



VIDEOJUEGO PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE DIFERENTES NIVELES DE DOMINIO MATEMÁTICO PARA NIÑOS CON DISCALCULIA

RECIBIDO: 07/10/2022 ACEPTADO: 22/11/2022 ÚLTIMA VERSIÓN: 04/01/2023

VIDEO GAME TO SUPPORT LEARNING OF DIFFERENT LEVELS OF MATHEMATICAL MASTERY FOR CHILDREN WITH DYSCALCULIA

Cecilia Avila Garzon¹

Docente de la Facultad de ingenierías y matemática

Daniel Andres Fierro Velasquez²

Estudiante de último semestre

Nestor Duque³

Profesor del Departamento de Informática y Computación

Como citar este artículo: Ávila et al., (2023) Videojuego para apoyar el aprendizaje de diferentes niveles de dominio matemático para niños con discalculia, revista científica Dynamikos 4 (1). Recuperado de:

RESUMEN

La discalculia es un trastorno propio del desarrollo, de base biológica que altera considerablemente el aprendizaje de las habilidades aritmética y matemáticas en general. Un estudiante que presenta discalculia puede tener dificultad para realizar razonamiento en alguno (s) de los diferentes niveles cognitivos que expresan la forma de razonamiento lógico matemático (espacial, temporal, simbólico, cognitivo). Por tal motivo, es importante identificar estrategias que propendan por una enseñanza eficaz e interactiva de las matemáticas donde se aborden las diferentes formas de razonamiento. Además, se ha evidenciado que los videojuegos han sido ampliamente utilizados en el contexto educativo como una forma de gamificar la experiencia de aprendizaje. En este contexto, el presente proyecto plantea el desarrollo de un videojuego que incluye un set de mini juegos en 2D con mecánicas de point and click en donde el jugador escogerá una categoría de juego. El videojuego servirá de apoyo para los niños de primer grado de primaria, tanto si presentan dificultades de discalculia como si no, reforzando conceptos básicos de operaciones de suma o resta, ejercitando su memoria e identificando figuras geométricas de una manera entretenida.

PALABRAS CLAVE

Videojuego, mini juego, discalculia, desarrollo de software, Unity.

¹ Docente de la Facultad de ingenierías y matemáticas – Fundación Universitaria Konrad Lorenz, FUKL, Colombia cecilia.avilag@konradlorenz.edu.co

² Estudiante de último semestre – Fundación Universitaria Konrad Lorenz, FUKL, Colombia daniela.fierrov@konradlorenz.edu.co

³ Profesor del Departamento de Informática y Computación, Universidad Nacional, UN, Colombia

ABSTRACT

Dyscalculia is a biologically based developmental disorder that significantly impairs learning of arithmetic and math skills in general. A student with dyscalculia may have difficulty reasoning at one (s) of the different cognitive levels that express the form of logical mathematical reasoning (spatial, temporal, symbolic, cognitive). For this reason, it is important to identify strategies that promote an effective and interactive teaching of mathematics where the different forms of reasoning are addressed. In addition, it has been shown that video games have been widely used in the educational context as a way to gamify the learning experience. In this context, this project proposes the development of a video game that includes a set of 2D mini games with point and click mechanics where the player will choose a game category. The video game will serve as support for children in the first grade of primary school, whether they have dyscalculia difficulties or not, reinforcing basic concepts of addition or subtraction operations, exercising their memory and identifying geometric figures in an entertaining way.

KEYWORDS

Video game, mini game, dyscalculia, software development, Unity.

SUMARIO

1. Introducción. 2 Método 2.1.1. Estrategias metodológicas. 2.1.2. Población y muestra. 2.1.3. Instrumentos de recogida de información. 2.1.4. Proceso. 3. Resultados. 4. Discusión y conclusiones. 5. Referencia bibliográfica.

CONTENTS

1. Introduction. 2 Method 2.1.1. Methodological strategies. 2.1.2. Population and sample. 2.1.3. Information collection instruments. 2.1.4. Process. 3. Results. 4. Discussion and conclusions. 5. Bibliographic reference.

Traducción de Gabriela Mistral (Magister en Estudios Culturales - UNAM)
Traducción de Jairo A Niño (Certificado English Proficient - SENA)

1. INTRODUCCIÓN

Existe un trastorno que altera el aprendizaje de las matemáticas denominado discalculia, que trae varias dificultades en la vida de la persona si no se trata a tiempo. La mayor dificultad de dicho trastorno es su detección a temprana edad ya que no todas las personas la manifiestan de la misma manera. Por tal motivo se propone el desarrollo de un videojuego para apoyar con el aprendizaje de las matemáticas y el desarrollo de varios niveles que presentan las formas de lógica de razonamiento matemático que pueden proveer una alternativa para ejercitar la lógica de razonamiento bien sea que se presenten dificultades asociadas a la discalculia o no.

Tales niveles que son el espacial, temporal, aritmético y simbólico que permiten orientar actividades en diferentes grados de escolaridad que para nuestro caso, se orientan a niños de primer grado que puedan o no presentar dificultades de discalculia. Por su parte, los videojuegos en los últimos años se han popularizado entre el público general, en el área del entretenimiento son muy conocidos en diferentes contextos y se ha demostrado en varios estudios que pueden ayudar a las personas a desarrollar varias habilidades como la concentración, los reflejos y la coordinación, además de que

puede aumentar la autoestima de los jugadores, y desarrollar habilidades básicas en los niños [2][3]. Durante los últimos años se han creado varios videojuegos enfocados al aprendizaje de un tema en específico, a este tipo de videojuegos enfocado en temas educativos se les denomina videojuegos serios. Para el desarrollo de cada uno de los mini juegos en este proyecto se tomó como referencia las actividades y niveles de razonamiento matemático propuestos en la tesis de maestría elaborada por Alejandra Hurtado [4] quien propone un entorno informático educativo para niños con dificultades en el aprendizaje en matemáticas y un modelo para la detección de la discalculia mediante dicho entorno.

2. MÉTODO

El método es el apartado en el que se describen las características de la investigación. En este punto se dan las explicaciones necesarias para hacer comprensible el proceso seguido, por lo que se deben incluir los siguientes aspectos:

2.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La metodología implementada para el desarrollo de este proyecto es la metodología SUM, la cual es la ideal para proyectos de videojuegos con equipos pequeños y en un periodo de corto plazo. La metodología está basada en la metodología ágil Scrum y facilita mucho el proceso de planeación y desarrollo de un videojuego. SUM es una metodología para el desarrollo de videojuegos la cual se basa en Scrum que es una de las metodologías ágiles más conocidas, adaptando su estructura para videojuegos y la incorporación de roles, se utiliza principalmente esta metodología por la flexibilidad que otorga para determinar el ciclo de vida y puede ser incorporado fácilmente junto a otras metodologías y así acoplarse a distintas realidades. Al implementar la metodología SUM para el desarrollo de videojuegos proporciona la mejora continua en la administración eficientemente de los recursos y riesgos del proyecto y así lograr una gran productividad en el equipo de desarrollo. SUM se utiliza principalmente en equipos pequeños con proyectos de corta duración [14]. En la Figura 1, se presentan las fases y componentes de esta metodología.

2.1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

El videojuego está desarrollado para niños de entre 6 y 8 años que estén cursando primero de primaria, debido a que en esta edad es la ideal para identificar la discalculia, en esta edad los niños presentan una mayor curiosidad por su entorno y en aprender nuevos temas, lo cual es ideal para el aprendizaje de varios temas relacionados con las matemáticas de una forma divertida para ellos.

2.1.2. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

El videojuego será integrado con la plataforma de bases para la toma de información como los movimientos que realiza el jugador, los cuales son los aciertos, los fallos y los niveles completados en el videojuego. En el momento del desarrollo del presente artículo no se ha realizado pruebas con usuarios reales debido que el enfoque del artículo es en el desarrollo del videojuego para el aprendizaje de las matemáticas de una forma entretenida para los niños.

2.1.3. PROCEDIMIENTO

1. METODOLOGÍA SUM - FASE 1: DESARROLLO DEL CONCEPTO

1.1. Aspectos del juego

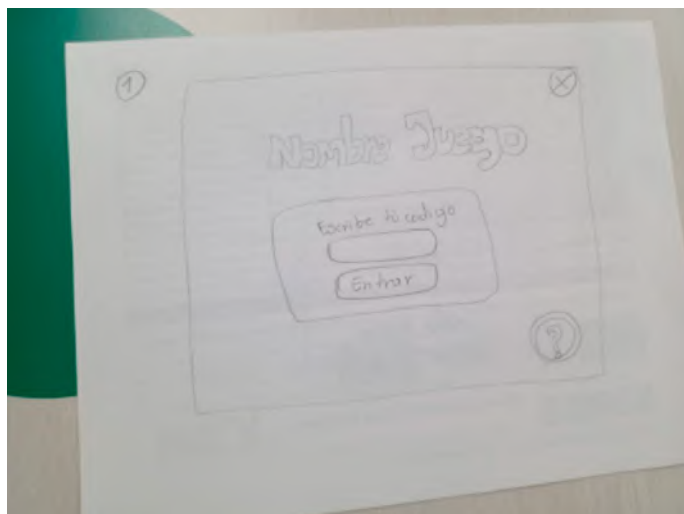
1.1.1. Visión del videojuego

El videojuego estimulara los diferentes niveles que puedan presentar los niños con discalculia, con un mini juego por cada nivel de discalculia, las cuales son la espacial, temporal, simbólico y cognitivo. En la Figura 2 se muestra los primeros sketches de la interfaz gráfica que tendrá el videojuego junto al primer mini juego.

Figura 1. Primeros sketches del menú que tendrá el videojuego y el primer mini juego



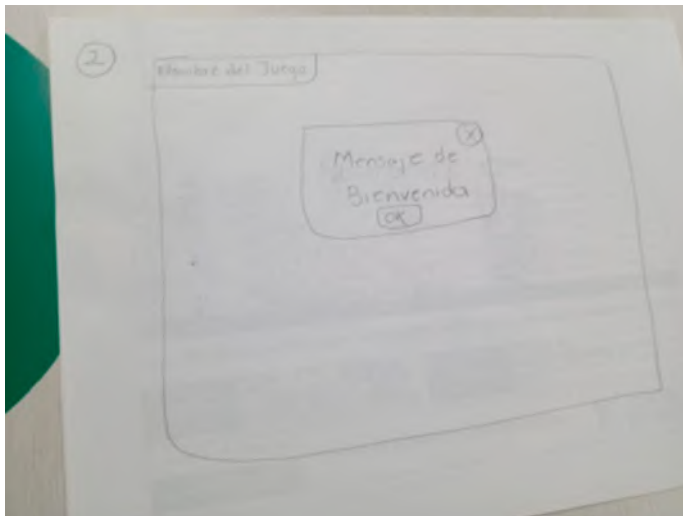
Figura 2: Sketch del menú inicial del juego



En la Figura 3 se muestra con más detalle el primer sketch del menú inicial que tendrá el videojuego.

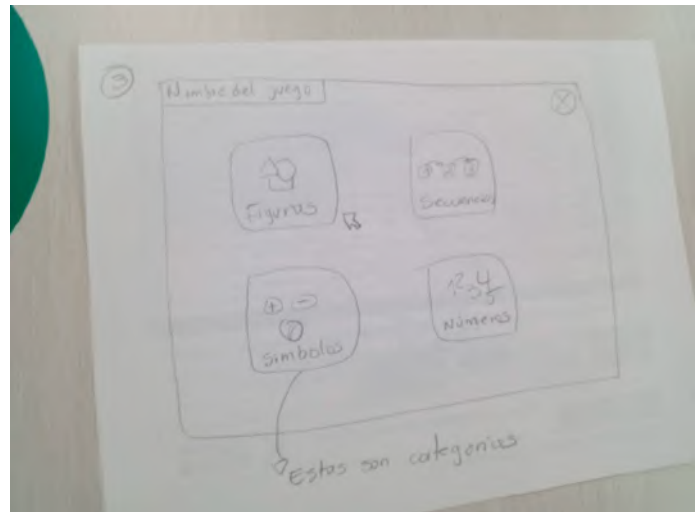
En la Figura 4 se observa el sketch del mensaje de bienvenida que saldrá al iniciar sesión en el videojuego.

Figura 3: Sketch del mensaje de bienvenida del juego



En la Figura 5 se presenta el sketch del menú de cada categoría o niveles de discalculia.

Figura 4: Sketch del menú de los niveles de discalculia



En la Figura 6 se presenta el sketch del menú de los mini juegos que tendrá por cada nivel de discalculia.

Figura 5: Sketch del menú de los mini juegos por cada nivel

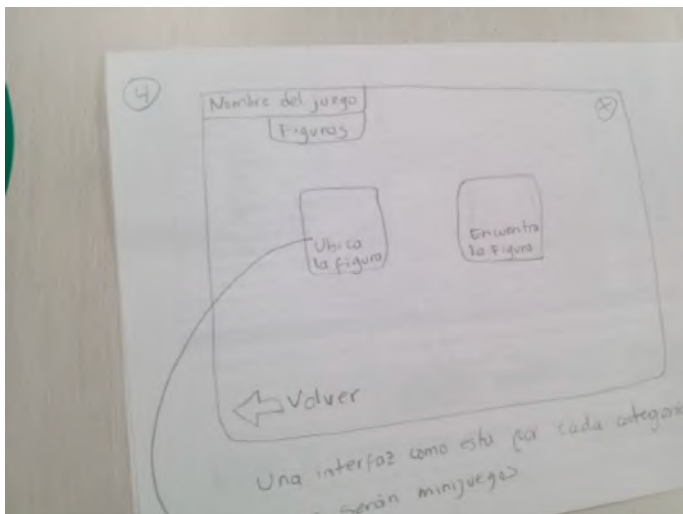
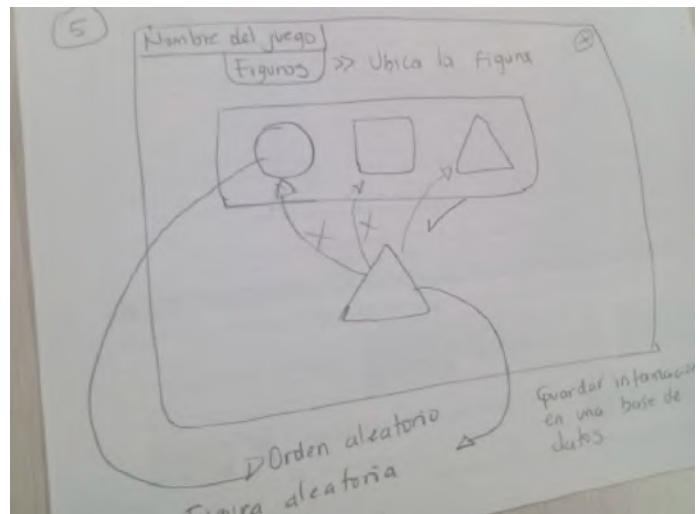


Figura 6: Sketch del primer mini juego



En la Figura 7 se observa el sketch del primer mini juego que habrá en el nivel de figuras.

¿Cuáles son los objetivos del videojuego?

Los objetivos que se tendrán que realizar en el videojuego serán los siguientes:

1. Realizar sumas verticales.
2. Realizar restas verticales.
3. Memorizar secuencias de números.
4. Identificar figuras geométricas.
5. Ubicar secuencias.
6. Interpretar los símbolos matemáticos de suma y resta.
7. Comprender los conceptos de sumar y restar al añadir o quitar cierto número de objetos de un conjunto a otro.

¿Cómo se logran los objetivos?

- **Ubicar la figura**

El jugador tendrá que seleccionar la figura que aparece en pantalla y ubicarla en la respectiva posición que se adecua a la figura geométrica.

- **Encontrar la figura**

Es el segundo mini juego que corresponde al nivel de figuras. En este mini juego, el jugador estará en un ambiente hogareño, se le indicará ubicar el objeto que corresponda a la figura geométrica indicada.

- **Situar secuencias de rutina**

Es el primer mini juego correspondiente al nivel temporal. En donde el jugador tendrá que ubicar cada acción de la vida cotidiana en el orden en que se van ejecutando.

- **Memorizar secuencias**

En el segundo mini juego correspondiente al nivel de secuencias consiste en que al inicio del juego se van a mostrar una serie de números que el jugador tendrá que memorizar para completar el mini juego.

- **Ubicar el símbolo correcto**

Es el primer mini juego correspondiente al nivel de símbolos. El jugador observará una operación completa y tendrá que ubicar el símbolo correcto correspondiente a la operación mostrada.

- **Añadir la cantidad indicada**

Es el segundo mini juego correspondiente al nivel de símbolos. Consiste en que se le indicara al jugador una cantidad de frutas que debe añadir al contenedor. El numero va variando por cada vez que se cargue el nivel.

¿Cuáles son los retos?

Los retos que tendrá que afrontar el jugador son los siguientes:

1. En la identificación correcta de la suma de las frutas.
2. Identificar la cantidad correcta a recolectar de frutas en cada contenedor.
3. Identificar el resultado de la resta después de alimentar el oso.
4. Reconocer la figura geométrica adecuada para cada espacio.
5. Determinar la secuencia de sucesos correcta para cada acción.
6. Interpretar adecuadamente los símbolos matemáticos.
7. Ubicar correctamente cada acción en el orden temporal correspondiente.
8. Memorizar series de números.
9. Ubicar en cada operación el símbolo respectivo.
10. Añadir o quitar la cantidad correcta de frutas.

¿En qué lugar se desarrollaría?

El escenario en donde se desarrollarán los mini juegos será en un bosque colorido, donde el jugador tendrá que superar varios retos relacionados con las matemáticas y las dificultades de los distintos niveles de discalculia. Cada escenario de los mini juegos tendrá una estética simple con colores vivos para lograr una estética llamativa para los niños.

1.1.2. Género

El videojuego será de genero point and click en 2D, en donde el jugador deberá hacer click en ciertas partes del escenario para interactuar con el videojuego. En este tipo de videojuegos solo se necesita el mouse para jugar y es el mando principal para realizar todas las interacciones por el videojuego.

1.1.3. Gameplay

El gameplay, tendrá la mecánica de drag and drop, en donde el jugador podrá arrastrar y mover diferentes objetos del escenario del juego y acomodarlos en los espacios correspondientes a los objetos. También tendrá como mecánica principal señalar objetos correspondientes con el mouse para el mini juego de encontrar la figura geométrica en un ambiente cotidiano.

1.1.4. Características del videojuego

El videojuego tendrá un sistema de identificación para cada jugador por medio de un código único que tendrá cada usuario para registrarse en el juego, al ingresar inicialmente se mostrara un menú por cada nivel de discalculia, que son el espacial, temporal,

simbólico y cognitivo. Al seleccionar uno de los niveles, el videojuego tendrá dos mini juegos por cada nivel de discalculia. En la Figura 8 se muestra el menú inicial del videojuego en Unity.

Figura 7: Menú inicial del videojuego



En la figura 9 se presenta el mensaje inicial de bienvenida que saldrá al iniciar sesión en el juego en Unity.

Figura 8: Menú de bienvenida al videojuego



En la Figura 10 se presenta el menú de selección de niveles de discalculia en Unity.

Figura 9: Interfaz de selección de niveles de discalculia

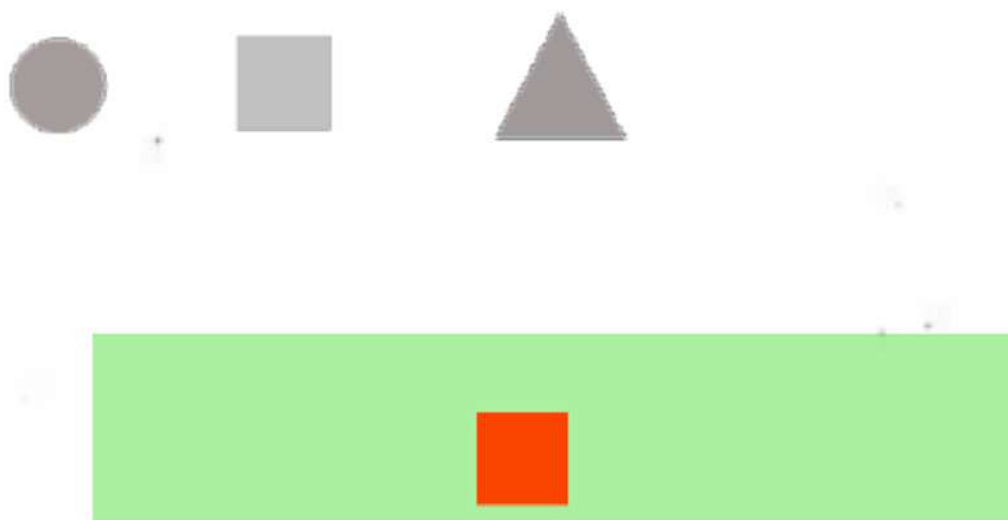


El videojuego tendrá un sistema de identificación para cada jugador por medio de un código único que creará cada usuario para registrarse en el juego, al ingresar inicialmente se mostrara un menú por cada nivel de discalculia, que son el espacial, temporal, simbólico y cognitivo. Al seleccionar uno de los niveles, el videojuego tendrá dos mini juegos por cada nivel de discalculia. Cada uno de los mini juegos está diseñado de tal manera que refleja las principales problemáticas que puede enfrentar un niño que padezca de discalculia, ya que no todas las personas la manifiestan de la misma manera. Por este motivo es complicado identificar la discalculia en algunas personas ya que pueden tener cierta dificultad con algunos niveles de discalculia como lo es la identificación de figuras geométricas, la memorización o identificación de secuencias y al momento de interpretar los símbolos matemáticos más básicos. A continuación, se describen los mini juegos elaborados para los niveles que denominamos Figuras (Nivel Espacial) y Secuencias (Nivel Temporal).

Nivel Figuras

El primer nivel llamado figuras, consiste en la identificación correcto de las figuras geométricas básicas mediante dos mini juegos. El primer mini juego de este nivel el jugador tendrá que ubicar correctamente la figura en cada uno de los slots correspondientes (Fig. 11). Serán tres figuras geométricas que tendrá que ubicar correctamente para pasarlo.

Figura 11: Mini juego de ubicar la figura



En el segundo mini juego el jugador usando el clic del mouse tendrá que seleccionar el objeto con forma a la figura indicada en el recuadro (Fig. 2). Para pasar el mini juego el jugador tendrá que seleccionar correctamente tres objetos con las figuras correspondientes.

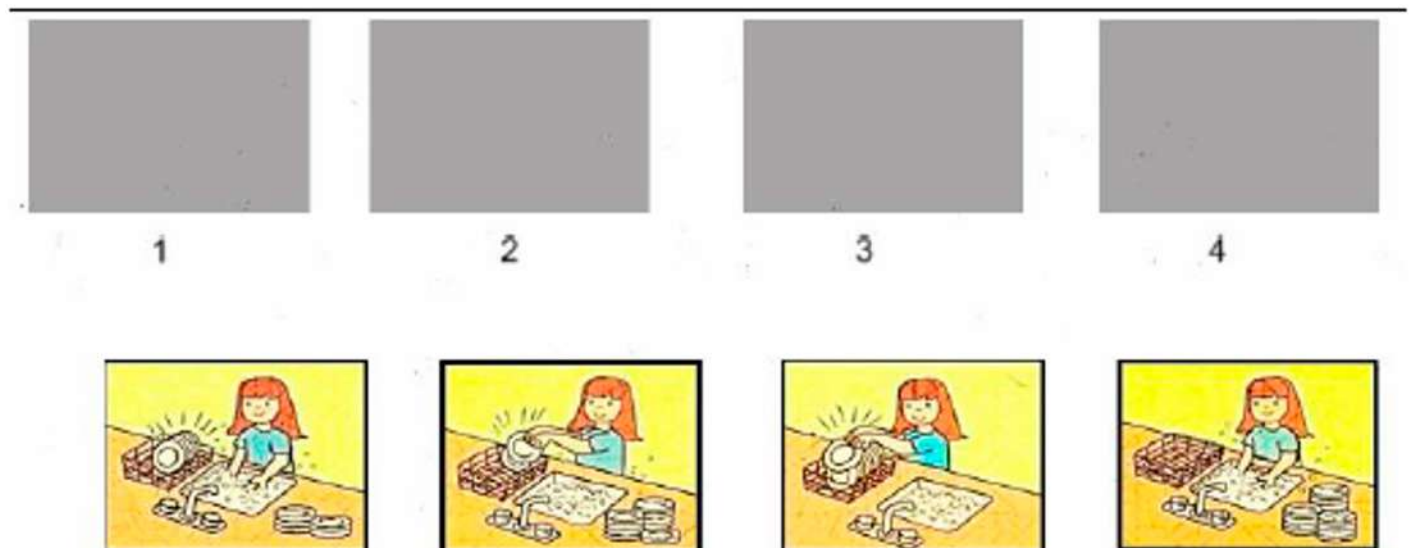
Figura 12: Mini juego de encontrar la figura



- **Nivel Secuencias**

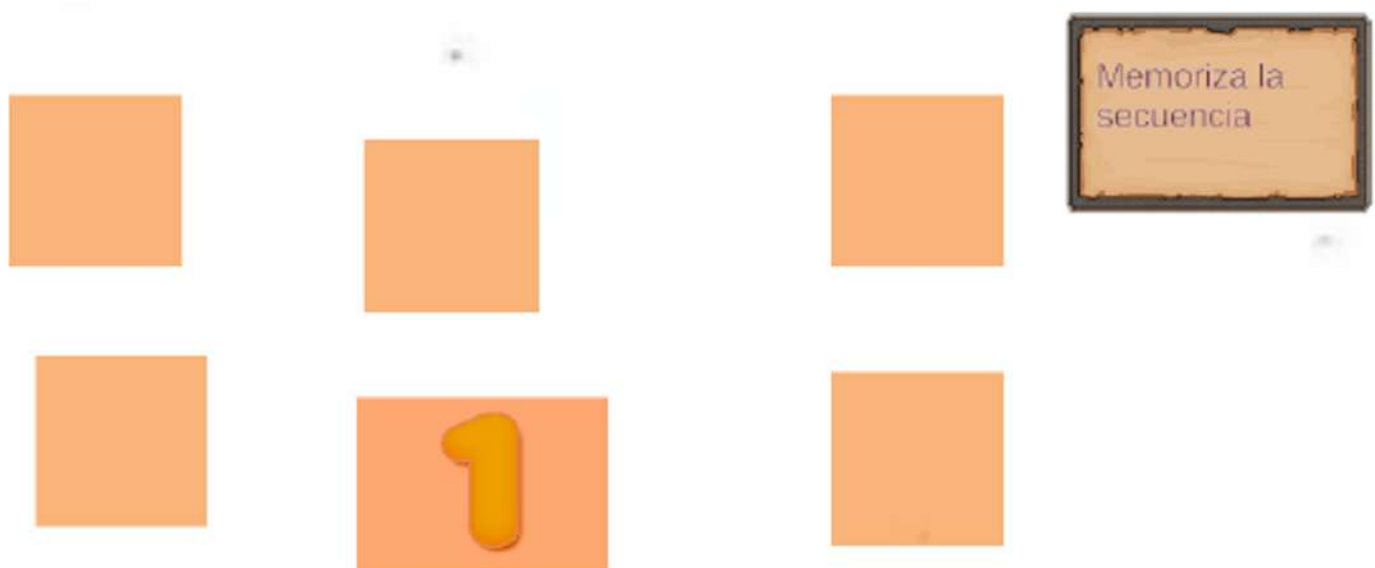
Es el primer mini juego correspondiente al nivel de secuencias. El jugador tendrá que ubicar correctamente la secuencia en el orden en que se ejecuta la actividad (Fig. 13).

Figura 13: Mini juego de ubicar correctamente la secuencia



En el segundo mini juego correspondiente al nivel de secuencias, al iniciar el juego el jugador visualizara una serie de números que van desapareciendo en orden y tendrá que ubicar cada número en el orden y posición correcta. Como se observa en la (Fig. 14).

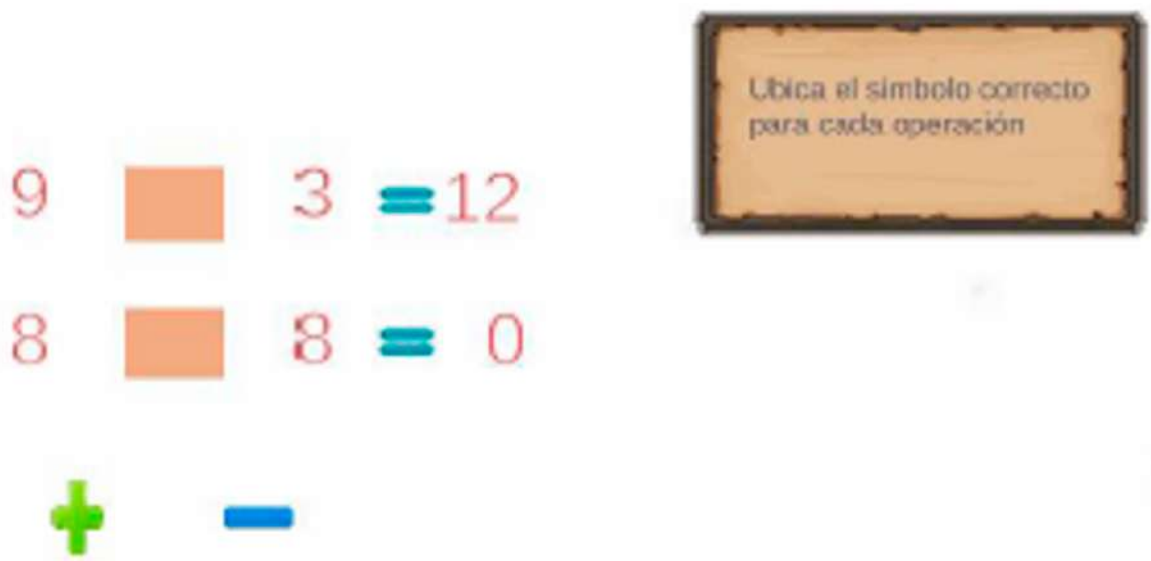
Figura 14: Mini juego de memorizar secuencia de números



- **Nivel Símbolos**

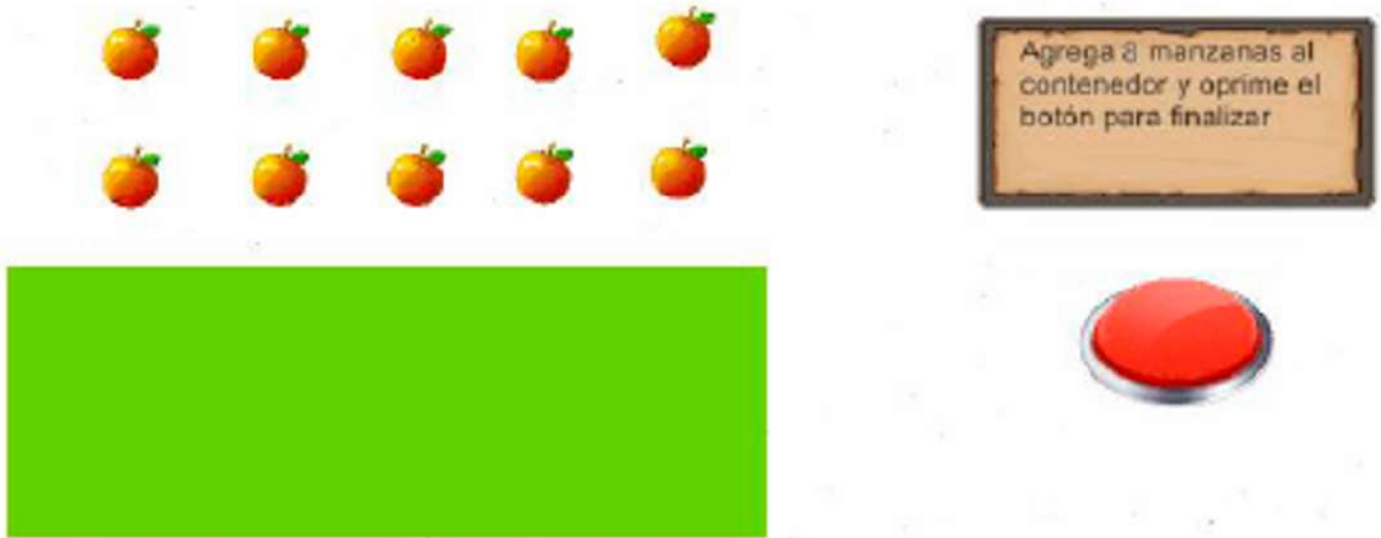
En el primer mini juego de esta categoría consiste en que el jugador tendrá que seleccionar y arrastrar el símbolo correcto dependiendo del resultado de la operación. Los números van variando se cargan en el nivel de manera aleatoria como se observa en la (Fig. 15).

Figura 15: Mini juego de ubicar el símbolo correcto



El segundo mini juego como se observan en la (Fig. 16) consiste en que de manera aleatoria se generará un número que corresponde a la cantidad de frutas que el jugador deberá añadir al contenedor, al terminar de añadir las frutas el jugador oprimirá el botón para finalizar el juego y ver si la cantidad de frutas añadidas es la correcta.

Figura 16: Mini juego de añadir la cantidad correcta de frutas



- **Nivel Números**

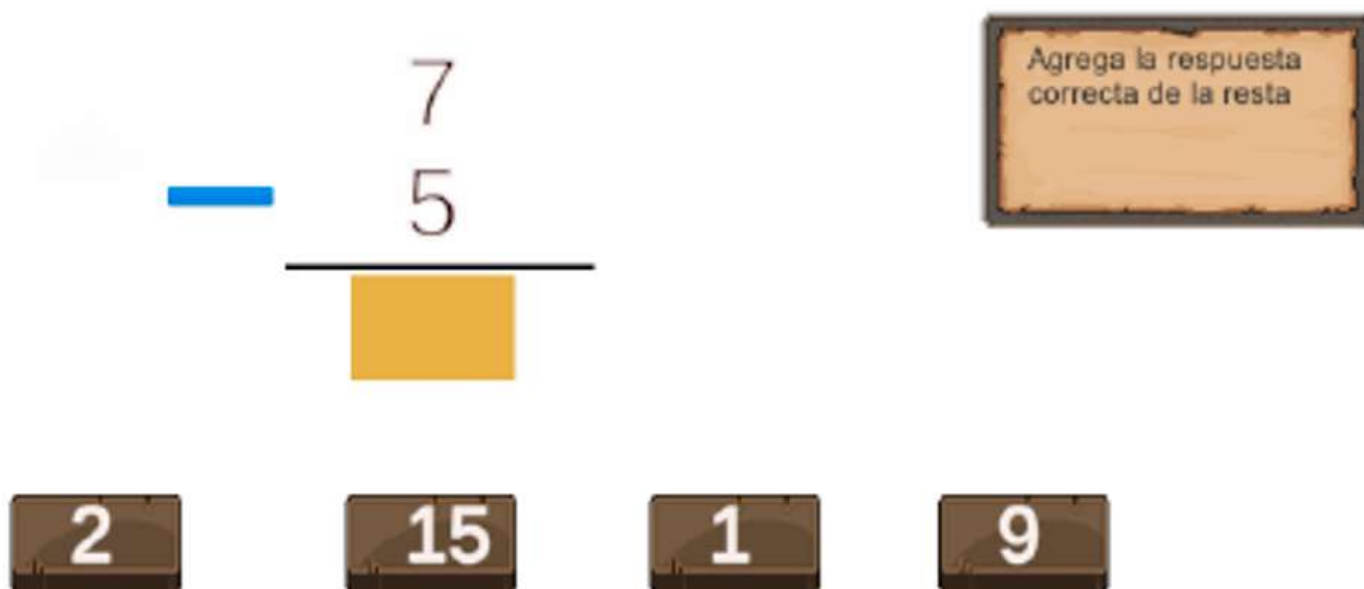
El primer mini juego de números consiste en que el jugador observara una suma vertical, el jugador seleccionara la respuesta correcta de la suma y la colocara en la casilla correspondiente, las operaciones son generadas de manera aleatoria y la respuesta de igual forma estará ubicada de manera aleatoria. Como se observa en la (Fig. 17).

Figura 17: Mini juego de sumas



El segundo mini juego implementa la misma mecánica de operación vertical, pero con restas de igual forma cada operación y resultado se generan de manera aleatoria. Como se observa en la (Fig. 18).

Figura 18: Mini juego de restas



1.1.5. Historia y ambientación

El videojuego está conformado por un set de mini juegos que servirán para apoyar a los niños que presentan dificultades de discalculia, por tal motivo el videojuego no cuenta con ningún tipo de historia o personaje principal ya que el enfoque del videojuego se centra en el aprendizaje de conceptos básicos de suma y resta, ejercitar la memoria e identificar figuras geométricas de una manera divertida.

1.1.6. Pruebas de concepto

Para realizar pruebas del concepto de cada uno de los mini juegos se desarrollaron dibujos a manos de las mecánicas que tendrían los mini juegos y se crearon escenarios prototipos funcionales de las principales mecánicas que tendría el videojuego y de cómo el usuario interactuaría con el mismo. En la figura 19 se muestra un prototipo funcional del concepto de resta en donde al primer el boto el oso se comería la cantidad de galletas especificada

Figura 19: Prototipo funcional del concepto de resta



1.2. Aspectos técnicos

1.2.1. Definir plataformas

El videojuego será desarrollado para la plataforma de PC porque debido al género que tendrá el videojuego de point and click en 2D, la plataforma de PC es la más adecuada debido a la interacción con el mouse. Sin embargo, no se descarta a en un futuro ampliar el videojuego a plataformas móviles.

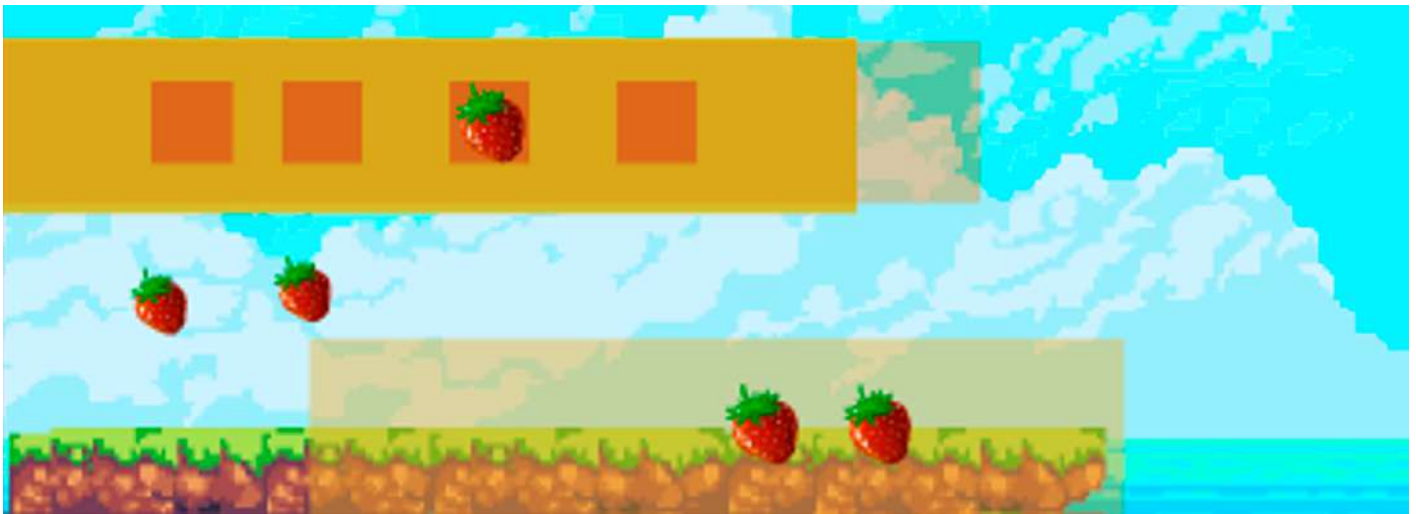
1.2.2. Definir tecnologías y herramientas

El videojuego es desarrollado en el motor de videojuegos de Unity. Se utilizará la plataforma de Firebase como base de datos para realizar el sistema de autenticación del videojuego. Se utilizó la herramienta de Github y Gitkraken para el manejo de versiones del proyecto de unity.

1.2.3. Definir prototipos técnicos

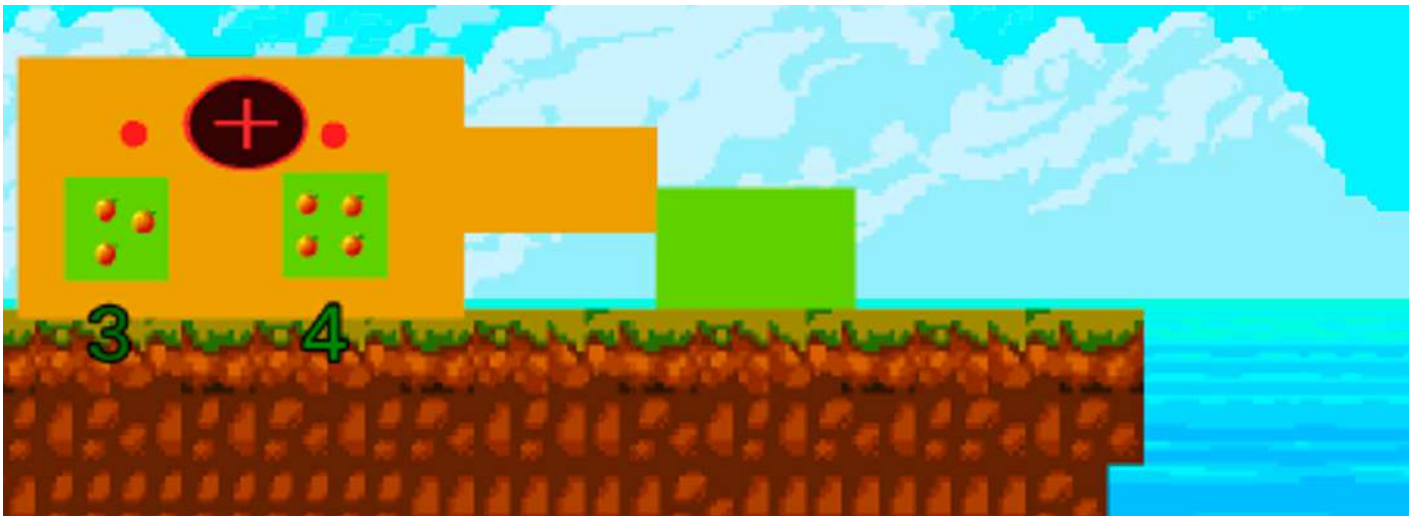
En el desarrollo de los mini juegos se desarrollaron escenas de prueba para ensayar algunas de las mecánicas que tendría el videojuego como el drag and drop como se observa en la (Fig. 20).

Figura 20: Primer prototipo de la mecánica de drag and drop



En el segundo prototipo para las mecánicas que tendría el videojuego se desarrolló la idea de una máquina de suma de frutas que permite visualizar el concepto de la suma, en el desarrollo de este primer mini juego se implementaron en los objetos collider y se desarrolló la mecánica de detección de colisiones entre los objetos del videojuego como se observa en la (Fig. 21).

Figura 21: Prototipo del mini juego de sumas



2. METODOLOGÍA SUM - FASE 2: PLANIFICACIÓN

2.1. Planificación administrativa

2.1.1. Definir equipo de desarrollo

2.1.2. Definir cronograma

Para el desarrollo del videojuego se contó con el apoyo de la Dra Cecilia Ávila Garzón y el Dr Nestor Duque, quienes estuvieron supervisando el proyecto, apoyando en la toma de decisiones y brindando retroalimentación en las pruebas del concepto del videojuego.

Para el desarrollo de la estética se contó con el apoyo de una estudiante que tiene conocimientos de diseño gráfico y apoyo en el diseño de las interfaces que tendría el videojuego.

En el desarrollo de la programación e implementación de las principales mecánicas, fueron desarrolladas por el estudiante Daniel Andrés Fierro Velásquez.

Para el desarrollo del videojuego se definió un cronograma que cuenta con un lapso de tiempo de cuatro meses. Para el diseño de cronograma se utilizó el diagrama de Gant para una mayor facilidad de organizar las actividades que se van a desarrollar a lo largo de estos cuatro meses.

Figura 13. Cronograma del proyecto

Mes		Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
Semana		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fase I: Seleccionar actividades lúdicas asociadas a las operaciones de suma y resta.	Actividad 1: Revisión de la literatura sobre actividades lúdicas relacionadas con la discalculia.																		
	Actividad 2: Hacer búsqueda en bases de datos y otras fuentes.																		
	Actividad 3: Realizar un resumen de todas las actividades encontradas.																		
	Actividad 4: Seleccionar las actividades que mejor se adecuen en un entorno digital.																		
Fase II: Definir las mecánicas y elementos característicos del videojuego mediante la mediación de la docente.	Actividad 1: Escribir la historia del videojuego.																		
	Actividad 2: Establecer las mecánicas que tendrá el videojuego.																		
	Actividad 3: Identificar elementos de estética que se consideraran en el videojuego.																		
	Actividad 4: Documentar las tecnologías que se usaran en el desarrollo.																		
Fase III: Desarrollar el escenario del videojuego para que se adecuen a las mecánicas del mismo utilizando como motor de desarrollo Unity.	Actividad 1: Crear la(s) escena(s) que tendrá el videojuego.																		
	Actividad 2: Recrear actividades lúdicas de suma.																		
	Actividad 3: Recrear actividades lúdicas de resta.																		
	Actividad 4: Implementar un menú o un elemento interactivo que permita al jugador manejar más fácil el videojuego.																		
Fase IV: Realizar pruebas de funcionalidad para verificar que los escenarios y mecánicas del videojuego operen correctamente.	Actividad 1: Realizar pruebas de las actividades de suma verificando que operen correctamente.																		
	Actividad 2: Realizar pruebas de las actividades de resta verificando que operen correctamente.																		
	Actividad 3: Realizar pruebas de las demás funcionalidades que hayan sido implementadas en el videojuego.																		
	Actividad 4: Crear una tabla de documentación por cada una de las pruebas realizadas.																		

2.1.3. Definir presupuesto

Para el desarrollo del videojuego se contó principalmente con una computadora gama media-alta de aproximadamente 3 millones de pesos, para obtener un mayor rendimiento al momento de desarrollar los escenarios y la ejecución del videojuego, se utiliza únicamente assets gratis que se encuentra en la tienda de unity para los sprites de los objetos y de igual forma los sonidos utilizados fueron tomados de páginas gratis en internet.

2.1.4. Definir objetivos del proyecto

Los principales objetivos que tendrá el proyecto serán los siguientes:

- Desarrollo de 8 mini juegos relacionados con cada nivel cognitivo que expresan la forma de razonamiento.
- Lógico matemático (espacial, temporal, simbólico y cognitivo).
- Desarrollar el sistema de guardado de datos entre cada escena.
- Realizar la integración del mini juego para el registro de movimiento de cada usuario en los diferentes.
- Mini juegos que tiene el videojuego.

2.2. Especificación del videojuego

2.2.1. Especificar características

Como principales características funcionales que tendrá el videojuego serán las siguientes:

- Sistema de autenticación con firebase.
- Sistema de drag and drop que permite arrastrar un objeto con el mouse.
- Identificación de objetos con el click del mouse.
- Sistema de colisiones con los contenedores que permita identificar cuando un objeto se Encuentra dentro del contenedor.
- Guardado de datos en firestore.

2.2.2. Priorizar características

3. METODOLOGÍA SUM - FASE 3: ELABORACIÓN

3.1. Iteración 1

3.1.1. Planificación iteración 1

Se definió para la primera iteración el desarrollo de los principales componentes gráficos que tendrá el videojuego junto con los primeros mini juegos relacionados con el nivel de figuras. Las características que se van a desarrollar durante la iteración son las siguiente:

- Desarrollo de los principales menús que tendrá el videojuego.
- Desarrollar las primeras versiones de los mini juegos correspondientes al nivel de figuras que son el mini juego de ubicar la figura y encontrar la figura.

3.1.2. Desarrollo iteración 1

Para el desarrollo de la iteración 1 se realizaron las siguientes actividades:

- Desarrollo de la mecánica de drag and drop con los objetos del nivel.
- Desarrollo del menú para la finalización del nivel.

- Desarrollo de la mecánica para identificar objetos por medio del click en Unity.

3.1.3. Seguimiento iteración 1

En el desarrollo de la iteración se detectó problemas con la implementación de la mecánica drag and drop con objetos que implementan el componente Rigidbody ya que el script que se desarrolló solo funciona para objetos que se encuentran en el canvas de la escena, se desarrolló un nuevo script en específico para la mecánica de drag and drop con objetos que tengan el componente de rigidbody y colliders.

Se detectó algunos errores con la estética del nivel, debido a que era poco llamativa, para solucionar esto se cambió el escenario del mini juego a uno más llamativo y amigable para el jugador. Añadiendo assets de los objetos de UI en Unity.

3.1.4. Cierre iteración 1

El desarrollo de la iteración fue mayormente positivo debido a que las mecánicas a implementar ya se tenía un gran avance por los prototipos desarrollados anteriormente.

Ya se tenía un avance con el código al momento de realizar la implementación de las mecánicas de drag and drop con objetos del escenario del videojuego con físicas.

Para futuras mejoras en las próximas iteraciones, se recomienda siempre tener en cuenta la estética de cada escenario que conecta cada mini juego con la interfaz gráfica para que este siempre mantenga una estética agradable a la vista para los usuarios.

3.2. Iteración 2

3.2.1. Planificación iteración 2

Se definió para la segunda iteración el desarrollo de una primera versión de los mini juegos de la categoría de secuencias y corregir los principales inconvenientes que se tuvo con la primera iteración, mejorar la estética con los mini juegos de la categoría del nivel de figuras.

Las características que se van a desarrollar son las siguientes:

- Desarrollo de una primera versión del mini juego de ordenar secuencias.
- Desarrollo de una primera versión del mini juego de memorizar secuencias.
- Añadir sonidos en el mini juego de ubicar la figura.
- Mejorar la estética en el mini juego de encontrar la figura.

3.2.2. Desarrollo iteración 2

Se realizaron las siguientes actividades para el desarrollo de la iteración.

- Desarrollo de la escena para el mini juego de secuencias.
- Desarrollo de las mecánicas que tendrá el videojuego de memorizar secuencias numéricas.
- Añadir sonidos a los mini juegos existentes que fuera llamativos para los niños y permitan identificar si realizaron correctamente el mini juego o no.

- Cambiar la estética en el escenario del mini juego de ubicar figuras.

3.2.3. Seguimiento iteración 2

Para continuar con el seguimiento de la iteración dos, se mejorará la estética de los escenarios y se añadirán sonidos y nuevos escenarios para el mini juego de memorizar secuencias numéricas.

3.2.4. Cierre iteración 2

Se implementaron de forma adecuada cada una de las mecánicas de los mini juegos de secuencias, para futuras mejoras se añadirán nuevos sonidos y escenarios para implementar nuevas secuencias que el jugador pueda identificar y memorizar fácilmente.

3.3. Iteración 3

3.3.1. Planificación iteración 3

Se definió para la tercera iteración el desarrollo de los mini juegos de la categoría de símbolos y números, realizando una primera versión de los escenarios que tendrá el videojuego y trabajando en la estética del mismo.

- Desarrollo de una primera versión del mini juego ubicar símbolo.
- Desarrollo de una primera versión del mini juego de añadir frutas al contenedor.
- Añadir sonidos y mejorar las estéticas de los escenarios ya desarrollados.
- Implementar aleatoriedad al mini juego de ubicar figuras y ubicar símbolos.

3.3.2. Desarrollo iteración 3

Se realizaron las siguientes actividades para el desarrollo de la iteración 3:

Desarrollo de las escenas de los mini juegos de símbolos y números.

Buscar sonidos correspondientes a completar una acción positiva o negativa.

Añadir sonidos a los mini juegos existentes que fuera llamativos para los niños y permitan identificar si realizaron correctamente el mini juego o no.

3.3.3. Seguimiento iteración 3

Para continuar con el seguimiento de la iteración de continuar mejorando la estética del escenario y la implantación del guardado de datos en cada uno de los escenarios.

3.3.4. Cierre iteración 3

Se desarrolló los mini juegos completos con la implementación de nuevos sonidos, para el mini juego de añadir objetos a un contenedor se utilizó el script ya previamente desarrollo en los prototipos funcionales del videojuego lo que facilitó el desarrollo de la iteración.

3.4. Iteración 4

3.4.1. Planificación iteración 4

Se definió para la última iteración la integración del videojuego con la plataforma de firebase para la autenticación y el guardado de datos para su posterior análisis. Se definieron las siguientes actividades a realizar.

- Desarrollo sistema de guardado de datos de cada movimiento que se realicen en todas las escenas registrando fallos y aciertos en los mini juegos.
- Integrar el proyecto con la plataforma de firebase utilizando el SDK correspondiente.
- Realizar el script de autenticación y registro de datos en la firestore.
- Desarrollar manejo de excepciones al momento de validar el código con la base de datos para la autenticación de usuarios.

3.4.2. Desarrollo iteración 4

Para el desarrollo de esta última iteración se implementó el patrón de diseño singleton para guardar los datos entre cada escena, registrando aciertos y fallos en cada uno de los mini juegos.

Se leyó documentación de firebase para la integración de la autenticación y manejo de la base de datos del mismo.

3.4.3. Seguimiento iteración 4

Mejorar la estética de los escenarios desarrollados y realizar pruebas contantemente en cada uno de los mini juegos por cada cambio realizado.

3. RESULTADOS

Al realizar la investigación de varios artículos para el desarrollo del videojuego se encontró que los niños a temprana edad son una esponja de conocimiento que presentan curiosidad por varios temas, especialmente cuando se trata de plataformas digitales como lo son los videojuegos, en base a ello se desarrolló cada uno de los mini juegos pensando en la mejor estética para los niños de primero de primaria, en el momento de la realización de este artículo no se han realizado pruebas con niños en el videojuego ya que todavía se encuentra en desarrollo, sin embargo se planea en un futuro cercano, realizar el análisis de datos y probar el videojuego a gran escala con varios niños de primero de primaria.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se aborda la discalculia desde la ejercitación de actividades de razonamiento matemático mediante videojuegos. Los videojuegos en general han demostrado ser una excelente herramienta para que los niños puedan aprender varios temas relacionados con las matemáticas de una forma divertida. Con el desarrollo de este videojuego se

busca apoyar el aprendizaje de las matemáticas de una manera diferente, pensando en las diferentes formas de lógica de razonamiento matemático. Las actividades definidas se enfocan a niños de primer grado de primaria considerando los diferentes niveles de razonamiento. En este trabajo se presentaron dos de estos niveles: Espacial y Temporal. Como trabajo futuro se desarrollarán actividades para el Nivel Simbólico y el Nivel Cognitivo.



REFERENCIAS



- CogniFit, “Superar la Discalculia: Tratamiento, Ejercicios, Causas, Síntomas, Tipos, Diagnóstico y Definición.” <https://www.cognifit.com/es/patologias/discalculia> (accessed Mar. 03, 2022).
- D. de Edelmira Osorio Quiroga Wilson David Garzón Duque Universidad Distrital Francisco José Caldas Facultad Tecnológica Tecnología En Sistematización De Datos Bogotá DC, “Videojuego para reforzar conceptos matemáticos a niños de primer grado de primaria que padezcan Discalculia - DinoMathics,” 2019.
- B. G. Gerasimov, “Development of a videogame to improve the math skills of children with dyscalculia,” 2019.
- M. Alejandra and H. Parra, “ENTORNO INFORMÁTICO EDUCATIVO PARA NIÑOS CON DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA,” 2018.
- A. Adrián and J. Blanqué, “Desarrollo de Videojuegos,” 2011.
- M. A. H. Parra and N. D. Duque-Méndez, “Modelo conceptual y tecnológico para apoyo a niños con discalculia,” *Educação & Linguagem*, vol. 21, no. 2, p. 141, Dec. 2018, doi: 10.15603/2176-1043/EL.V21N2P141-161.
- Alejandro Adrián Iglesias, “Desarrollo de Videojuegos,” Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, 2011.
- P. Torres-Carrión, C. Sarmiento-Guerrero, J. C. Torres-Díaz, and L. Barba-Guamán, “Educational math game for stimulation of children with dyscalculia,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2018, vol. 721, pp. 614–623. doi: 10.1007/978-3-319-73450-7_58.
- Julián Pérez Porto and Ana Gardey, “Definición de suma,” 2009. “Propiedades de la resta - RESUMEN fácil con VÍDEOS y EJERCICIOS.” <https://www.unprofesor.com/matematicas/propiedades-de-la-resta-100.html> (accessed May 16, 2022).
- M. A. H. Parra and N. D. Duque-Méndez, “Modelo conceptual y tecnológico para apoyo a niños con discalculia,” *Educação & Linguagem*, vol. 21, no. 2, p. 141, Dec. 2018, doi: 10.15603/2176-1043/EL.V21N2P141-161.
- F. Sella, P. Tressoldi, D. Lucangeli, and M. Zorzi, “Training numerical skills with the adaptive videogame ‘The Number Race’: A randomized controlled trial on preschoolers,” *Trends Neurosci Educ*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, Mar. 2016, doi: 10.1016/J.TINE.2016.02.002.
- A. C. Ticante Hernández, C. M. Herrera Orduña, P. Arguijo, R. Á. Meléndez Armenta, and A. H. Vázquez López, “Videojuego educativo para ayudar a comprender los principios básicos de la programación y desarrollar la habilidad lógica en niños de educación básica,” *Research in Computing Science*, vol. 148, no. 7, pp. 127–139, Dec. 2019, doi: 10.13053/RCS-148-7-10.
- N. Acerenza et al., “Una Metodología para Desarrollo de Videojuegos,” pp. 171–176, 2009.