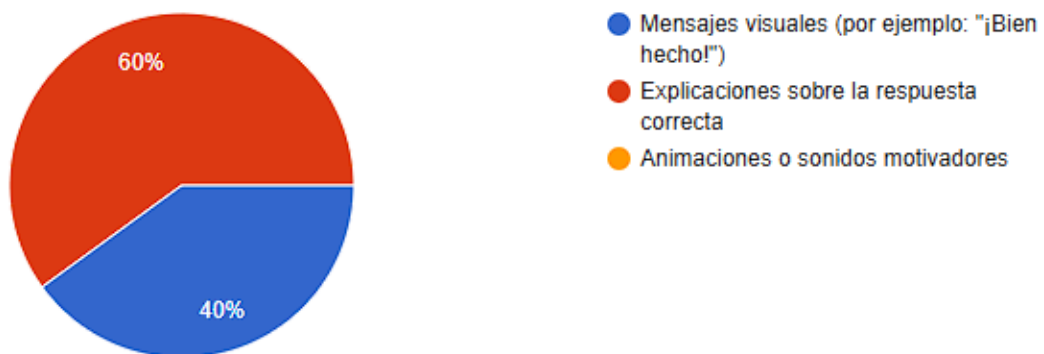
Importancia de un sistema de niveles o progreso (escala 1 nada importante – 5 muy importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U17

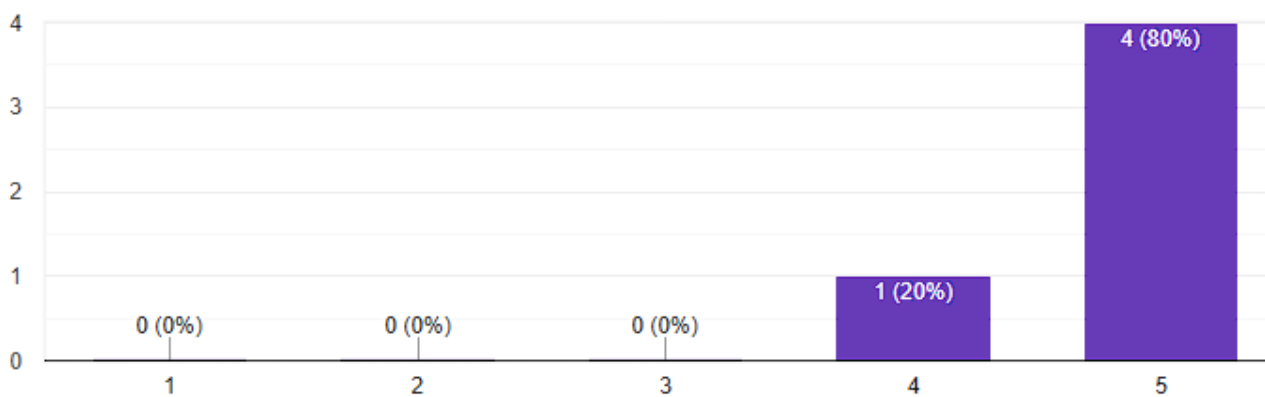
Tipo de retroalimentación más efectiva para los estudiantes



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U18

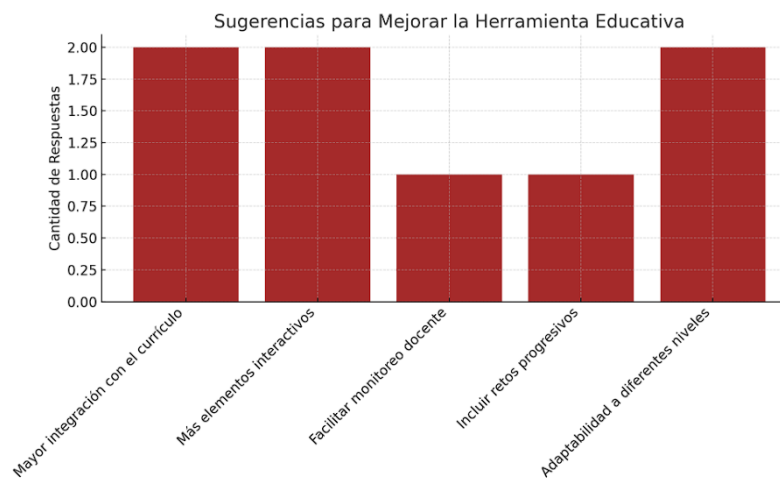
Importancia de la retroalimentación inmediata (escala 1 nada importante – 5 muy importante)



Nota. Captura de pantalla de resultados de Google Forms (2025).

Figura U19

Comentarios adicionales de los docentes



Nota. Elaboración propia a partir de resultados de Google Forms (2025).

Figura U20

Instrumento empleado

Sección 2 de 8

Consentimiento Informado

Propósito del Estudio:
Este proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar un videojuego educativo que mejore las habilidades en aritmética de los estudiantes de sexto grado. Para ello, se realizarán cuestionarios y pruebas que permitan recopilar información sobre tus preferencias y opiniones.

Participación Voluntaria:
Su participación es completamente voluntaria. Si decide participar, puedes dejar de hacerlo en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

Confidencialidad:
Toda la información que nos proporcione será tratada de manera confidencial. No se registrarán sus datos personales ni se compartirá la información con terceros.

Actividades en las que participará el docente:

- Entrevistas iniciales sobre su experiencia en enseñanza de aritmética.
- Validación de prototipos desde la interfaz del docente (panel de administración).
- Evaluación de la utilidad y usabilidad del recurso.
- Participación en pruebas exploratorias de la plataforma y formulación de sugerencias de mejora.

Consentimiento:
Si está de acuerdo con participar, por favor marca la opción correspondiente.

¿Con que genero se identifica? *

Masculino

Femenino

No binario

Prefiero no responder

¿Cuál es su nivel de estudios más alto alcanzado? *

Licenciado

Profesional no licenciado

Especialista

Magister

Doctor

Indique el título académico obtenido

Texto de respuesta breve

Facilidad de Uso

Estas preguntas indagan sobre la importancia de la navegación y claridad en la interfaz para los estudiantes.

¿Qué tan importante considera que la navegación en el videojuego sea intuitiva para que los estudiantes trabajen de forma autónoma? *

1 2 3 4 5

Nada importante Muy importante

¿Qué tipo de tutoriales considera más efectivos para estudiantes de sexto grado? *

Texto

Imágenes

Videos

¿Considera importante un administrador para el docente que asigne niveles y supervise los avances de los estudiantes en el video juego? *

SI

Relevancia Pedagógica

Estas preguntas buscan alinear el contenido del videojuego con las necesidades educativas.

¿Qué habilidades específicas en aritmética deben reforzarse más en sexto grado? *

Texto de respuesta breve

¿Qué tan importante es que los problemas del videojuego se basen en situaciones cotidianas? *

1 2 3 4 5

Nada importante Muy importante

¿Qué tipo de problemas considera más adecuados para mejorar el pensamiento lógico en los estudiantes? *

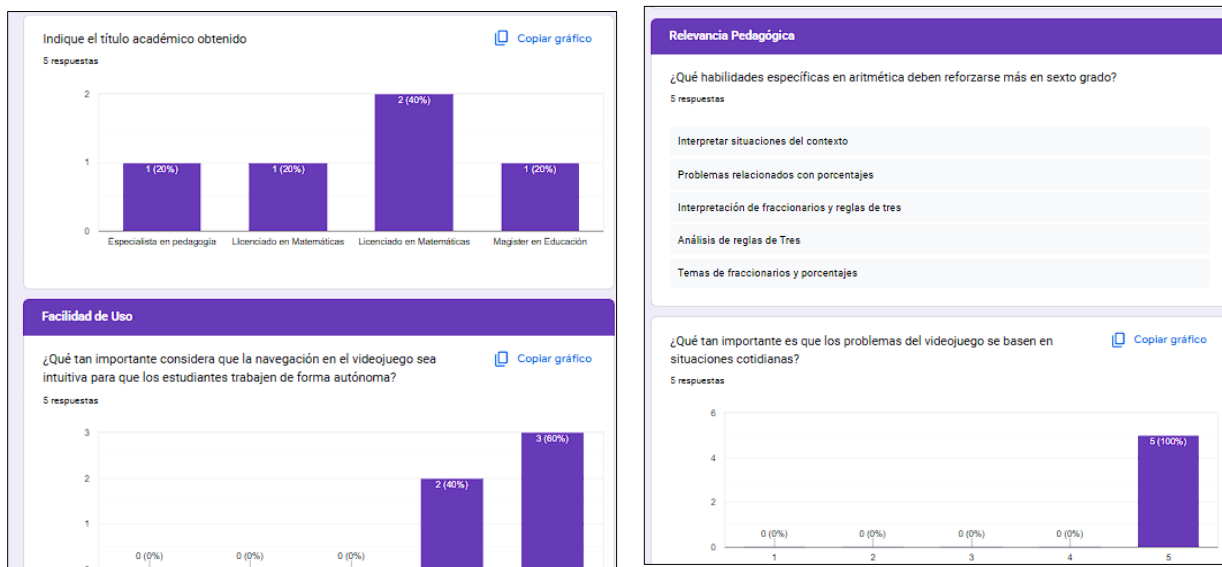
Operaciones básicas

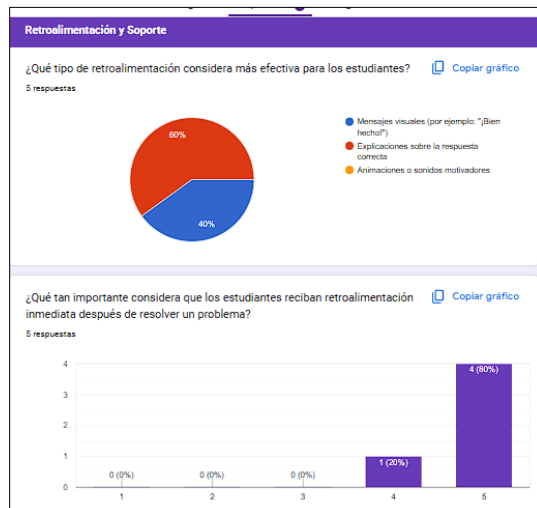
Resolución de problemas aplicados

Nota. Elaboración propia, secuencia de capturas de pantalla del instrumento aplicado en Google Forms (2025)

Figura U21

Resultados obtenidos





Nota. Elaboración propia, secuencia de capturas de pantalla de los datos obtenidos de Google Forms (2025)

Apéndice V. Material de Apoyo para Sesiones Brainstorming

Este apéndice incluye material adicional creado durante la fase de ideación, incluye formatos para trabajar online y en grupo, esquemas de ideas y algunos datos gráficos iniciales recopilados en sesiones con estudiantes de sexto grado. La modalidad fue presencial en un aula de informática.

Figura V1

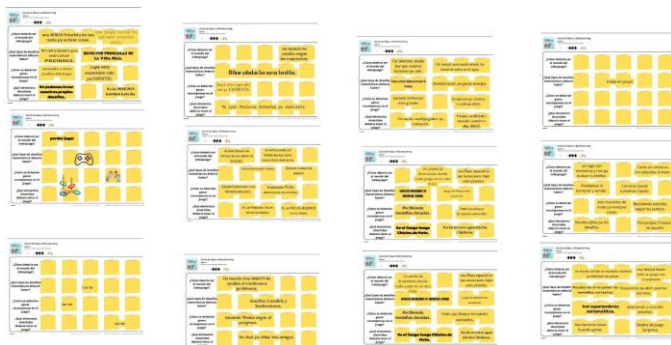
Plantilla de brainstorming



Nota. Elaboración propia, plantilla de trabajo colaborativo publicada en Canva.com.

Figura V2

Datos recolectados sesión brainstorming



Nota. Resultados preliminares de la sesión de brainstorming con estudiantes.

Apéndice W. Resumen de Recomendaciones para el Futuro Desarrollo de CalcuBot

La siguiente tabla sintetiza las principales recomendaciones derivadas del proceso de diseño, evaluación UX y análisis pedagógico del prototipo CalcuBot, estas sugerencias buscan orientar su desarrollo funcional, implementación escolar y evaluación futura.

Tabla W1

Resumen de recomendaciones para el desarrollo y mejora del videojuego educativo CalcuBot

Categoría	Recomendación clave	Enfoque UX / pedagógico
Accesibilidad	Incluir funciones como texto a voz, navegación por teclado, alto contraste y ajustes de fuente	UX inclusivo
Dispositivos	Garantizar compatibilidad con computadores, tabletas, celulares y funcionamiento en entornos sin internet	Acceso universal
Gamificación adaptativa	Ajustar dificultad y recompensas según el nivel del estudiante	Engagement personalizado
Narrativa y contenido	Ampliar la historia, personajes y misiones para sostener el interés y abordar temas avanzados	Motivación sostenida
Evaluación pedagógica	Realizar estudios longitudinales e integrar pruebas alineadas con DBA y Pruebas Saber	Validación curricular
Capacitación docente	Ofrecer formación sobre el uso del videojuego y su integración en el aula	Integración curricular

Categoría	Recomendación clave	Enfoque UX / pedagógico
Colaboración estudiantil	Diseñar modos de juego en grupo, desafíos colaborativos y competencias entre equipos	Desarrollo de habilidades blandas
Participación docente	Asegurar continuidad docente en todas las fases del proyecto para mayor consistencia evaluativa	Co-creación y validación UX pedagógica
Metodologías híbridas	Consolidar el uso combinado de UX, gamificación y pedagogía en futuras versiones	Enfoque interdisciplinario

Nota. Elaboración propia con base en los hallazgos del estudio.

Apéndice X. Correspondencia entre Fases del Proyecto, DCU y Lean UX

Este apéndice detalla la relación entre las fases del proyecto y los métodos usados (Diseño Centrado en el Usuario y Lean UX), permite ver el uso del ciclo Construir–Medir–Aprender, típico de Lean UX, mientras se trabaja en los prototipos funcionales y se valida con los usuarios y las interacciones DCU.

Tabla X1

Correspondencia metodológica DCU y Lean UX

Fase o Intervención	Correspondencia metodológica	Justificación
Diagnóstico inicial (estudiantes y docentes)	DCU	Permitió conocer a fondo a los usuarios, sus conocimientos previos y expectativas.
Lluvia de ideas / brainstorming	Lean UX	Sesiones colaborativas para formular hipótesis de valor y funcionalidades clave.
Revisión del storyboard	DCU	Evaluación temprana de flujos narrativos e interacción desde la perspectiva del usuario.
Validación prototipo de baja fidelidad	DCU	Pruebas iniciales de interfaz y navegación, con observación y análisis de comprensión.
Validación CalcuBot 1.0	DCU + Lean UX	Se recolectaron datos mediante Maze y encuestas para adaptar decisiones de diseño.
CalcuBot 2.0	—	No fue validado con usuarios; se consideró un prototipo de transición de rediseño visual.

Fase o Intervención	Correspondencia metodológica	Justificación
Validación CalcuBot 2.1	Lean UX	Aplicación directa del ciclo <i>Construir– Medir–Aprender</i> para evaluar ajustes clave.

Nota. Elaboración propia con los resultados de las interacciones.