

**UN JUEGO SERIO PARA EL APOYO DEL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS PARA NIÑOS  
CON SÍNDROME DE DOWN**



**PRESENTADO POR  
NAYIBE MONTEALEGRE CADENA  
ASESORA DEL PROYECTO  
MAG. LEYDI ROCIO ERAZO PARUMA**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA APLICADA  
POPAYÁN  
2021**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de grado a Dios y a mi madre. A Dios porque es mi pilar y fortaleza y ha estado conmigo en cada paso que he dado, por ser quien me ha dado la fortaleza y la perseverancia para culminar cada meta que me he propuesto; a mi madre, quien a lo largo de mi vida se ha preocupado por mi bienestar y darme siempre la mejor educación, por ser mi guía en cada momento y apoyarme en cada reto que en la vida me he encontrado sin dudar de mis capacidades.

## **Agradecimientos**

Agradecerle principalmente a Dios por darme la vida y permitirme culminar y llegar a una meta más en mi vida, agradecerle a mi madre por ser mi fortaleza en cada momento porque con su amor y comprensión me ha ayudado a llegar hasta este punto tan importante en mi vida. Agradecerle a cada uno de los docentes de la Corporación universitaria Comfacauca porque gracias a sus enseñanzas he podido culminar con éxito mis estudios profesionales. Agradecerle de una forma muy especial a mi tutora Leydi Erazo ya que gracias a su dedicación y perseverancia logre sacar este proyecto investigativo. Agradecerle a mi compañero Shenyer Rivera por colaborarme con el desarrollo del juego.

## Tabla de contenido

CAPÍTULO 1. Introducción .....	9
1.1 Formulación del problema .....	10
1.2 Justificación .....	11
1.3 Objetivos .....	12
1.3.1 Objetivo General .....	12
1.3.1 Objetivos Específicos .....	12
1.4 Solución propuesta .....	12
1.5 Estructura del documento .....	13
CAPÍTULO 2 Análisis conceptual .....	14
2.1. Síndrome de Down .....	14
2.2. Educación de personas con Síndrome de Down .....	15
2.3. TIC en educación .....	17
2.4 Trabajos relacionados .....	18
Discusión del capítulo .....	24
CAPÍTULO 3 Diseño del juego serio .....	25
3.1 Pasos para el diseño del juego serio .....	25
3.1.1 Equipo cocreador .....	26
3.1.2 Deseo de integrar juegos serios .....	26
3.1.3 Prediseño .....	27

3.1.4	Diseño.....	27
3.1.5	Producción.....	30
	Componentes establecidos para el desarrollo del juego serio .....	32
	Descripción de los componentes del juego serio .....	33
	Iteración 1: Números .....	34
	Iteración 2: Suma .....	35
✓	Ranking suma .....	35
	Iteración 3: Resta .....	35
✓	Ranking resta .....	35
✓	Ranking general:.....	35
3.1.7	Implementación .....	37
3.2	Ejemplo de uso de juego serio .....	37
	Discusión del capítulo .....	45
CAPÍTULO 4 Evaluación de la efectividad del juego serio .....		46
4.1	Efectividad .....	46
4.2	Población de muestra .....	47
4.3	Evaluación utilizando el método Wilcoxon .....	48
4.2.1	PreTest .....	49
4.2.2	Conociendo el aplicativo .....	53
4.2.3	PosTest.....	54

4.2.4	Aplicación del método Wilcoxon .....	57
	LOS NÚMEROS.....	58
	LA SUMA.....	60
	LA RESTA.....	62
4.2	Evaluación cualitativa.....	65
4.4.	Discusión .....	70
4.5.	Limitaciones .....	71
	Discusión del capítulo.....	71
	CAPÍTULO 5 Conclusiones y trabajos futuros.....	72
	Referencias .....	74

## Tablas

Tabla 2 Revisión de los trabajos.....	23
Tabla 3 Elementos del juego serio elaboración basada en Boude .....	28
Tabla 4 Historia de usuario “Teoría de los números” .....	31
Tabla 5 Cronograma de desarrollo de las historias de usuario.....	36
Tabla 6 Resultados evaluación en papel .....	52
Tabla 7 Resultados evaluación utilizando el juego serio .....	56
Tabla 8 Evaluación PreTest y PosTest de los números .....	58
Tabla 9 Evaluación PreTest y PosTest del módulo suma.....	60
Tabla 10 Evaluación PreTest y PosTest juego módulo resta .....	62
Tabla 11 comparación del tiempo del PreTest y PosTest del tiempo .....	64
Tabla 12 Encuesta realizada a los padres/acudientes.....	65

## Figuras

Figura 1 Modelo para el diseño y producción de juegos serios. Tomado de [47] .....	26
Figura 2 Práctica de los números .....	32
Figura 3 Componentes del juego serio .....	32
Figura 4 Interacción de los módulos del juego .....	34
Figura 5 Interfaz del registro del usuario .....	38
Figura 6 Inicio del juego.....	38
Figura 7 Bloque principal del juego .....	39
Figuras 8 Teoría de los números .....	40
Figura 9 Interfaz teoría número 3 .....	41
Figura 10 Interfaz práctica de los números.....	42
Figura 11 Interfaz evaluación de los números .....	43
Figura 12 Resultados obtenidos evaluación números .....	44
Figura 13 Ranking general en este caso del módulo de los números .....	45
Figura 14 Reunión con padres de familia .....	48
Figura 15 PreTest: Teoría los números .....	50
Figura 16 Evaluación resuelta de la suma.....	51
Figura 17 Evaluación Pretest.....	52
Figura 18 Práctica de los números. Versión inicial de MathKids .....	53
Figuras 19 Evaluación en el juego del módulo de los números.....	55
Figuras 20 Resultados evaluación en el juego .....	55
Figura 21 Resultados prueba Wilcoxon de los números.....	59
Figura 22 Resultados prueba Wilcoxon de la suma .....	61
Figuras 23 Resultados prueba Wilcoxon de la resta.....	63
Figura 24 Pregunta 1 El niño estuvo motivado utilizando la aplicación .....	66
Figura 25 Pregunta 2 Fue fácil para el niño el desarrollo de cada acción .....	66
Figura 26 Pregunta 3 Fue fácil para el niño la interacción con la aplicación .....	67
Figura 27 Pregunta 4 Fue fácil para el niño realizar las evaluaciones.....	67
Figura 28 Pregunta 5 El niño estuvo tranquilo al desarrollar las acciones.....	68
Figura 29 Pregunta 6 El juego serio mantuvo al niño atento y concentrado.....	68
Figura 30 Pregunta 7 El niño se sintió atraído por los colores e imágenes del juego.....	69
Figuras 31 Pregunta 8 El niño demostró interés en seguir utilizando la aplicación .....	69

## **Anexos**

Anexo 1: Historias de Usuario.

Anexo 2: Manual de instalación y uso

Anexo 3 Invitación-Participación

Anexo 4 Teoría, Prácticas y Evaluaciones del Pretest.

Anexo 5 Evaluaciones resueltas Pretest

Anexo 6 Evaluaciones realizadas en el juego por los niños

Anexo 7 Encuesta padres

# **CAPÍTULO 1. Introducción**

Según el censo poblacional del 2018, en Colombia se registran aproximadamente 48 millones de habitantes, donde el 51,2% son mujeres y el 48,8% son hombres [1]. De los cuales para el 2019 se habían registrado un total de 1.521.114 personas que padecen algún tipo de discapacidad según el Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD) [2]. De acuerdo con cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) el 80% de personas que tienen algún tipo de discapacidad pertenecen a los estratos socioeconómicos 1 y 2, donde el 58% son mayores de 50 años y el 12% son menores de edad [3]. Dentro de las discapacidades intelectuales se encuentra el síndrome de Down o trisomía 21, el cual es un “trastorno genético donde el sobrante del material genético genera un retraso leve en la forma en que se desarrolla el infante, sea éste mental o físico” [4].

Las personas con algún tipo de discapacidad pueden llegar a ser discriminadas y sus derechos vulnerados, si no se cuenta con leyes que los protejan y se les garantice que puedan ser integradas a la sociedad. En la Constitución Política de Colombia se obliga al Estado a garantizar un trato diferenciado en los derechos de las personas con discapacidad, con el fin de lograr igualdad real y efectiva, y así cumplir con los tratados internacionales de derechos humanos [5]. El artículo 67 de la Constitución política de Colombia estipula que todo niño, joven y adulto tiene derecho a una educación de buena calidad, por lo tanto, el estado colombiano ha incorporado instituciones y colegios que sean de acceso gratuito para facilitar su acceso a la educación [6].

La Ley General de Educación (Ley 115 de febrero 8 de 1994) define que “la educación para personas con limitaciones es parte integrante del servicio público educativo y, por lo tanto, los establecimientos deben organizar, directamente o mediante convenio, acciones pedagógicas y terapéuticas que posibiliten su inclusión educativa y social”. Por tal motivo, cada colegio con ayuda del Ministerio de Educación realiza un plan de cubrimiento global para la adecuada educación de niños con algún tipo de discapacidad ya sea física o intelectual, teniendo en cuenta que ellos deben ser evaluados de una forma distinta que los niños que no tienen ningún tipo de discapacidad. Cuando se evalúa a un niño con síndrome de Down se debe tener en cuenta que ellos necesitan tener un acompañamiento especial por parte del docente, ya que para ellos es más difícil concentrarse, procesar y almacenar la información, en ocasiones se les dificulta ver, escuchar, entender y responder sobre lo que se le pregunta. Es ahí donde cada docente y terapeuta que acompaña a estos niños, diariamente van construyendo actividades y se apoyan de diversos métodos de enseñanza para garantizar una educación de calidad [7].

En la actualidad las TIC son recursos que ayudan en el proceso de enseñanza, las TIC ayudan a promover la educación inclusiva permitiendo así crear un entorno más compatible y flexible con el fin de que estos niños puedan mejorar sus habilidades, en los últimos años la tecnología se ha incorporado a los métodos de enseñanza

para poder promover e incorporar actividades recreativas y didácticas con el fin de que los niños adquieran un mayor nivel en sus habilidades. Teniendo en cuenta las características psicológicas y el aprendizaje de los niños con Síndrome de Down, se identifica que las TIC ayudan a mejorar las técnicas de atención y concentración, mejora la memoria visual y ayuda a promover un aprendizaje más rápido, por ello las TIC se adaptan a las necesidades específicas de los niños que tienen algún tipo de déficit mental como lo son los niños con síndrome de Down [8].

## **1.1 Formulación del problema**

En Colombia, para el Ministerio de Educación Nacional (MEN) es importante realizar la transformación de un modelo de integración escolar a otro de educación inclusiva, en todas las instituciones que son parte del sistema educativo colombiano. Fortaleciendo la diversidad y el acceso a la educación mediante instituciones y escuelas abiertas y con cierto grado de flexibilidad; para que los niños, niñas y jóvenes puedan compartir una experiencia educativa saludable, desarrollar sus habilidades básicas, ciudadanas y laborales, independientemente de sus capacidades [9].

La educación para los niños con algún tipo de discapacidad tiene como objetivo el desarrollo adecuado de cada uno de ellos tanto en su vida personal como laboral, donde puedan adquirir conocimientos, desarrollar su autonomía e independencia personal, y actuar con madurez y responsabilidad [10]. Teniendo en cuenta esto, es importante identificar las características educativas particulares de las personas con discapacidad, para ajustar los materiales educativos, espacios, instalaciones, y actitudes de los profesionales y compañeros. El síndrome de Down es caracterizado por el retraso mental y está asociado a ciertos rasgos físicos, en el cual los problemas médicos asociados a esta patología genética tienden a variar de un individuo a otro, por lo que amerita una atención especial en todas sus dimensiones [11].

Es importante resaltar que los niños con Síndrome de Down debido a su condición pueden estar expuestos a ser discriminados por la sociedad que los considera en un grado de inferioridad y que los excluye de una educación adecuada para su condición. El proceso de aprendizaje de estos niños y jóvenes es más lento que el de un niño normal, ellos necesitan más tiempo para progresar y entender la información; y esto implica una mayor dificultad para aplicar lo que han aprendido [12]. En general las matemáticas exigen un mayor nivel de abstracción para su entendimiento y aprendizaje, pero para los niños con síndrome de Down el esfuerzo es aún mayor ya que los procesos almacenamiento, codificación y recuperación de la información requieren mayor control en la atención [13]. Estos niños pueden desarrollar habilidades matemáticas, aunque para esto requieren realizar más actividades de repaso y repetición para afianzar los conocimientos.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a través del tiempo se han tornado fundamentales para fortalecer los procesos de aprendizaje, ayudando a mejorar las habilidades de los alumnos y permitiéndoles adquirir conocimientos con

mayor facilidad [13]. La implementación de las TIC en la educación puede permitir a niños con síndrome de Down tener las mismas ventajas que los niños que no tienen ninguna discapacidad, pero es importante conocer sus necesidades para pasar de una educación tradicional a una que se apoye en las TIC, de tal forma que se fortalezca su proceso de aprendizaje [14]. Los juegos serios han cobrado gran importancia para el aprendizaje ya que permiten mejorar habilidades y destrezas en aspectos pedagógicos y didácticos que posibilitan a los jugadores a obtener un conjunto de conocimientos y competencias mayormente prácticos [15]. Este tipo de juegos ayudan al desarrollo de la coordinación ojo-mano; mayor agudeza visual, rapidez de reacción, capacidad de atención a múltiples estímulos, facilidad para relacionarse con otros, alta motivación al logro, mayor tolerancia a la frustración, capacidad para tomar riesgos, resolver problemas y tomar decisiones[16].

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo fortalecer el aprendizaje de las matemáticas en los niños con síndrome de Down a través de la utilización de una herramienta tecnológica?

## **1.2 Justificación**

La educación es un factor importante para poder eliminar o disminuir la desigualdad y la discriminación que existe hacia las personas que tienen algún tipo de discapacidad, ésta permite lograr la inclusión de dichas personas en el ámbito social, cultural y laboral. Es importante considerar que las personas con discapacidad tienen derecho a acceder a las mismas oportunidades que el resto de la sociedad, dejando de mirar su condición como un problema y proporcionando alternativas que fortalezcan el proceso de aprendizaje e inclusión [17].

Para brindarles a los niños con síndrome de Down una educación de calidad, en cualquier tipo de asignatura se debe tener en cuenta que el proceso de aprendizaje de ellos es diferente y presentan un grado mayor de dificultad para entender y asimilar los conceptos que se manejan. En relación con las matemáticas, es de gran importancia que se enseñe desde muy temprana edad ya que esto les permite entenderlas con mejor facilidad y así desarrollar un razonamiento lógico matemático adecuado [15].

¿Por qué un juego serio podría apoyar el proceso de aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down? Los niños con síndrome de Down presentan mayores dificultades en procesos de aprendizaje de matemáticas que los otros niños, las clases y trabajos normales podrían resultar poco motivantes y afectar su ritmo de aprendizaje. Un juego serio al unir lo digital con contenido educativo, podría servir para motivar a los niños a mejorar sus habilidades en matemáticas, al interactuar con el juego los niños podrían aprender conceptos y practicarlos las veces que sean necesarios, de igual manera se podría llevar un control de las actividades que se realicen [13]. El diseño del juego serio podría conllevar que el proceso de aprendizaje de matemáticas sea constante en estos niños estableciendo una interacción amena y agradable con interfaces agradables, contenidos teóricos y retos para verificar el progreso en la adquisición de

conocimientos, aclarando que esto no implica que sea un posible reemplazo del proceso académico y de interacción con los docentes y compañeros de clase, por el contrario, se concibe como apoyo para lograr mayores avances en su proceso de aprendizaje.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un juego serio como apoyo para el proceso de aprendizaje de matemáticas de los niños con síndrome de Down

#### **1.3.1 Objetivos Específicos**

- Identificar los métodos y herramientas utilizados en el aprendizaje de matemáticas en los niños con síndrome de Down teniendo en cuenta sus necesidades especiales.
- Implementar un juego serio para fortalecer las habilidades matemáticas de los niños con síndrome de Down donde se utilicen los métodos y herramientas identificados
- Evaluar la efectividad del juego serio en apoyo del proceso de aprendizaje de matemáticas en los niños con síndrome de Down.

### **1.4 Solución propuesta**

Teniendo en cuenta que la tecnología juega un papel importante en el desarrollo del ser humano ya que permite tener acceso con mayor facilidad a la información y cuando se habla de educación la tecnología brinda herramientas con el fin de ayudar en el proceso de aprendizaje, el desarrollo de este trabajo presenta el diseño de un juego serio como apoyo para el fortalecimiento en el proceso de aprendizaje de las matemáticas para niños con síndrome de Down.

El juego serio fue diseñado teniendo en cuenta la revisión del estado del arte y las técnicas y herramientas que son utilizadas en el proceso de aprendizaje de los niños con síndrome de Down, en el cual se tratan los conceptos de los números, la suma y la resta. Los niños pueden adquirir conceptos teóricos, realizar prácticas y evaluar los conocimientos adquiridos mientras realizan un recorrido en el bosque, cuando han superado la evaluación de un tema se habilitará el siguiente tema hasta llegar al último que es la resta. Al final los niños podrán conocer cuál ha sido el resultado de las evaluaciones realizadas en cada uno de los temas.

## **1.5 Estructura del documento**

Este documento está organizado de la siguiente manera, en el capítulo 2 se presenta el análisis conceptual en el cual se describe las características de los niños con síndrome de Down, su forma de aprendizaje, el papel que juegan las TIC en la educación de estos niños y se presentan algunos trabajos relacionados con el proyecto. En el capítulo 3 se presenta el diseño del juego serio, su estructura y funcionalidades. La evaluación de la efectividad del juego serio en el apoyo del proceso de aprendizaje de las matemáticas para niños con síndrome de Down es presentada en el capítulo 4. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

# **CAPÍTULO 2 Análisis conceptual**

---

En este capítulo se presentan las características de las personas con Síndrome de Down, su proceso de aprendizaje, la importancia de las matemáticas y el uso de la tecnología como herramienta de apoyo en los procesos de aprendizaje. De igual forma se identifican aquellos métodos, herramientas y trabajos relacionados enfocadas en el proceso de aprendizaje de matemáticas en los niños con síndrome de Down teniendo en cuenta sus necesidades especiales.

## **2.1. Síndrome de Down**

El síndrome de Down o trisomía 21 es conocido como una alteración genética la cual es causada por la existencia de un cromosoma extra o una parte de él. *“Las personas con síndrome de Down tienen tres cromosomas en el par 21 en lugar de los dos que existen habitualmente”* y tienen algunas características particulares [4]:

- La forma de su cuello es más corta y tienen problemas en el desarrollo de su cráneo.
- Tienen problemas en sus músculos y eso hace que sus músculos sean más flácidos y débiles.
- Su boca es más pequeña, es notorio que la lengua es mucho más grande que la boca.
- Tienen el paladar alto y estrecho lo cual limita los movimientos de la lengua.
- Sus manos tienden a ser pequeñas y en ocasiones cuadradas
- Por lo general se les dificulta memorizar la información que van adquiriendo
- Se les dificulta poner en práctica lo aprendido a nuevas situaciones.
- Tienen un retraso intelectual muy notorio.

El aprendizaje de los niños con síndrome de Down es más lento y complejo al de los otros niños, por eso las escuelas que tienen en sus aulas estos niños deben estar adaptadas a sus necesidades, teniendo en cuenta que a la hora de enseñarles se debe comenzar por aquellas habilidades que ya tienen adquiridas [18][19]. Cuando se manejan conceptos y aprendizajes nuevos se debe realizar repeticiones de las actividades ya que estos niños tienen memoria de corto plazo y se les dificulta memorizar la información a la primera vez. Es necesario tener en cuenta que cuando se hacen actividades con estos niños, estas deben ser mucho más visuales y cuando se manejen actividades donde se requiere memorización los descansos son necesarios para que logren captar con mayor facilidad lo que se les enseña [20].

En las actividades de aprendizaje que se desarrollan con estos niños es importante manejar actividades que vayan de lo fácil a lo difícil, en la medida que se va adquiriendo un conocimiento se va incrementando el nivel de dificultad. Es claro que para estos niños el aprendizaje de conocimientos que requieren mayor abstracción se les va a dificultar un poco más, en especial las matemáticas son una materia que se les dificulta ya que requieren desarrollar habilidades de pensamiento lógico, mayor nivel de abstracción, procesamiento y almacenamiento de la información, para realizar cálculos y desarrollar problemas planteados. Una forma de facilitar la adquisición de aprendizaje de matemáticas para cualquiera persona y en especial las personas que presentan dificultades intelectuales es realizar actividades donde ellos reconocen que los problemas se pueden representar en situaciones de la vida cotidiana [20].

## **2.2. Educación de personas con Síndrome de Down**

En la actualidad la inclusión en la educación de niños con algún tipo de discapacidad tanto intelectual como física cada vez es más incluyente, ya que se han ido creando normas que permitan que no se vulneren sus derechos. En Colombia se ha venido trabajando para que estas personas tengan acceso a la educación pública reconociendo que el estado, la sociedad y la familia son los responsables de su educación. De igual forma también se establece que es obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica. En algunas instituciones la enseñanza para estos niños es exclusiva ya que existen varias de ellas que trabajan solo con niños con síndrome de Down [20].

A nivel mundial el derecho a la educación digna para las personas que tienen algún tipo de Discapacidad como lo es el síndrome de Down es regulado en la convención de la ONU. En el 2006 la ONU incorporó el artículo 24 de la educación [21], que pide a los países que hacen parte de esta organización, que la educación debe basarse principalmente en la igualdad brindándoles oportunidades académicas a niños que tengan algún tipo de discapacidad, se debe brindar para todos los años de escolaridad una inclusión académica que le permita a los niños que tienen algún tipo de discapacidad desarrollar plenamente sus habilidades académicas. Se debe crear entornos de aprendizajes inclusivos permitiendo que los niños se sientan seguros, apoyados, animados y libres a la hora de expresar sus emociones, para ello se recomienda dar reconocimientos a los estudiantes para motivarlos cada día más para que vayan fortaleciendo sus habilidades.

La educación debe ir orientada al desarrollo de la personalidad y talentos de cada niño que tenga alguna discapacidad intelectual, el artículo 23 del CRC (comité de los derechos de los niños) [22], hace referencia que los niños con discapacidad como lo son los niños con síndrome de Down deben de recibir acompañamiento constante de los educadores con el fin de verificar la efectividad de la educación que están recibiendo.

El acceso a educación de calidad puede contribuir a que las personas, en especial aquellas que tienen discapacidad intelectual o física, desarrollen habilidades que les permitan mejorar su calidad de vida, mayor autonomía e independencia, adquirir responsabilidades y actuar con madurez.

Por eso la metodología educativa incluye un conjunto de estrategias de enseñanza utilizadas por los maestros para entregar contenido de aprendizaje a los estudiantes. Los docentes que trabajan con niños con síndrome de Down deben adoptar un enfoque individualizado de acuerdo a las necesidades de cada niño, como por ejemplo en la elección de objetivos de aprendizaje y los métodos de trabajo para que el proceso de enseñanza sea eficaz. Esto requiere comprender a los estudiantes con los que se está trabajando y analizar sus fortalezas y debilidades para maximizar su potencial [23].

Se recomienda utilizar técnicas y materiales didácticos que favorezcan la experiencia directa. Los educadores pueden actuar como mediadores para acercar el conocimiento a los estudiantes, pero siempre esperando que los niños se conviertan en protagonistas de su propio aprendizaje. Es muy importante utilizar el aprendizaje basado en juegos, debe ser realmente divertido, interesante y atractivo para que estén motivados a participar activamente en el contenido que se enseña. Se deben presentar a los niños actividades simples y significativas que brinden información relevante en su aprendizaje. En algunos casos, se les debe permitir elegir entre varias opciones para aumentar su motivación y capacidad para adaptarse con éxito a estas nuevas opciones. Las actividades deben de ser de corta duración adaptadas de acuerdo a su capacidad de atención y se pueden extenderá gradualmente. Para los estudiantes con síndrome de Down, es mejor planificar muchas actividades a corto plazo en lugar de algunas actividades a largo plazo [23].

Teniendo en cuenta que a los niños con síndrome de Down se les dificulta el aprendizaje de las matemáticas, es importante el desarrollo de diferentes metodologías de aprendizaje las cuales sirvan de apoyo para estos niños. En el desarrollo del material utilizando para del aprendizaje de estos niños se debe tener en cuenta que ellos aprenden de una forma más práctica, donde se les permita manejar objetos los cuales puedan contar. Para los niños con síndrome de Down es importante aprender el área de las matemáticas ya que están son fundamentales en el desarrollo de la vida pues están presentes sin importar si hay o no hay una discapacidad [24].

En el aprendizaje de las matemáticas para las personas con Síndrome de Down es importante evitar la memorización y es mejor aprender los conceptos a través de la práctica, ayudándoles a entender “el lenguaje de las matemáticas” de una forma pausada, desarrollando habilidades como: establecer similitudes de cualquier tipo o naturaleza, como, por ejemplo, de color, forma, tamaño, sabor, brillo o más abstractas como la comida y música preferida [25][26]. Estos estudiantes necesitan experiencias que puedan ser repetitivas de tal forma que entiendan cómo las cosas se asemejan, antes

de querer agruparlas y luego contarlas; establecer agrupamiento entre objetos similares, donde es necesario colocar las cosas que son similares una al lado de la otra, aunque la mayoría de las cosas puedan pertenecer a más de un grupo [27].

### **2.3. TIC en educación**

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) brindan una variedad de recursos que permiten el acceso, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información [28]. En el ámbito educativo, las TIC se han venido utilizando como apoyo en los procesos enseñanza-aprendizaje, ya que permiten que los niños presten más atención, visualizar la información e interactuar con los contenidos es mucho más divertido, además de aumentar su percepción en relación con los colores, los sonidos y las formas que se utilicen [29].

En los últimos años se ha venido trabajando en ideas innovadoras mediante las cuales las TIC puedan ser utilizadas para fortalecer el desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimientos, muchas de estas ideas buscan contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de las personas que presentan algún tipo de discapacidad tanto mental como física [29]. La utilización de las TIC en el proceso de aprendizaje de personas con síndrome de Down contribuye a que puedan desarrollar aspectos cognitivos, emocionales y creativos, considerándolas un elemento clave para el desarrollo de la educación. En general, las TIC han modificado muchos aspectos de la vida, influyendo en las actividades que se realizan diariamente, en el ámbito laboral, académico, personal y familiar [8].

Dentro de las herramientas TIC se encuentran los juegos serios, cuyo objetivo principal es contribuir en la adquisición de conocimiento, desarrollo y práctica de habilidades. Para ello se hace uso de actividades prácticas, imágenes interactivas, recompensas y retroalimentación para motivar a los niños que continúen practicando hasta alcanzar los objetivos planteados. Los juegos serios son de gran ayuda para el aprendizaje de los niños, también contribuyen para mejorar sus conductas y actitudes, permitiéndoles efectuar con mayor facilidad actividades que tienen algún tipo de complejidad [30].

De acuerdo con Cristian López [16] y Marcano [31], los juegos serios son diseñados e implementados para fines educativos (adquirir, memorizar y practicar conocimientos), más que para fines de entretenimiento. Aunque su finalidad sea el componente educativo debe también incorporar componentes lúdicos para hacerlo atractivo e interesante para quien lo usa. Es importante entonces tener en cuenta lo que espera el jugador y lo que realmente ofrece el juego, proponer ejercicios para la resolución de problemas prácticos y de la vida real.

Algunas características y aportes importantes de los juegos serios de acuerdo con [31] y [32] están relacionadas con: i) fortalecer y mejorar competencias en temas sociales, políticos, económicos, entre otros; ii) permiten al jugador la toma de decisiones de acuerdo a su rol dentro del juego; iii) al ser un espacio de simulación el jugador no corre peligro; iv) permiten practicar tareas y ejercitar rutinas, y con el tiempo adquieren ciertas destrezas y habilidades; y v) son divertidos para generar motivación y que el jugador supere los retos y alcance el objetivo propuesto.

En las aulas se necesita que las actividades que se desarrollen despierten el interés de los niños, permitiéndoles que pongan en práctica sus habilidades, por ello se considera importante la inclusión de los juegos serios ya que estos ayudan en que las aulas se conviertan en espacios más entretenidos. Los juegos serios contribuyen a motivar a los niños haciendo interesante la adquisición de nuevos conocimientos, por ello los docentes a la hora de implementar juegos serios deben tener en cuenta las necesidades específicas que presentan los niños de tal forma los juegos serios le permitan al niño estar activo, motivado y que pueda canalizar su energía [33] .

## **2.4 Trabajos relacionados**

El manejo de aplicaciones o herramientas tecnológicas pueden fortalecer el proceso de aprendizaje de las personas con discapacidad facilitando el acceso y aprovechando más lo aprendido [34]. Algunos trabajos relacionados se presentan a continuación, estos son los más relevantes para este trabajo de investigación:

En [13] se evidencian los resultados obtenidos en la evaluación de una aplicación que se diseñó con el objetivo de facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de Matemáticas para personas con síndrome de Down. La metodología de desarrollo está basada en una revisión bibliográfica de las distintas herramientas y métodos utilizados para la enseñanza de matemáticas a esta población y por medio de una prueba piloto desarrollada con cuatro aprendices se demuestra que el uso de las aplicaciones en dispositivos, como tabletas y smartphones, facilita la enseñanza a personas con necesidades de apoyo. Sin embargo, en este trabajo no se implementa un juego serio como herramienta utilizada para el aprendizaje de las matemáticas.

Números especiales es una aplicación móvil que fue diseñada como una herramienta de apoyo para que los niños aprendieran a contar, emparejar, ordenar, comparar, seleccionar y así ejercitar lo que se les enseña en el aula de clase. Contribuye en el desarrollo del aprendizaje de los niños con síndrome de Down al proponer diferentes actividades que se van realizando con el fin de practicar los conceptos aprendidos. Esta aplicación no es gratuita y por lo tanto no es de fácil acceso para todas las personas en especial las que tienen escasos recursos [26]. Una investigación sobre la utilidad del uso de tablets como una herramienta para el desarrollo del aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down es presentada en [19]. En esta investigación se evidenció que la utilización de las tablets facilita la adquisición de aprendizaje y permite mejorar sus conocimientos relacionados con las operaciones matemáticas.

Manuela y Pastrano en [35] desarrollaron un juego serio para fortalecer el aprendizaje de las operaciones básicas como la suma y la resta para niños con síndrome de Down. La

evaluación realizada determinó la utilidad del juego serio, en donde el 80% de los alumnos presentaron un mejor desempeño en los temas aprendidos. Este juego serio está disponible para ser utilizado como una aplicación web y no como aplicación móvil. El desarrollo de un aplicativo web para ayudar a fortalecer el pensamiento lógico matemático en niños y niñas con Síndrome de Down, dirigido específicamente a la construcción del concepto de cantidad, es presentado en [36]. Se les enseñó conceptos relacionados con orden, identificación de números, asociación número-cantidad y resolución de problemas. Los resultados reflejan que el apoyo de estrategias tecnológicas está asociado de forma significativa con el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, este trabajo de investigación fue probado con una niña de ocho años y un niño de once años.

Un aplicativo móvil y de escritorio, cuya finalidad es fortalecer el aprendizaje de lecto-escritura de forma autónoma, respetando el ritmo de trabajo de cada persona y proponiendo actividades adecuadas a cada estudiante es presentado en [37]. Los resultados evidenciaron que el 63% de los niños y niñas con síndrome de Down mantienen un aprendizaje lento y aprenden con mayor dificultad ya que les es difícil tener una buena concentración. Aunque este trabajo no fue realizado para el aprendizaje de matemáticas, es importante considerar cómo fue desarrollado y las consideraciones y resultados que tuvieron para su implementación.

Aguilar y Adell [38], realizaron un videojuego como herramienta de apoyo educativo para mejorar las habilidades prosódicas y comunicativas de las personas con Síndrome de Down, el cual está constituido por diferentes actividades para que estos niños las resuelvan. Los datos del jugador obtenidos en su tiempo de juego y su posterior análisis permiten obtener resultados de lo más general a lo más particular, encontrando que los usuarios que manejaron la aplicación obtuvieron mejoras y avances en sus habilidades conmutativas. Se realizó una valoración global de la actuación comunicativa y de las destrezas prosódicas del usuario. En [39] realizaron un software educativo multidispositivo para realizar actividades de asociación, selección y clasificación relacionadas con personajes y situaciones de su vida cotidiana en niños con síndrome de Down. Como resultado de la implementación del software se logró que los estudiantes desarrollaran las actividades con mayor entusiasmo, ya que la mayoría de ellos muestran un gran interés por las herramientas tecnológicas.

En [40] desarrollaron una aplicación móvil con actividades de lectura y escritura, el mismo que se basa en la metodología Troncoso, la más idónea para el aprendizaje de lectoescritura para los estudiantes con Necesidades Educativas Especiales como el Síndrome de Down, se pudo verificar que ellos tuvieron progresos en su aprendizaje de lectoescritura, además de disfrutar con dichas actividades, lo que confirma la efectividad del aplicativo móvil. En [41] desarrollaron un Portal Web Dinámico Educativo que permite que el niño con Síndrome de Down manipule la información proporcionada mediante herramientas informáticas, juegos didácticos que les ayuden a retener información procesada. Como resultado obtuvieron que el portal web fortalece el desempeño del lenguaje oral de los niños con Síndrome de Down.

Un trabajo desarrollado con el fin de que los niños con síndrome de Down fortalezcan su aprendizaje en el área de inglés es presentado en [42], esta plataforma web contiene cuatro objetos enfocados a fortalecer tres de las cuatro habilidades básicas del inglés (escuchar, leer y escribir). Diseñaron para cada objeto un modelo de evaluación diferente teniendo en cuenta como es la forma de aprendizaje de ellos y como resultados se observó que para los niños con síndrome de Down es más divertido y más fácil aprender el inglés manejando la

tecnología ya que les permite absorber la información de una forma más didáctica. Navas en [43], presenta un proyecto que busca incrementar la atención y aprendizaje en niños con síndrome de Down, la interfaz de la plataforma fue diseñada utilizando especialmente elementos audiovisuales de objetos que incentivan procesos afectivos, cognoscitivos y de comportamiento con los animales, su hábitat y su alimento. Se realizó un análisis cuantitativo con esta herramienta en el que los resultados evidencian una mejora notable en la atención y retentiva que el niño direcciona al juego, logrando una interacción que facilita el proceso enseñanza aprendizaje.

En [44] desarrollaron una aplicación móvil que facilita el aprendizaje de los niños con síndrome de Down mediante dos fases que tiene el juego: la primera se basaba en enseñarles las letras del abecedario y facilitar la percepción y la memoria de estos niño; la segunda fase quería que los niños lograran identificar los colores y que los puedan clasificar según su tonalidad, como resultado se obtuvo que los niños se sienten más atraídos por una aplicativo móvil a comparación de la enseñanza tradicional, sin embargo esta aplicación no está relacionada con el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

El Ministerio de Educación de Chile junto con la Unidad de Educación Especial elaboraron la propuesta metodológica “Matemática Funcional para Estudiantes que Presentan NEE” [25][45]. Este manual contiene aspectos esenciales de las matemáticas para la educación básica, ajustado para personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE), entre ellas las personas con síndrome de Dow. Conceptos como los números, problemas aditivos, problemas multiplicativos y manejo del dinero son tratados en el manual, de tal forma que los niños comiencen identificando, clasificando y agrupando los elementos que utilizan en la vida diaria y luego puedan comenzar el proceso de realizar operaciones matemáticas con ellos.

Tabla 1 Trabajos relacionados y solución propuesta elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Propuestas	Síndrome de Down	Materia / Área asignatura	Tipo de aplicación	Actividades	Pago	Edades	Idioma
Números especiales [26]	No	Matemáticas	Web-móvil	Teorías Prácticas	Si	10-18	Español Inglés
Achievements of Numeracy Abilities to Children with Down Syndrome: Psycho-Pedagogical Implications [19]	Si	Matemáticas	Móvil	No manejan actividades	No	8-13	Español
La enseñanza de las Matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles[13]	Si	Matemáticas	Móvil	Evaluaciones	No	19-26	Español
Desarrollo de un juego serio que ayude a las personas con síndrome de Down a mejorar sus competencias matemáticas [35]	Si	Matemáticas	Web	Evaluaciones	No	10-15	Español
Desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños y niñas con síndrome de Down con el apoyo de estrategias tecnológicas [36]	Si	Matemáticas	Web	Prácticas	No	8-11	Español
Matemática Funcional para Estudiantes que Presentan NEE [45]	Si	Matemáticas	Documento	Prácticas	No	Sin edad definida	Español
Análisis de diseño y desarrollo de un software informático que facilite el aprendizaje y reconocimiento del lenguaje escrito en niños con síndrome de Down [37]	Si	Lenguaje Español	Web	Prácticas	No	7-12	Español
Instrumento de Evaluación de un videojuego educativo Facilitador del aprendizaje de habilidades prosódicas y comunicativas [38]	Si	Español	Móvil	Evaluaciones	No	9-17	Español
Software educativo multidispositivo como ayuda para facilitar el aprendizaje de niños con síndrome de Down basado en el método perceptivo-discriminativo [39]	Si	Cognitivo	Multidispositivo	Evaluaciones	No	Sin edad definida	Español
Análisis, diseño e implementación de un aplicativo móvil de lecto - escritura para estudiantes con síndrome de Down de la escuela de educación básica "Agustín vera loor", utilizando método Troncoso [40]	Si	Lectoescritura	Móvil	Prácticas	No	6-12	Español
Portal web dinámico, para el desarrollo de habilidades y destrezas de los niños con síndrome de Down en la unidad educativa especializada Cotopaxi en la parroquia Ignacio flores [41]	Si	Lenguaje oral	Web	Prácticas	No	Sin edad definida	Español
Diseño de objetos de aprendizaje virtuales para la enseñanza del inglés a niños con síndrome de Down [42]	Si	Inglés	Web	Prácticas	No	Sin edad definida	Español Inglés
Juego interactivo para incrementar la atención y retentiva visual en niños con síndrome de Down [43]	Si	Atención y retentiva	Juego serio	Evaluaciones	No	Sin edad definida	Español
Desarrollo de un serious game como herramienta de apoyo a la enseñanza en niños con síndrome de Down [44]	Si	Lectura y colores	Juego serio	Prácticas Evaluaciones	No	Sin edad definida	Español
<b>Esta propuesta</b>	<b>Si</b>	<b>Matemáticas</b>	<b>Juego serio</b>	<b>Teorías Prácticas Evaluaciones</b>	<b>No</b>	<b>Sin edad definida</b>	<b>Español</b>

Teniendo en cuenta la **Error! Reference source not found.** se observó que a pesar que ya existen trabajos que están enfocados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estos niños, ninguno de ellos presenta un material completo donde se le permita al niño tener teorías, prácticas y evaluaciones. Estos tres elementos pueden considerarse como relevantes para el desarrollo del aprendizaje de estos niños, ya que con las teorías ellos aprenden los conceptos ya sea por textos, imágenes o sonidos, es importante establecer estrategias a largo, a medio y a corto plazo para así establecer cómo van a estar estructurados los conceptos que se les van a impartir, es fundamental para que los niños puedan desarrollar sus destrezas y mejorar sus habilidades realicen prácticas para que fortalezcan lo aprendido en los conceptos; es muy importante realizar cualquier tipo de evaluaciones con el fin de que los maestros o los encargados del aprendizaje de estos niños puedan observar cuales son los niveles de aprendizaje [46].

En la Tabla 1 se realiza un análisis de los trabajos encontrados en el estado del arte; para establecer aquellos aspectos **relevantes** que se deben tener en cuenta al desarrollar una herramienta tecnológica relacionada con el proceso de aprendizaje, se tiene en cuenta el análisis teórico ya que nos permite evidenciar cuales son las características propias que se deben tener en cuenta a la hora de implementar herramientas tecnológicas en el proceso del aprendizaje de los niños con síndrome de Down. Se observa la importancia de dejarles claro a los niños lo que se les va a enseñar ya sea en las aulas o en las herramientas tecnológicas con el fin de que los niños aprendan los conceptos, es importante establecer estrategias a largo, a medio y a corto plazo para así establecer cómo van a estar estructurados los conceptos que se les van a impartir, es fundamental para que los niños puedan desarrollar sus destrezas y mejorar sus habilidades que realicen prácticas con el fin de que los niños pongan en práctica lo que aprenden de los conceptos; es muy importante realizar cualquier tipo de evaluaciones con el fin de que los maestros o los encargados del aprendizaje de estos niños puedan observar cuales son los niveles de aprendizaje. Se evidencia que para la mayoría de los trabajos es fundamental el uso de sonido, textos, imágenes y colores; los cuales les permiten a los niños adquirir con mayor facilidad los conceptos de un área específica

Tabla 1 Revisión de los trabajos  
Fuente: Elaboración propia

Propuestas	Sonido	Texto	Imágenes	Colores	Números y letras
Números especiales [26]	Si	Si	Si	Azul Negro Blanco	Si
Achievements of Numeracy Abilities to Children with Down Syndrome: Psycho-Pedagogical Implications [19]	No	Si	No	No utilizan colores	Si
Desarrollo de un juego serio que ayude a las personas con síndrome de Down a mejorar sus competencias matemáticas [35]	Si	Si	Si	Azul, verde	Si
Desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños y niñas con síndrome de Down con el apoyo de estrategias tecnológicas [36]	No	No	Si	Verde morado azul amarillo rojo naranja	Si
Matemática Funcional para Estudiantes que Presentan NEE [25]	No	Si	Si	Verde, azul, negro, blanco	Si
Análisis de diseño y desarrollo de un software informático que facilite el aprendizaje y reconocimiento del lenguaje escrito en niños con síndrome de Down [37]	No	No	Si	Amarillo rojo verde azul	Si
Software educativo multidispositivo como ayuda para facilitar el aprendizaje de niños con síndrome de Down basado en el método perceptivo-discriminativo [39]	Si	No	Si	Amarillo rojo verde azul café	Si
Análisis, diseño e implementación de un aplicativo móvil de lecto - escritura para estudiantes con síndrome de Down utilizando método Troncoso [40]	No	No	Si	Rojo amarillo azul verde	Si
Portal web dinámico, para el desarrollo de habilidades y destrezas de los niños con síndrome de Down en la unidad educativa especializada Cotopaxi en la parroquia Ignacio flores [41]	Si	No	No	azul	Si
Diseño de objetos de aprendizaje virtuales para la enseñanza del inglés a niños con síndrome de Down[42]	Si	Si	Si	No utilizaron	Si

## **Discusión del capítulo**

En el capítulo 2 se presenta la revisión de trabajos relacionados con el aprendizaje de niños con síndrome de Down en diferentes áreas como lo son las matemáticas, inglés y lectoescritura. En la revisión de dichos trabajos se evidenció la importancia de implementar herramientas tecnológicas y metodologías que contribuyan a mejorar el aprendizaje de estos niños en diferentes áreas del conocimiento. Se encontró que los juegos serios son un apoyo para fortalecer el proceso del aprendizaje de los niños con síndrome de Down y en diferentes trabajos se tuvo en cuenta que las imágenes y textos tienen que tener un formato concreto el cual les permita entender con mayor facilidad los conceptos a estos niños. En algunos trabajos no se tiene en cuenta la edad de los niños ya que el método de aprender de cada uno de ellos es muy distinto, se observó que para la mayoría de los trabajos es importante implementar sonidos ya que gracias a estos es más fácil que los niños entiendan lo que está escrito. La mayoría de los trabajos que se encontraron no están relacionados con el aprendizaje de las matemáticas y de los que se enfocan en esta área de conocimiento, solo un es un juego serio. De acuerdo con esta revisión, se establece la necesidad de implementar herramientas tecnológicas como los juegos serios que de acuerdo a sus características puedan ser utilizados para contribuir en el proceso de aprendizaje de los niños con síndrome de Down, en especial en el área de matemáticas.

# **CAPÍTULO 3 Diseño del juego serio**

En este capítulo se presentan los pasos realizados para el desarrollo del juego serio, desde la concepción de la idea hasta la entrega del mismo. Se presentan aspectos técnicos como la estructura de la implementación, diseño de la interfaz, herramientas utilizadas para la codificación, metodología de desarrollo que se siguió y un ejemplo de uso.

## **3.1 Pasos para el diseño del juego serio**

Teniendo en cuenta la revisión del estado del arte realizada y la extracción de ciertas características importantes para el diseño de juegos serios, para el desarrollo de este proyecto se tomó como referencia el “Modelo teórico para el diseño y producción de juegos serios” propuesto por [47]. De igual forma se tuvieron en cuenta aspectos relevantes extraídos de trabajos previos como los colores, la figuras, los textos (Ver Tabla 2). Se debe tener en cuenta que los niños pasan por diferentes etapas de aprendizaje, comenzando desde que bebes ya que aprenden por medio de los sentidos sobre el mundo que los rodea; entre los 2 y los 7 años desarrollan sus habilidades de razonamiento, entre los 7 y 12 años los niños aprenden a pensar por fuera de sí mismo, lo cual les permite adquirir ciertas responsabilidades, de los 12 en adelante los niños ya pueden razonar lo que les permite poner a prueba sus ideas. Es importante tener en cuenta como les gusta aprender a estos niños: si a los niños les gusta aprender por medio de imágenes se debe implementar materiales con fotografías, imágenes, pinturas y videos con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje de estos niños, y si por el contrario a los niños les resulta fácil aprender leyendo textos es importante facilitarles materiales con textos o audios que se adecuen a los niños.

En la Figura 1 se presentan las fases del modelo propuesto por Boude para el diseño y producción de juegos serios [47], y que fueron seguidos en este trabajo de grado. Inicialmente se debe establecer el equipo de co-creación que participará en la construcción del juego serio, luego se deben establecer las razones por las cuales se desea implementar el mismo. En la fase de pre-diseño se identifican las necesidades educativas que se abordarán y se establece el entorno donde se utilizará el juego serio, en la fase de diseño se establece la historia y el objetivo de juego, así como también se seleccionan las herramientas de desarrollo que se utilizarán. En la fase de producción se ensamblan las partes de juego serio definidas anteriormente, se realizan pruebas y ajustes necesarios, y se realiza el manual de instalación y uso. Finalmente, en la fase de implementación los usuarios (docente y estudiante) utilizan el juego serio para identificar posibles ajustes finales de realizar la evaluación con los usuarios finales (niños con síndrome de Down).

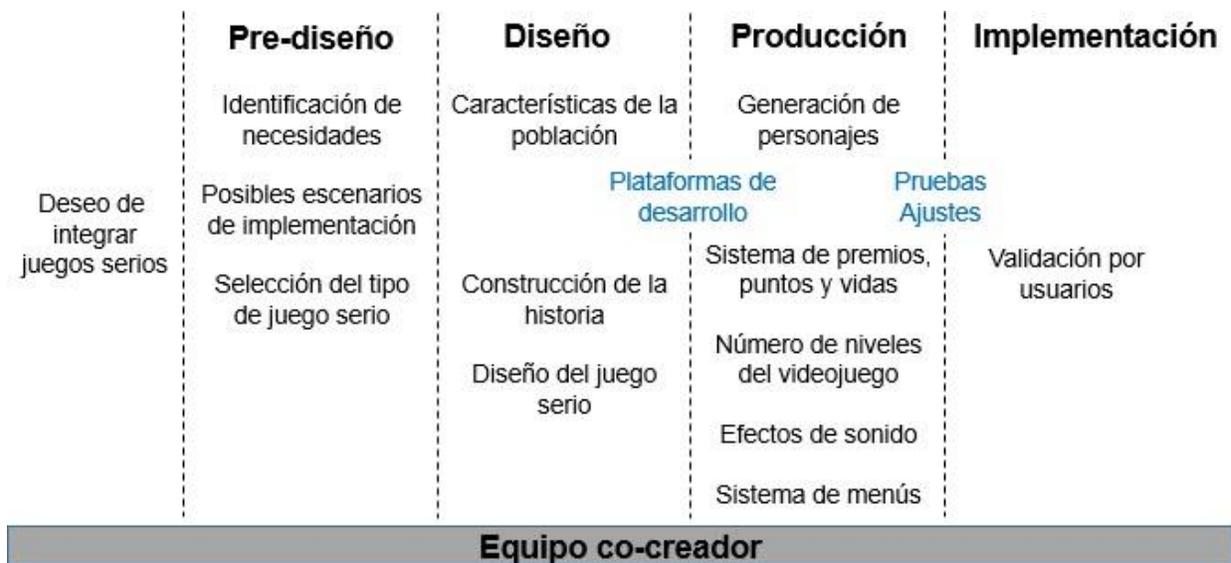


Figura 1 Modelo para el diseño y producción de juegos serios. Tomado de [47]

A continuación, se detallan cada uno de los pasos realizados para el diseño del juego serio de acuerdo a lo establecido por Boude en [47]

### 3.1.1 Equipo cocreador

Para el desarrollo del juego serio denominado MathKids se contó con un grupo de personas que cumplieron con diferentes roles:

**Diseñador:** Leydi Erazo, Nayibe Montealegre

**Desarrollador:** Nayibe Montealegre Cadena y Shenyer Rivera (desarrollador de apoyo) quienes tienen conocimientos en programación en lenguaje Java y Android

### 3.1.2 Deseo de integrar juegos serios

La intención de crear un juego serio como apoyo para el proceso de aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down, surge de la necesidad evidenciada en las personas con síndrome de Down ya que el aprendizaje de esta área del conocimiento presenta mayor dificultad para aprenderla y aplicarla en la vida diaria. Los niños con síndrome de Down debido a sus capacidades intelectuales limitadas se ven enfrentados a problemas de integración en la vida académica y laboral, es por eso que se pretende que el juego serio sirva como apoyo para que los niños mejoren sus habilidades en matemáticas y así puedan de alguna manera mejorar sus condiciones de vida. La idea que sea un juego serio se debe a que estos permiten a los niños aprender y ejercitar con mayor facilidad los conceptos [48]

### **3.1.3 Prediseño**

Una vez realizada la revisión de los trabajos relacionados se evidenció que los niños con síndrome de Down tienen dificultades en su proceso de aprendizaje para procesar y memorizar los conocimientos que les son transmitidos. Para estos niños el área de las matemáticas y el desarrollo del pensamiento lógico requieren un mayor nivel de abstracción, por lo cual su entendimiento y aprendizaje se les dificulta en gran manera. Ya que los juegos serios tienen como finalidad crear un contexto de entretenimiento y auto fortalecimiento, que contribuyen a educar y entretener a los usuarios que los utilizan. De acuerdo a lo anterior, el equipo co-creador definió la construcción de un juego serio llamado MathKids que se enfoca en apoyar el proceso aprendizaje de matemáticas para niños con síndrome de Down en etapa escolar, sin especificar edades ya que la edad fisiológica puede ser muy diferente a la edad mental en este tipo de niños. Es importante tener claro que a pesar de que ya existen trabajos y herramientas que están enfocados en el proceso de aprendizaje de matemáticas para niños con síndrome de Down, se evidencia que ninguno de los trabajos relacionados contiene las tres actividades que ofrecerá MathKids, ya que este presenta teorías, prácticas y evaluaciones. El juego serio podrá ser utilizado por los niños como herramienta de apoyo en las aulas de clase o en sus casas.

El equipo co-creador estableció que el juego serio sea desarrollado para dispositivos móviles Android y que pueda ser utilizado sin importar la ubicación ni el momento. Ya que MathKids estará enfocado en fortalecer habilidades en el área de las matemáticas se seleccionaron 3 temas básicos: los números, la suma y la resta, mediante la realización de 3 tipos de actividades: conceptos teóricos, prácticas y evaluaciones. Para que sea más atractivo para los niños se utilizará el recorrido por un bosque en el cual los niños aprenderán a contar animales, plantas y frutas, utilizando imágenes, colores y sonidos que sean atractivos y adecuados para generar motivación en los niños. Una vez el equipo co-creador definió los aspectos principales que tendrá el juego serio, todos estos elementos serán refinados e implementados en la siguiente fase.

### **3.1.4 Diseño**

*Al identificar los aspectos necesarios para desarrollar el juego serio MathKids para los niños con síndrome de Down, en el proceso del diseño del juego se tiene en cuenta los componentes presentados en la*

Tabla 2

Tabla 2 Elementos del juego serio elaboración basada en Boude

<b>Elementos del juego serio Mathkids</b>	
<b>Título</b>	Mathkids
<b>Objetivos</b>	Fortalecer el aprendizaje de las matemáticas en los niños con síndrome de Down.
<b>Género</b>	Lógica: para desarrollar el razonamiento lógico y la resolución de problemas que se presentan en las prácticas y evaluaciones.
<b>Plataforma</b>	Android
<b>Población</b>	Niños y niñas con síndrome de Down en etapa escolar
<b>Área disciplinar</b>	Matemáticas
<b>Forma de uso</b>	El juego será utilizado como herramienta de apoyo para fortalecer las habilidades matemáticas que les enseñan a los niños en las aulas de clase.
<b>Estrategia</b>	El juego será utilizado en las aulas de clase o en casa de cada uno de los niños para fortalecer sus habilidades matemáticas
<b>Temas</b>	Números Suma Resta
<b>Componentes</b>	Teorías Prácticas Evaluaciones Retroalimentación Calificación Registro Ranking Definiciones Sonido Colores
<b>Historia</b>	<p>Vamos a dar un paseo por el bosque, que comenzará por conocer y aprender los números, luego la suma y terminará en la resta. Al hacer el recorrido por el bosque los niños se encontrarán con animales, frutas y plantas que nos ayudarán a identificar los números de una forma divertida y entretenida. La teoría de los números será desde el 0 hasta el 9 y cada número será representado por diferentes animales, frutas y plantas los cuales ayudarán a identificar cada número. Las prácticas permitirán a los niños ejercitar los conocimientos adquiridos y las evaluaciones serán utilizadas para establecer el nivel de progreso de los niños. En las prácticas y evaluaciones también se utilizarán animales, frutas y plantas. Una vez los niños hayan realizado la evaluación de los números podrá seguir el recorrido y se habilitarán la suma y la resta.</p> <p>La teoría de la suma y resta serán realizadas con los números del 0 al 9, y se mostrarán ejemplos del resultado de la suma/resta de 2 números. Las prácticas y evaluaciones, también utilizarán animales, frutas y las plantas en donde los niños deberán seleccionar el resultado correcto de un conjunto de posibles resultados.</p> <p>Cuando el niño termine cada una de las evaluaciones se mostrarán los resultados obtenidos en un ranking para ir evaluando el progreso de los niños.</p> <p>En cada una de las prácticas se realizará retroalimentación y se mostraran mensajes de felicitaciones con el fin de que los niños se motiven y continúen</p>

	en el proceso
<b>Bocetos</b>	Se crearon prototipos que guíen el proceso de implementación del juego serio teniendo en cuenta los colores, las imágenes, los sonidos más adecuados para los niños
<b>Reglas</b>	Los módulos suman y resta solo se habilitarán cuando se termine la evaluación de los números. Si la respuesta es correcta se muestra una cara feliz, si la respuesta no es correcta se muestra una cara triste. Los niños deben realizar 20 prácticas y 20 evaluaciones en cada uno de los temas,
<b>Características de la población</b>	Los niños con síndrome de Down presentan dificultades en su proceso de aprendizaje a causa de su déficit intelectual. Por lo general el proceso de aprendizaje de estos niños es más lento en comparación con los niños que no tienen alguna discapacidad intelectual. Los niños con síndrome de Down casi siempre van al colegio y en ocasiones tienen clases compartidas con niño que no tienen discapacidad. Se debe tener en cuenta el tipo de actividades que se les propone desarrollar ya que al no poder entender o desarrollar las actividades pueden llegar a presentar episodios de ansiedad y estrés
<b>Características del juego</b>	El juego serio tiene tres temas básicos de las matemáticas: números, la suma y la resta. Cada tema tendrá teoría, prácticas y evaluaciones. De cada una de las evaluaciones se almacenará el resultado en la sección ranking. El niño podrá seleccionar un avatar que lo identifique. Las prácticas y evaluaciones serán aleatorias y diferentes cada vez que el niño las realice. Los colores principales de la aplicación se podrán cambiar de acuerdo al gusto de cada niño.
<b>Navegación de la pantalla</b>	En las teorías y prácticas el niño podrá deslizar con su dedo las pantallas para pasar de una a otra En las evaluaciones el cambio de pantalla se realizará automáticamente luego de ingresar algún dato.
<b>Niveles</b>	En la primera versión del juego se manejará un nivel de complejidad bajo, para las actividades que se deben de realizar. En futuras versiones se implementarán los niveles de complejidad medio y alto
<b>Requerimientos técnicos</b>	El juego está diseñado para dispositivos móviles con sistema operativo Android, la versión del Android de los móviles debe ser superior a 6 y para que se logre una mejor visualización se debe contar con pantallas de 5.8 pulgadas en adelante
<b>Audios</b>	El juego serio incorpora 2 tipos de audios: Cuando la respuesta es correcta el audio será de felicitación Cuando la respuesta es incorrecta el audio será de equivocación

Se definió crear el juego serio para dispositivos móviles, ya que estos actualmente tienen una mayor acogida por las personas. Proporcionan mayores características para ser utilizados en diferentes ubicaciones, capacidad para utilizar diferentes aplicaciones, entre otros [49]. Se optó por desarrollar el juego serio para dispositivos móviles con sistema operativo Android, ya que es uno de los sistemas operativos más utilizados en el mercado. En el año 2020 fue el sistema operativo más utilizado con un 71,42%, seguido de IOS con un 27,95% y de Samsung con un 0.2% [50].

### **3.1.5 Producción**

Para la producción del juego serio se utilizó la metodología de desarrollo XP, la cual ofrece agilidad y flexibilidad en el desarrollo de los productos software. XP puede adaptarse a cambios en los requerimientos en el desarrollo de productos [51]. Las fases que se siguieron son las siguientes:

- **Fase de exploración:** la información recopilada en la revisión del estado del arte fue utilizada para conocer el contexto del juego serio que se va a desarrollar.

**Fase de planeación:** se definieron historias de usuario que guíen el proceso de desarrollo de software, de igual forma se definieron 3 iteraciones para el desarrollo de las historias de usuario. En la Tabla 3 se presenta la historia de usuario “Teoría de los números”. Para visualizar las demás historias de usuario asociadas ver Anexo 1: Historias de Usuario.

Tabla 3 Historia de usuario “Teoría de los números”  
Fuente: Elaboración propia

Historia de usuario		
<b>Número: 5</b>	<b>Nombre:</b> Teoría de los números.	
<b>Usuario:</b> Niños y niñas con síndrome de Down		
<b>Iteración asignada: 1</b>	Tiempo de estimado: 10 días	
<b>Prioridad en el negocio: Alta</b>	Tiempo real: 20 días	
<p><b>Descripción:</b> el sistema mostrará una interfaz principal indicando que se tratará el tema de los números.</p> <p>En cada una de las pantallas se visualizarán los números desde el 0 hasta el 9. Se debe mostrar un pequeño texto de la teoría del número y 3 imágenes representativas del número para que el niño aprenda a identificarlos.</p> <p>El niño debe deslizar la pantalla del dispositivo móvil para pasar de un ejemplo a otro y de un número a otro.</p> <p>En cada una de las ventanas se visualiza un botón de “Regresar” y otro botón de “Inicio”</p>		
<b>Excepciones:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>Revisión:</b>		
<b>Elaborado por</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
Nayibe Montealegre	Nayibe Montealegre	3 Agosto 2020
<b>Aprobado por</b>		
Nayibe Montealegre Leydi Erazo	Nayibe Montealegre Leydi Erazo	6 Agosto 2020

- **Fase de diseño:** se crearon prototipos de la aplicación para guiar el proceso de desarrollo del juego serio, los prototipos están asociados a las historias de usuarios creadas. En la Figura 2 se muestra el prototipo asociado para la “*Historia de usuario 5 Teoría de los números*”. Para ver los prototipos creados ver Anexo 1: Historias de Usuario.

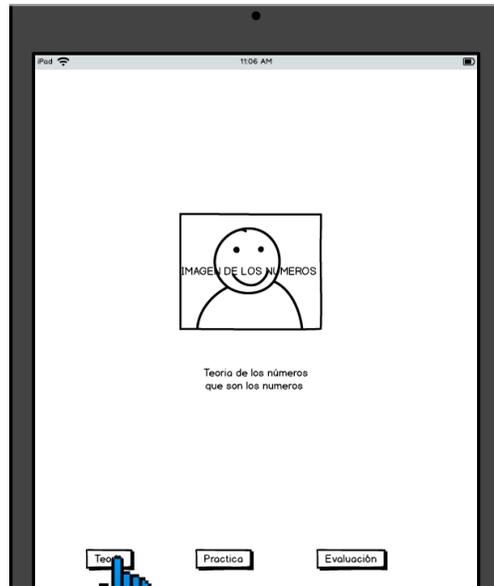


Figura 2 Práctica de los números  
Fuente: Elaboración propia

### Componentes establecidos para el desarrollo del juego serio

Para el desarrollo del juego serio se establecieron un conjunto de componentes interrelacionados teniendo en cuenta los aportes encontrados luego de realizar el análisis de los trabajos relacionados. El juego serio trata 3 temas principales que son los números, la suma y la resta, cada tema tendrá tres componentes: teoría, prácticas y evaluaciones. Se tiene en cuenta aspectos importantes como: colores, sonidos, imágenes y retroalimentación. La estructura propuesta se presenta en la Figura 3.

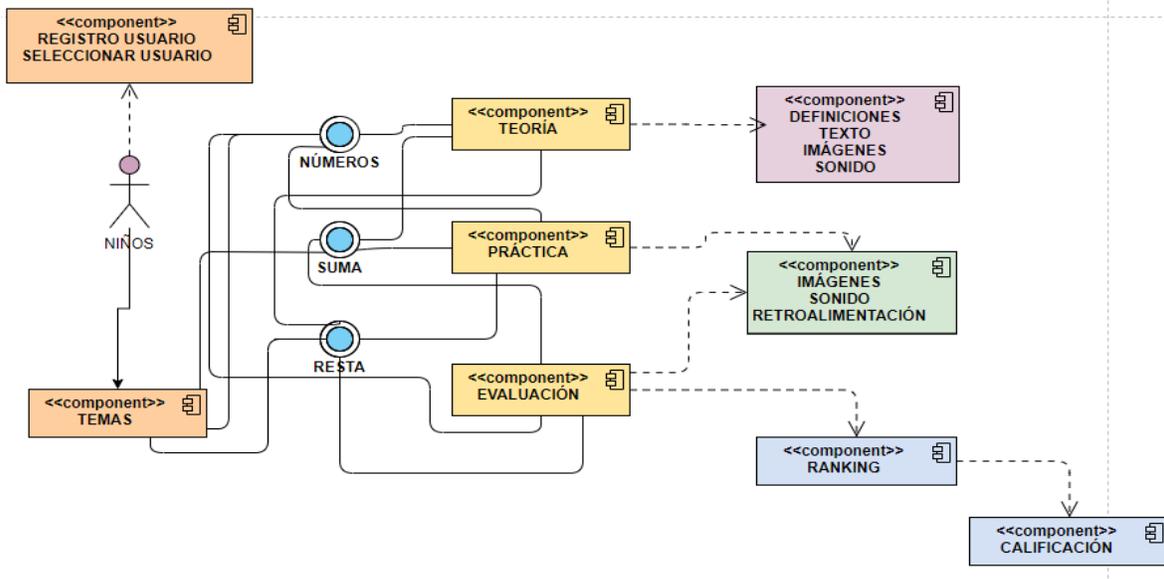


Figura 3 Componentes del juego serio  
Fuente: Elaboración propia

## Descripción de los componentes del juego serio

Cada uno de los componentes descritos a continuación aportan características específicas que contribuyen para que el juego serio Mathkids sea una herramienta que se ajuste a los rasgos distintivos del aprendizaje de las personas con necesidades educativas especiales y que se tuvieron en cuenta al desarrollar el juego que apoyen el aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down.

- **Temas:** Se manejan los temas principales del juego que son los números, la suma y la resta
- **Teorías:** Son utilizados para que los niños puedan adquirir los conocimientos sobre los temas que contiene el juego serio
- **Definiciones:** son utilizados para presentar el niño en forma de textos cortos y concretos los conceptos de los temas a tratar
- **Prácticas:** Se utilizan para que los niños pueden afianzar los conocimientos adquiridos, son de 2 tipos: seleccionar o escribir la respuesta correcta.
- **Evaluaciones:** son utilizadas para que los niños prueban sus conocimientos y al igual que las prácticas los niños tendrán dos tipos de evaluaciones: Seleccionar o escribir el número correcto.
- **Niños:** son los usuarios finales del juego serio y que lo utilizan como una herramienta de estudio.
- **Colores:** solo en las funciones de configuración y ranking se pueden cambiar los colores, las demás funciones del juego serio manejan colores cálidos y claros para que sean agradables a la vista de los niños.
- **Calificación:** se realiza el cálculo de los resultados obtenidos en las evaluaciones, entre respuesta correctas e incorrectas.
- **Imágenes:** las imágenes utilizadas están relacionadas con el recorrido en el bosque, los niños se encontrarán con animales, plantas y frutas.
- **Retroalimentación:** se presentará una carita feliz y sonido correcto cuando la respuesta ingresada o seleccionada sea correcta, una carita triste y un sonido de error cuando la respuesta es incorrecta, con el fin de que los niños reconozcan cuando fallan y puedan corregir, seguir practicando y reforzar sus conocimientos.
- **Rankig:** en el ranking se observará la cantidad de preguntas correctas e incorrectas que se obtuvieron en los tres módulos.
- **Sonidos:** se utilizan 2 tipos de sonidos para indicar al niño cuando acierta o cuando falla en alguna de las preguntas.
- **Registro:** los niños pueden registrar sus datos básicos como nombre, género y edad. Esto para que los resultados sean almacenados y consultados para cada uno.

- Fase de producción:** para la codificación del juego serio se utilizó Android Studio, las librerías gradle y archivos.jar de Android. El juego serio está compuesto por vistas (Frontend) y lógica (Backend), la parte lógica se encuentra en los archivos con extensión .java y las vistas se encuentran en los archivos .xml. Cada una de las funcionalidades tiene en su vista y su lógica las Activity y Fragments con el mismo nombre, de tal forma que la vista del TeoríaSuma.xml se comunica con la lógica establecida en TeoríaSuma.java. Para presentar las imágenes y activar los sonidos desde la vista, esto deben estar almacenados en las carpetas Drawable y Raw. Para el almacenamiento de los resultados de las evaluaciones de manera local se utilizó la plataforma Sqlite, la cual establece conexión desde el Backend. Para el desarrollo del juego serio se utilizó el patrón de arquitectura conocido como MVC, el cual permite separar la lógica de la interfaz, el patrón contiene tres componentes: modelo, vista y controlador como se puede observar en la Figura 4. El modelo es el encargado de manejar la capa de los datos, la vista es la encargada de la interfaz del software y el controlador es el encargado de manejar la comunicación que se tiene en la lógica del software y la interfaz de este. [52]

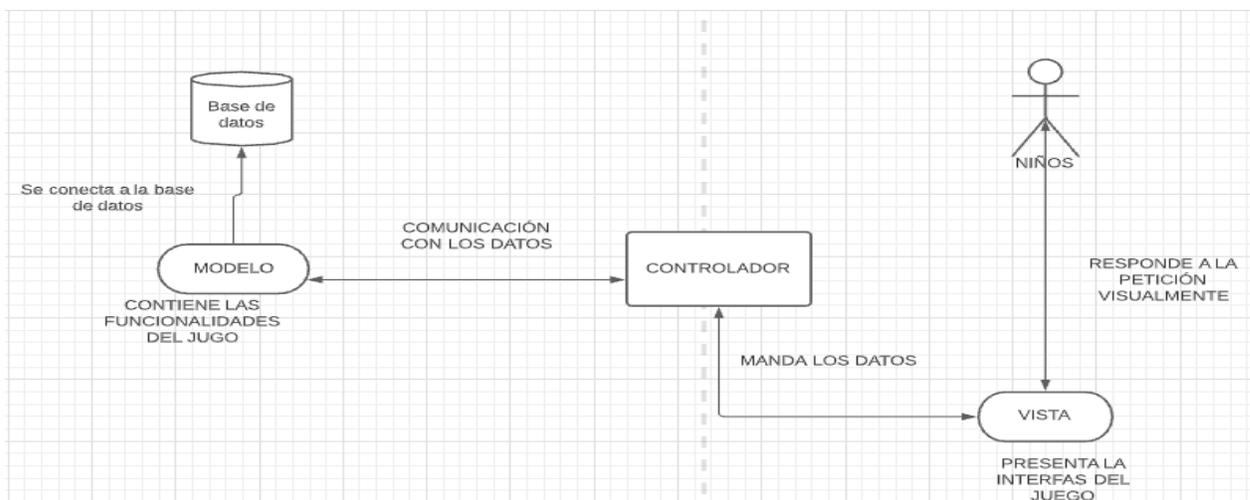


Figura 4 Interacción de los módulos del juego  
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo del juego serio se llevó a cabo en 3 iteraciones:

### Iteración 1: Números

- ✓ **Registro:** Se presentará una ventana en donde se le pedirá al usuario que ingrese los datos para registrarlo, los datos que el usuario deberá ingresar son el nombre, genero, la edad y seleccionar un avatar
- ✓ **Configuración:** Se le indicará al usuario dos ventanas en una de ellas podrá modificar los colores de las funciones de configuración y ranking.
- ✓ **Selección de usuario:** Cuando el usuario se haya registrado se le mostrará una ventana en donde están los usuarios registrados y podrá seleccionar el usuario que le corresponda

- ✓ **Teoría:** Se mostrarán 10 ventanas donde se mostrarán los conceptos de los números del cero al nueve.
- ✓ **Prácticas:** Se presentan dos tipos de prácticas una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de prácticas se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Evaluaciones:** se implementan dos tipos de evaluaciones una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de evaluaciones se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Ranking números:** Se presentará una ventana en la cual se evidencia las respuestas correctas e incorrectas y el tiempo que se demoró en desarrollar las actividades en el módulo de los números.

### **Iteración 2: Suma**

- ✓ **Teoría:** Se mostrarán 10 ventanas donde se mostrarán los conceptos de cómo se realiza la suma con cada número desde el número cero hasta el número nueve.
- ✓ **Prácticas:** Se presentan dos tipos de prácticas una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de prácticas se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Evaluaciones:** se implementan dos tipos de evaluaciones una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de evaluaciones se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Ranking suma**  
Se presentará una ventana en la cual se evidencia las respuestas correctas e incorrectas y el tiempo que se demoró en desarrollar las actividades en el módulo de la suma.

### **Iteración 3: Resta**

- ✓ **Teoría:** Se mostrarán 10 ventanas donde se mostrarán los conceptos de cómo se realiza la resta con cada número desde el número cero hasta el número nueve.
- ✓ **Prácticas:** Se presentan dos tipos de prácticas una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de prácticas se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Evaluaciones:** se implementan dos tipos de evaluaciones una es seleccionar el número y la otra es escribir el número. Por cada tipo de evaluaciones se mostrarán 10 ventanas de cada una de las dos prácticas.
- ✓ **Ranking resta**  
Se presentará una ventana en la cual se evidencia las respuestas correctas e incorrectas y el tiempo que se demoró en desarrollar las actividades en el módulo de la resta.
- ✓ **Ranking general:**  
Se presentará una ventana en donde se podrá hacer dos tipos de consulta una general en donde se indicarán los resultados obtenidos en los tres módulos y la otra será una consulta individual de cada módulo en cada consulta se mostrará el avatar, el nombre, las respuestas correctas e incorrectas del usuario.

Al finalizar la etapa de codificación del juego serio se realizaron pruebas a la interfaz y a las funcionalidades para evaluar la correctitud del juego, tratar de eliminar la mayor cantidad errores. De igual forma se hicieron pruebas con los usuarios finales para determinar la efectividad del juego serio en el fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas, los resultados obtenidos son presentados y analizados en el siguiente capítulo. En la Tabla 4 se presenta el cronograma de actividades llevado a cabo para la implementación el juego serio, de acuerdo a las 3 iteraciones establecidas.

Tabla 4 Cronograma de desarrollo de las historias de usuario  
Fuente: Elaboración propia

Actividades	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Iteración 1					
1.Análisis de requerimientos					
2.Diseño					
3.Implementación					
3.1Registro usuario					
3.2Seleccionar usuario					
3.3Configuración					
3.4Teoría de números					
3.5Práctica de números					
3.6Evaluación de números					
3.7Ranking de números					
4. pruebas funcionales					
Iteración 2					
1.Análisis de requerimientos					
2.Diseño					
3.1Implementación					
3.2Teoría de la suma					
3.3Práctica de la suma					
3.4Evaluación de la suma					
3.5Ranking de la suma					
4. Pruebas funciones					
Iteración 3					
1.Análisis de requerimientos					
2.Diseño					
3.Implementación					
3.1 Teoría de la resta					
3.2 Práctica de la resta					
3.3 Evaluación de la resta					
3.4 Ranking de la resta					
3.5 Ranking general					
3.6 Pruebas funcionales					
3.6 Pruebas de aceptación					

- **Fase de mantenimiento:** se corrigieron los errores encontrados en las pruebas y se hicieron modificaciones al juego serio desarrollado de acuerdo a algunas sugerencias realizadas por los usuarios.
- **Fase de entrega del producto:** una vez terminadas las 3 funcionalidades básicas definidas para el juego serio, se hizo entrega a los usuarios finales y se dejó en un repositorio para que pueda ser utilizado por más niños.

### 3.1.7 Implementación

Una vez el juego se desarrolló y se realizaron las pruebas requeridas, este fue entregado a los usuarios finales para que hicieron uso de él. En el siguiente capítulo se evidenciará los resultados de las evaluaciones y su respectivo análisis.

### 3.2 Ejemplo de uso de juego serio

A continuación, se mostrará un ejemplo de uso del juego serio MathKids. Para instalar y utilizar el juego serio se puede acceder al siguiente [https://drive.google.com/drive/folders/1vF\\_UAT3Z1Mzjik9Q1RKBeuiGqtzXGlg9](https://drive.google.com/drive/folders/1vF_UAT3Z1Mzjik9Q1RKBeuiGqtzXGlg9) donde se encuentra alojado el apk. Los usuarios podrán instalar al juego serio de forma gratuita, en dispositivos móviles Android con versión superior a 6.

En la Figura 5 se muestra la interfaz del registro del usuario, al seleccionar el botón de **Registrarse** se mostrará un mensaje en donde se le pide al usuario registrarse o seleccionar el usuario en el caso de que ya se haya registrado con anterioridad. Al seleccionar la opción “**Registrar**” se mostrará una pantalla donde se le solicita al niño ingresar el nombre, el género y seleccionar un avatar. para profundizar en todas las funcionalidades del juego serio ver Anexo 2: Manual de instalación y uso.

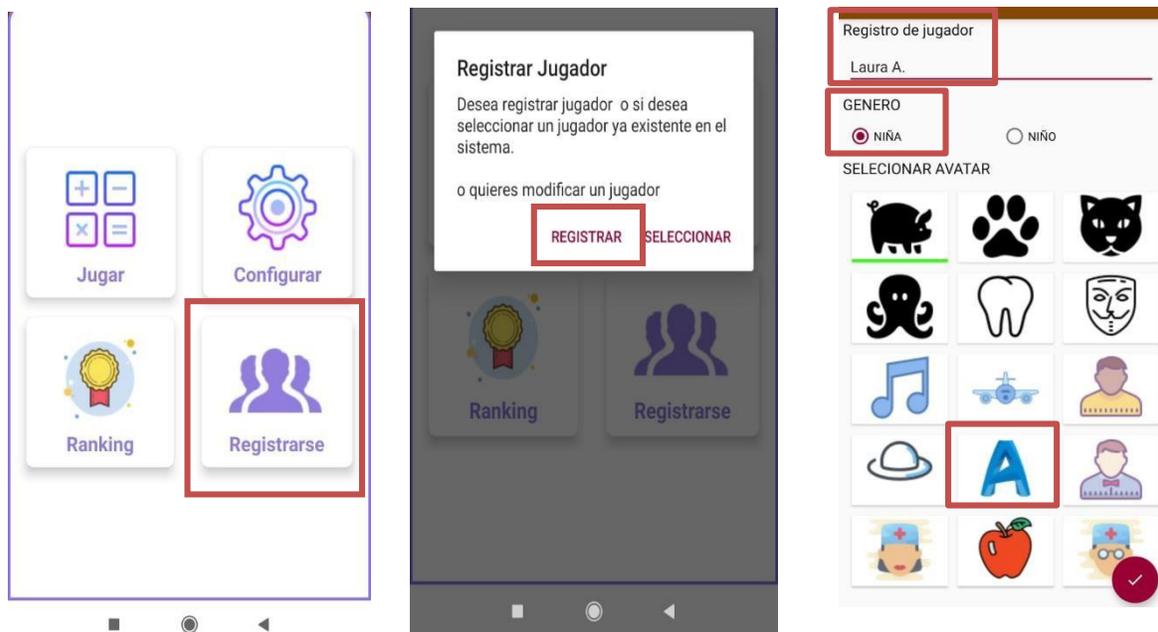


Figura 5 Interfaz del registro del usuario  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se presenta una breve historia en la cual se le indica a los niños que es lo que se tendrá que hacer en el proceso del desarrollo de las actividades. El juego serio comienza en el tema de los números y termina en la resta.



Figura 6 Inicio del juego  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se muestra el recorrido que los niños deben realizar por los 3 módulos



Figura 7 Bloque principal del juego  
Fuente: Elaboración propia

En la Figuras 8 se muestra la interfaz principal del tema **Los números**. El sistema muestra una definición de los números y las opciones Teoría, Práctica y Evaluación.



Los números nos sirven para contar y ordenar objetos.



Teoría



Práctica



Evaluación



Figuras 8 Teoría de los números  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9 se muestra la interfaz de la teoría del número 3. Para cada número se muestra el texto del número, la cantidad de unidades que representa y 3 imágenes representativas para cada número.

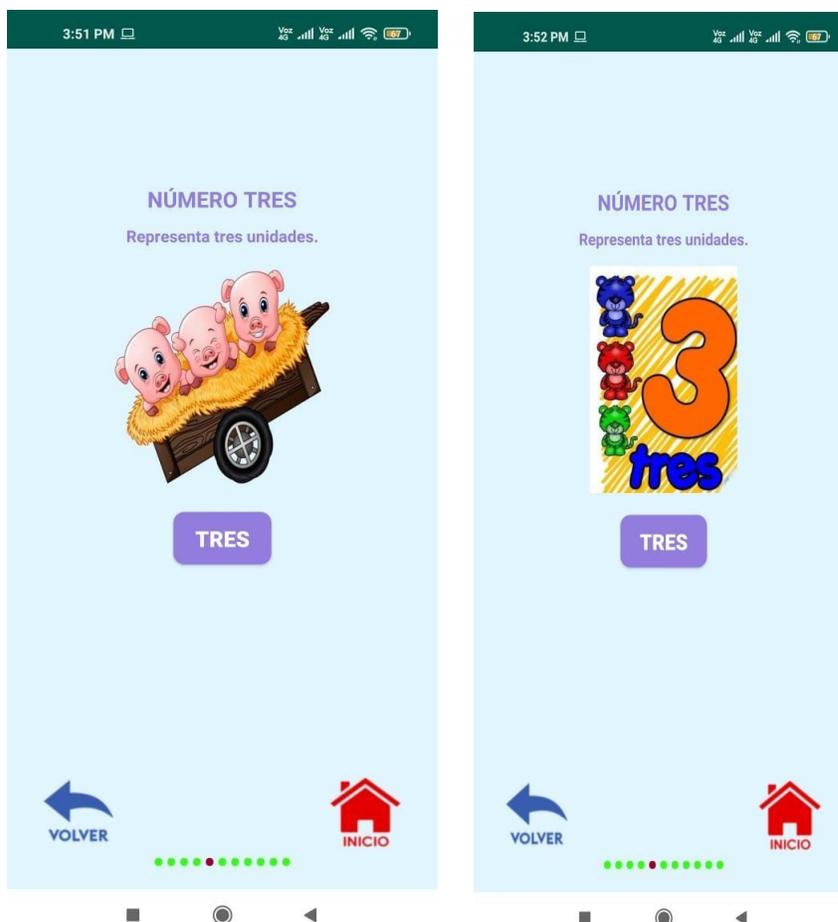


Figura 9 Interfaz teoría número 3  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 10 se presenta uno de los dos tipos de prácticas de los números, seleccionar la respuesta correcta. Al niño se le presentan una cantidad de elementos y unas posibles opciones de respuesta (parte A), en la cual el niño debe seleccionar la respuesta correcta de acuerdo al número de animales, frutas o plantas que se le muestran. Cuando el niño selecciona la respuesta correcta el número que al inicio está solo el contorno, se rellena con el color del número seleccionado, el audio de felicitaciones se activa y se muestra una carita feliz (Parte B), si los niños se equivocan saldrá una carita triste y se activa un sonido que indica que la respuesta está incorrecta.

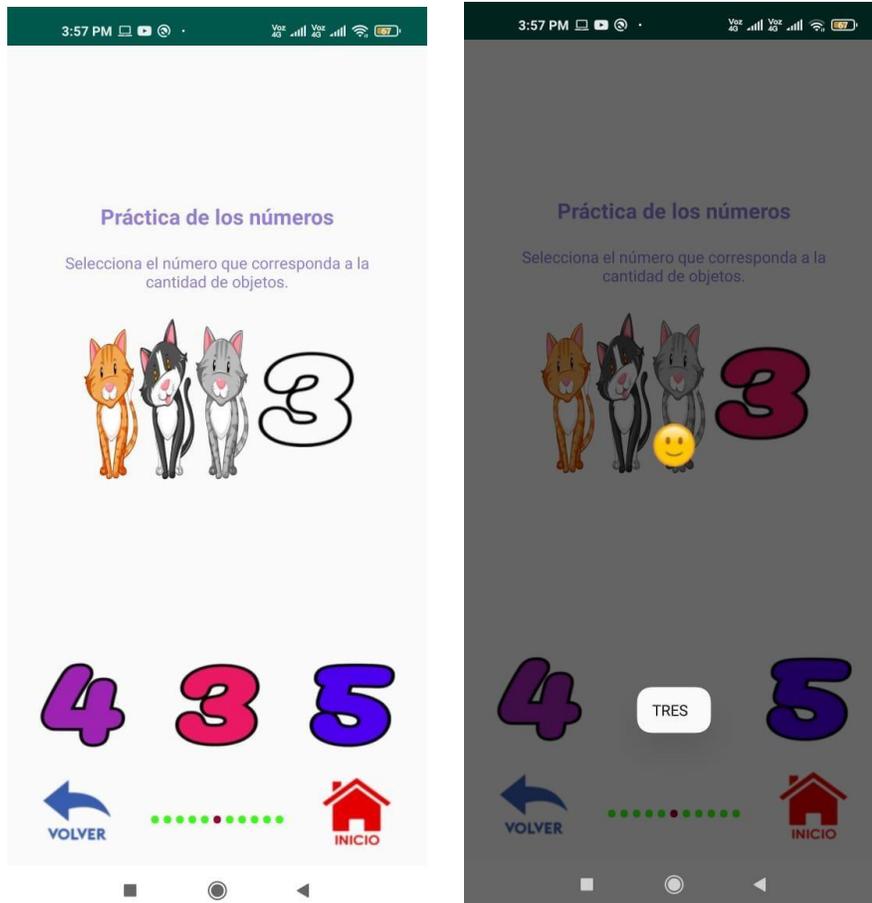


Figura 10 Interfaz práctica de los números  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11 se presenta una de las dos opciones de evaluación de los números, digita la respuesta correcta. En este tipo de evaluación se presenta una cantidad de elementos y el niño debe digitar la respuesta correcta. Cuando el niño selecciona la respuesta correcta se visualiza una carita feliz y si los niños se equivocan saldrá una carita triste y se activa un sonido que indica que la respuesta está incorrecta.

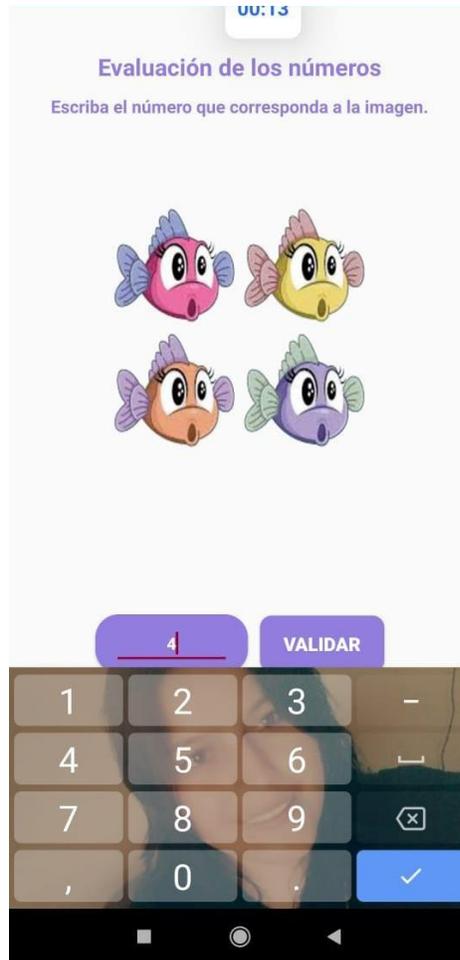


Figura 11 Interfaz evaluación de los números  
Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la evaluación de los números se presentan los resultados obtenidos, tanto la cantidad de respuestas correctas como las incorrectas, como se muestra en la Figura 12.



Figura 12 Resultados obtenidos evaluación números  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en las evaluaciones se almacenan y se presentan en la opción de Ranking, donde se muestran los nombres y los resultados obtenidos todas las veces que realizó la evaluación como se muestra en la Figura 13.

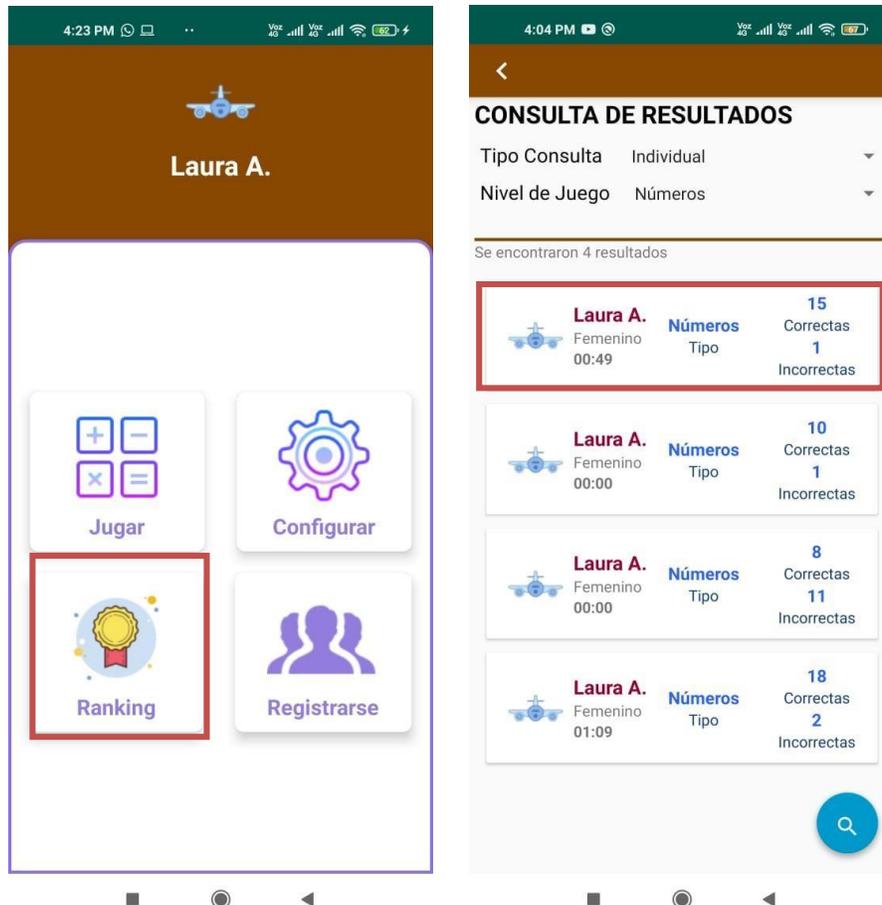


Figura 13 Ranking general en este caso del módulo de los números  
Fuente: Elaboración propia

## Discusión del capítulo

En este capítulo se presentó el desarrollo del juego serio para el apoyo en el aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down, el juego serio fue desarrollado para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Para guiar el proceso de creación del juego serio se siguió el Modelo teórico para el diseño y producción de juegos serios y para guiar el proceso de desarrollo se utilizó la metodología de desarrollo XP. El juego serio con pruebas funcionales realizadas se entregó a los usuarios finales para su uso, los resultados obtenidos son presentados en el siguiente capítulo.

# **CAPÍTULO 4 Evaluación de la efectividad del juego serio**

---

En este capítulo se presenta el método utilizado para la evaluación de la efectividad del juego serio para el apoyo del aprendizaje de las matemáticas en niños con síndrome de Down, la población de muestra, los resultados obtenidos, las limitaciones que se evidenciaron y posibles mejoras que se pueden realizar.

La evaluación de la efectividad del juego serio desarrollado es una parte importante del trabajo de grado ya que nos permitió conocer si el juego apoya el proceso de aprendizaje de los niños o no. Una vez el juego serio estuvo desarrollado y probado, la evaluación se realizó mediante la utilización del método no paramétrico Wilcoxon y una evaluación cualitativa por parte de los usuarios finales.

## **4.1 Efectividad**

La ISO/IEC 25000 contiene un conjunto de estándares que facilitan el desarrollo de un marco común responsable de medir la calidad de los productos de software. En el apartado 25010 se especifica el modelo de calidad de uso, que establece cinco características que son: eficacia, eficiencia, satisfacción, ausencia de riesgo y cobertura del contexto para evaluar la efectividad se debe tener en cuenta métricas como: efectividad de la tarea, frecuencia de error, completitud de la tarea. Para determinar si el juego cumple con las matrices que expone la norma ISO/IEC 25000, se observa que hay una efectividad al resolver las actividades propuestas en el juego ya que los resultados que se evidencian en la Tabla 6 son superiores a los de la Tabla 5, donde claramente se evidencia que las tareas propuestas en el juego serio pueden arrojar mejores resultados que en la forma tradicional. Se observo que el juego serio la frecuencia de error es baja ya que el juego tiene las características específicas para que cumplan las expectativas que tienen los niños a la hora de utilizar el juego serio. El juego serio en el desarrollo de las actividades y al pasar de modulo cumple con la completitud de la tarea ya que al desarrollar dichas actividades se evidencia los resultados que se obtienen al desarrollar las actividades por cada uno de los niños [53].

Para evaluar la efectividad que tiene el juego serio como ayuda para fortalecer las habilidades matemáticas se tendrá en cuenta la cantidad de preguntas que logre completar o resolver de forma correcta y además se tendrá en cuenta el tiempo que le toma al niño realizar las evaluaciones propuestas en comparación con la forma como tradicionalmente se realiza. Esta comparación se realiza con el fin de establecer si existe una diferencia entre los resultados que los niños obtienen realizando sus tareas en papel y las tareas que se proponen a través del juego serio, esperando que los resultados obtenidos en las evaluaciones en el juego serio luego de realizar las teorías y prácticas sean mejores que los resultados en papel.

Para determinar si la validez de la evaluación se debe tener en cuenta que existen amenazas que pueden ser internas o externas.

En las amenazas internas se debe tener en cuenta cuales son las características de los niños, sus habilidades, cuales son sus experiencias educativas, las cuales pueden ser completamente diferente en cada niño que tiene síndrome de Down, lo cual permitirá que si tienen dificultades se les dificulte realizar las actividades y será más complejo realizar la validez de los niños ya que pueden estar en desventaja en comparación con los otros niños que no tienen dificultad en realizar las actividades. Otra de las amenazas que se puede llegar a observar a la hora de evaluar, que puede haber una pérdida de datos o de participantes lo cual puede conllevar a que la validez de las evaluaciones presente resultados distintos a los que se pretende llegar.

Las amenazas externas se pueden presentar en la interacción de los niños con el juego ya que puede llegar a no ser del agrado de los niños, una de las amenazas que mas puede llegar a preocupar a los desarrolladores, profesores y padres es que los niños cambien de comportamiento a la hora de realizar las actividades; estos cambios pueden ser beneficiosos o negativos a la hora de realizar la validez de las evaluaciones.

#### **4.2 Población de muestra**

Teniendo en cuenta que contar con un grupo grande de niños con síndrome de Down con características en común como la ubicación, edad, género, nivel de escolaridad es una tarea compleja y más en la época de pandemia en la cual nos encontramos para el desarrollo de este trabajo de grado se contó con una población de estudio conformada por 13 niños con síndrome de Down con edades desde los 5 años hasta los 16 años, con diferentes niveles de escolaridad y ubicados en diferentes lugares algunos de estos lugares fueron Colombia, Costa Rica, Italia, España, entre otros, cada uno de estos niños contaba con internet y con celulares para poder acceder al juego estos niños fueron quienes contribuyeron en la realización de las pruebas del juego serio implementado

Para contar con este grupo de niños con síndrome de Down con el interés y disponibilidad para participar en la evaluación, se hizo necesario realizar una búsqueda por medio de amigos, familiares, redes sociales, fundaciones y demás instituciones educativas. Los padres/acudientes de los niños fueron contactados y se les presentó el trabajo que se estaba realizando, con su confirmación de participación se les enviaron cartas de invitación a participar en las evaluaciones del juego, y se programaron reuniones virtuales para explicarles cómo se realizaría el proceso de evaluación, actividades, políticas de confidencialidad, uso e instalación del juego, entre otros (Ver Anexo 3 Invitación- Participación). En la Figura 14 se evidencia una de las reuniones realizadas con los padres/acudientes.

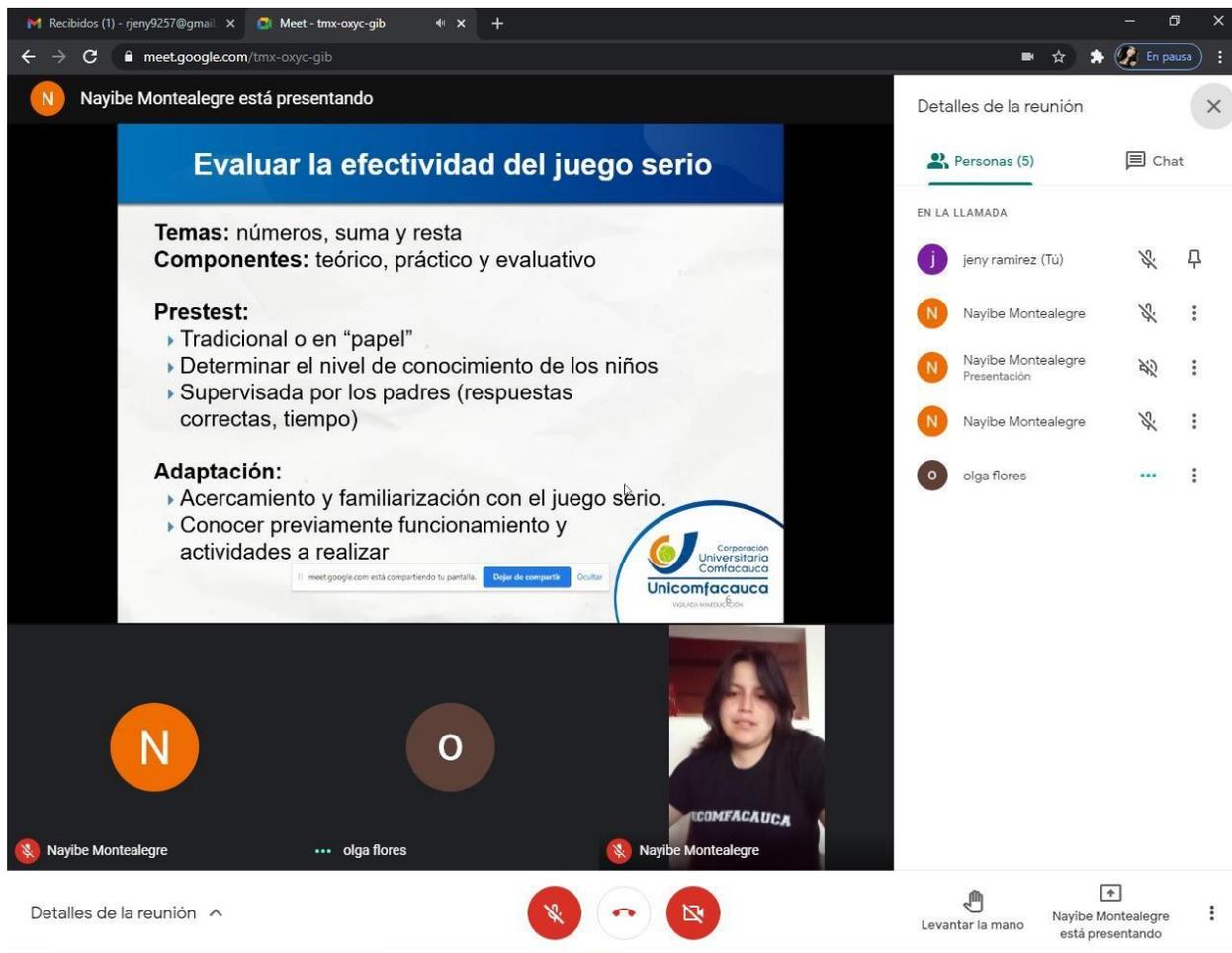


Figura 14 Reunión con padres de familia

A continuación, se presentan las actividades realizadas para evaluar la efectividad del juego serio.

### 4.3 Evaluación utilizando el método Wilcoxon

El método Wilcoxon es un test no paramétrico que contrasta si existe o no diferencias estadísticamente significativas entre dos muestras relacionadas [49]. La prueba de Wilcoxon está diseñada para contrastar hipótesis de igualdad de medianas cuando los datos no son normales, esta prueba se ajusta a las pruebas del antes y después. Las dos pruebas de muestra deben de proceder de la misma población, en las muestras se asignan rangos desde 1 hasta n teniendo en cuenta únicamente al valor absoluto de las diferencias, en donde se suman los rangos correspondientes a las diferencias positivas y a las diferencias negativas por separado. Si la hipótesis nula es verdadera se evidencia que las dos muestras tienen resultados de la suma de sus rangos casi iguales, y si la hipótesis alterna es verdadera esto quiere decir que la suma de sus rangos fue inferior por lo cual se rechaza la hipótesis nula [54]. La prueba de signos nos permite saber cuál de las dos hipótesis que pertenecen a la población de muestra

es la verdadera, para realizar el análisis de esta prueba se requiere que las dos muestras pertenezcan a una sola población.

Para determinar si el juego serio contribuye o no en el aprendizaje de las matemáticas, se establecieron las siguientes hipótesis:

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): el juego serio no apoya el proceso de aprendizaje de matemáticas en niños con síndrome de Down
- Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): el juego serio apoya el proceso de aprendizaje de matemáticas en niños con síndrome de Down

Con el fin de corroborar que el juego serio apoya el proceso de aprendizaje de las matemáticas en los niños con síndrome de Down ( $H_1$ ) aplicando el método de Wilcoxon, es necesario tomar 2 muestras: una antes de utilizar el juego serio (PreTest) y otra luego de utilizar el juego serio (PosTest), y comparar si existe diferencia estadísticamente significativa entre ambas muestras. A continuación, se presenta el proceso llevado a cabo para la toma de las muestras y el análisis de resultados:

#### **4.2.1 PreTest**

El PreTest fue diseñado con el fin de determinar el nivel de conocimiento de los niños en los números, la suma y la resta, antes de utilizar el juego serio. Con el fin de que se conserve la misma estructura del juego serio para que los niños no se confundan, el PreTest incluye teoría, prácticas y evaluaciones en cada uno de los temas. Este PreTest es un documento realizado de forma tradicional (en papel) utilizando imágenes de animales, plantas y frutas. La teoría de los números, la suma y la resta, es similar a como se presentará en el juego serio, y las prácticas y evaluaciones se crearon con el mismo nivel de dificultad que se encuentra en el juego serio. En la Figura 15 se presenta un extracto de la teoría sobre los números del PreTest. Para visualizar toda la información compartida con los niños para el PreTest ver Anexo 4 Teoría, Prácticas y Evaluaciones del Pretest.

### LOS NÚMEROS

Los números nos sirven para contar u ordenar objetos y cosas.

<p><b>NÚMERO CERO</b> Representa cero unidades.</p> <p><b>= 0</b></p>	<p><b>NÚMERO UNO</b> Representa una unidad.</p> <p> <b>= 1</b></p>
<p><b>NÚMERO DOS</b> Representa dos unidades.</p> <p> <b>= 2</b></p>	<p><b>NÚMERO TRES</b> Representa tres unidades.</p> <p> <b>= 3</b></p>
<p><b>NÚMERO CUATRO</b> Representa cuatro unidades.</p> <p> <b>= 4</b></p>	<p><b>NÚMERO CINCO</b> Representa cinco unidades.</p> <p> <b>= 5</b></p>

Figura 15 PreTest: Teoría los números

Fuente: Elaboración propia

Debido a que no era posible la reunión con los niños de forma presencial, el documento fue enviado a los padres/acudientes para que acompañaran y supervisaran a los niños en el estudio y la realización de las prácticas, y una vez los niños se sintieran preparados realizaran la evaluación. Para evaluar la efectividad del juego serio era importante recolectar las respuestas correctas, las respuestas incorrectas, para ellos se les solicito a los padres/acudientes que les tomaran una fotografía a las evaluaciones resueltas y nos los envaran. En Figura 16 se presenta una evaluación ya resuelta por uno de los niños que participaron. Para visualizar los resultados de todas las evaluaciones ver el Anexo 5 Evaluaciones resueltas Pretest

Nayibe Montenegro  
Shenyar Rivera  
Laydi Erazo  
Ingeniería de sistemas
Unicomfacauca  
Corporación Universitaria Comfacauca
NIT-817004535-0

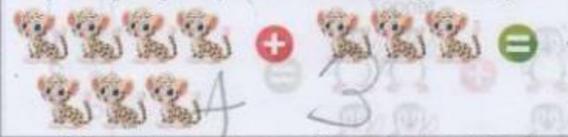
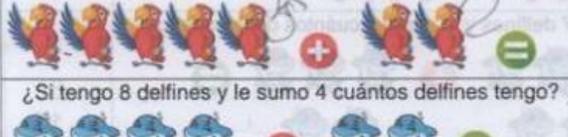
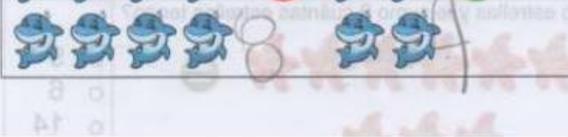
<p>¿Si tengo 6 pingüinos y le sumo 4 cuántos pingüinos tengo?</p> 	<input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 1
<p>¿Si tengo 7 gatos y le sumo 3 cuántos gatos tengo?</p> 	<input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 4
<p>¿Si tengo 5 loros y le sumo 2 cuántos loros tengo?</p> 	<input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 2
<p>¿Si tengo 8 delfines y le sumo 4 cuántos delfines tengo?</p> 	<input type="radio"/> 12 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 2

Figura 16 Evaluación resuelta de la suma  
*Fuente: Elaboración propia*

Durante la revisión del estado del arte se encontró que los niños con síndrome de Down se desmotivan y se desconcentran con facilidad, por lo cual se les recomendó a los padres que los niños se tomaran el tiempo necesario para terminar todas las evaluaciones y que las hicieran a su ritmo. Sin embargo, se les recomendó recolectar el tiempo que trabajaran sobre sobre la evaluación y al final entregarnos el consolidado en minutos, es decir si el niño un día trabajo 5 minutos y otro día 10 minutos, el padre o acudiente nos enviará 15 minutos como el tiempo que el niño requirió para realizar la evaluación. En la Figura 17 se presenta un niño con síndrome de Down realizando las actividades del Pretest.



Figura 17 Evaluación Pretest

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 [Resultados evaluación en papel](#) se presenta el consolidado de los resultados de las evaluaciones realizadas por los niños, de los cuales se solicitó su nombre, la edad, el grado o nivel de escolaridad y el sexo, de acuerdo con las políticas de confidencialidad estos datos solo se utilizaran con fines académicos.

Tabla 5 Resultados evaluación en papel

Fuente: Elaboración propia

Nombre	Edad (años)	Grado	Sexo	Números		Suma		Resta		Tiempo (min)
				Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	
Jeison	11	Segundo	M	17	3	17	3	13	7	30
Luisa	12	Segundo	F	20	0	18	2	18	2	20
Fabricio	8	Primero	M	18	2	18	2	18	2	28
Emanuel	14	Cuarto	M	20	0	19	1	17	3	35
Felipe	11	Primero	M	20	0	16	4	5	15	31
Karlos	9	Segundo	M	11	9	12	8	12	8	30
Yulieth	6	Primero	F	11	9	20	0	7	13	38
Sofía	8	Primero	F	20	0	20	0	8	12	40
Xavier	13	Tercero	M	15	5	19	1	14	6	35
María	18	Cuarto	F	13	7	14	6	13	7	42
Federico	16	Quinto	M	16	4	18	2	20	0	32
Niños que no quisieron realizar la prueba en papel										
Henry	7	Primero	M							
Alison	5	Tercero	F							

Es importante señalar que algunos niños se rehusaron a realizar la evaluación del PreTest ya que no fue atractivo para ellos trabajar en papel y aunque se les insistió ellos no mostraron interés. Aunque la no realización de la evaluación podría afectar los resultados de la efectividad del juego, junto con los padres se consideró que no era prudente presionar los niños para realizarla.

#### 4.2.2 Conociendo el aplicativo

Para que los niños se familiarizarán con el aplicativo antes de utilizarlo y para que los padres/acudientes aprendieran la forma de instalarlo, se les entregó una versión inicial del juego, la cual solo contaba con la teoría y prácticas de los números. Esto también se realizó para disminuir el tiempo en que los niños aprendieran a utilizar el juego y no afectara el tiempo que tomarían para realizar la evaluación.

De acuerdo con algunos trabajos del estado del arte [38], realizar una familiarización con el juego serio antes de utilizarlo puede contribuir para que el tiempo de las evaluaciones no se vea afectado, ya que el niño mientras realiza la evaluación podría equivocarse porque está aprendiendo como es el funcionamiento del mismo. En la Figura 18 se presenta la versión inicial del juego serio entregada a los padres/acudientes para que los niños se familiarizaran con el juego, esta versión inicial solo contó con las teorías y prácticas de los números, suma y resta.



Figura 18 Práctica de los números. Versión inicial de MathKids  
Fuente: Elaboración propia

### **4.2.3 PosTest**

Para el PosTest se utilizó la versión completa del juego serio con todos los temas y actividades, esta versión del juego serio fue enviada a los padres/acudientes para ser instalado en sus dispositivos móviles reemplazando la versión inicial utilizada para conocer el aplicativo.

Con la ayuda de los padres/acudientes los niños comenzaron a utilizar el juego serio MathKids haciendo el recorrido por la teoría y realizando las prácticas. De igual forma que en el PreTest, no se presionó a los niños para realizar las actividades ni se les impuso periodo de tiempo. Cuando los niños estuvieron dispuestos realizaron la evaluación de cada uno de los temas y los datos de las respuestas correctas, incorrectas y el tiempo utilizado por los niños fueron capturados automáticamente por el juego serio. Los datos obtenidos fueron enviados por los padres/acudientes al grupo investigador. En la Figuras 19 se presentan la captura de pantalla de la evaluación de los números donde se evidencia el tiempo ha transcurrido y en la Figuras 20 se presentan los resultados obtenidos por el niño Karlos en el tema de los números. Para visualizar los resultados obtenidos por los niños que participaron Ver Anexo 6 Evaluaciones realizadas en el juego por los niños



Figuras 19 Evaluación en el juego del módulo de los números  
Fuente: Elaboración propia



Figuras 20 Resultados evaluación en el juego  
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se presenta el consolidado de los resultados obtenidos por los niños al realizar las evaluaciones en cada uno de los temas utilizando el juego serio.

Tabla 6 Resultados evaluación utilizando el juego serio  
Fuente: Elaboración propia

Nombre	Edad (años)	Grado	Sexo	Números		Suma		Resta		Tiempo (min)
				Bien	Mal	Bien	Mal	Bien	Mal	
Jeison	11	Segundo	M	15	5	20	0	15	5	11
Luisa	12	Segundo	F	20	0	18	2	18	2	20
Fabricio	8	Primero	M	20	0	19	1	18	2	26
Emanuel	14	Cuarto	M	20	0	20	0	19	1	14
Felipe	11	Primero	M	19	1	20	0	20	0	24
Karlos	9	Segundo	M	17	3	18	2	17	3	15
Yulieth	6	Primero	F	19	1	19	1	16	4	18
Sofía	8	Primero	F	19	1	20	0	15	5	23
Xavier	13	Tercero	M	20	0	20	0	18	2	17
María	18	Cuarto	F	19	1	20	0	17	3	15
Federico	16	Quinto	M	20	0	20	0	20	0	13
Henry	7	Primero	M	14	6	16	4	14	6	17
Alison	5	Tercero	F	15	5	16	4	16	4	17

Es importante resaltar que todos los niños estuvieron dispuestos a utilizar y realizar las actividades en el juego serio, recordando en este punto que el juego serio es un apoyo en el proceso de aprendizaje y no una herramienta diseñada para enseñar como tal estos temas.

#### 4.2.4 Aplicación del método Wilcoxon

Una vez se obtuvieron los datos de las evaluaciones para cada uno de los temas, se procedió a realizar el análisis de los mismos utilizando el método de Wilcoxon. El método de Wilcoxon es una prueba no paramétrica, utilizada para determinar si entre 2 muestras existen diferencias significativas[54]

Las pruebas no paramétricas para muestras relacionadas como Wilcoxon, se pueden utilizar cuando: se desea comparar la diferencia entre dos muestras de datos tomadas antes y después de alguna actividad, las muestras no presentan distribución normal, el tamaño de muestra es pequeño, entre otras, las muestras en este caso son variables independientes ya que las dos muestras no dependen de nada más que de ellas mismas para obtener sus resultados, se tiene en cuenta solamente estas dos variables ya que el método Wilcoxon permite realizar el análisis con dos muestras las cuales estén basadas en un antes y en un después como en este caso, al realizar el análisis de estas dos variables independientes se puede determinar cuál de las hipótesis se maneja en el juego serio.

El término “diferencia significativa” está relacionado con que hay se presentan evidencias estadísticas de que existe una diferencia entre las muestras, pero no significa que esta diferencia sea grande o radicalmente diferente. El nivel de significancia ( $\alpha$ ) definido para este trabajo de grado es de 0.05, es decir existe un 5% de riesgo de concluir que existe una diferencia cuando en realidad no la hay, de otro lado se puede decir que existe un 95% de certeza de que la diferencia existe. De acuerdo con el valor obtenido para el nivel de significancia, se determina si se aprueba o se rechaza la hipótesis nula. [54].

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): el juego serio no apoya el proceso de aprendizaje de matemáticas en niños con síndrome de Down
- Hipótesis Alterna ( $H_1$ ): el juego serio apoya el proceso de aprendizaje de matemáticas en niños con síndrome de Down

Para determinar si se aprueba o se rechaza la hipótesis nula se tiene que en cuenta que:

- Si el valor obtenido para la variable **Significación asintótica bilateral** es menor al nivel de significancia establecido (0.05) se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa, es decir existe evidencias suficientes para plantear que el juego serio apoya el proceso de aprendizaje de los niños.
- Si el valor obtenido para la variable **Significación asintótica bilateral** es mayor al nivel de significancia establecido (0.05) se aprueba la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, es decir no existen evidencias significativas para plantear que el juego serio apoya el proceso de aprendizaje de los niños.

El software estadístico SPSS [55] es utilizado para obtener los resultados al aplicar el método de Wilcoxon, Para realizar el análisis de los módulos se utilizan las respuestas correctas ya que con el método Wilcoxon se busca es realizar un análisis comparativo entre los resultados de pretest y el postest que obtuvieron los niños.

## LOS NÚMEROS

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos para el tema de los números, se tuvieron en cuenta solo las respuestas correctas obtenidas en el Pretest y el Postest, presentados en la Tabla 7. Estos datos fueron extraídos de las tablas 6 y 7, de la columna Números-Correctas.

Tabla 7 Evaluación PreTest y PosTest de los números  
Fuente: Elaboración propia

 PresTest	 PosTest
17,00	15,00
20,00	20,00
18,00	20,00
20,00	20,00
20,00	19,00
11,00	14,00
11,00	17,00
20,00	19,00
15,00	19,00
13,00	20,00
16,00	19,00

Con estos resultados ingresados en el software SPSS, se aplicó el método de Wilcoxon para el tema de los números y se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 21 Resultados prueba wilcoxón de los números

### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PosTest	11	18,3636	2,11058	14,00	20,00
PresTest	11	16,4545	3,55988	11,00	20,00

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

#### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
PresTest - PosTest	Rangos negativos	6 <sup>a</sup>	6,42	38,50
	Rangos positivos	3 <sup>b</sup>	2,17	6,50
	Empates	2 <sup>c</sup>		
	Total	11		

a. PresTest < PosTest

b. PresTest > PosTest

c. PresTest = PosTest

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	PresTest - PosTest
Z	-1,901 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,057

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Figura 21 Resultados prueba Wilcoxon de los números

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido para la variable de significación asintótica bilateral es de **0.057** mayor al valor de significancia o confianza establecido **0.05**, con lo cual se puede establecer que la **hipótesis nula (H0) es aprobada**. Se puede concluir entonces que de acuerdo con el método de Wilcoxon no hay evidencias suficientes para plantear que el juego serio Mathkids apoya el aprendizaje de los niños en el tema de los números, aunque la diferencia sea mínima entre el resultado obtenido y el esperado.

## LA SUMA

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos para el tema de la suma, se tuvieron en cuenta solo las respuestas correctas obtenidas en el Pretest y el Postest, presentados en la Tabla 8. Estos datos fueron extraídos de las tablas 6 y 7, de la columna Suma-Correctas.

Tabla 8 Evaluación PreTest y PosTest del módulo suma  
Fuente: Elaboración propia

 PresTest	 PosTest
17,00	20,00
18,00	18,00
18,00	19,00
19,00	20,00
16,00	20,00
12,00	16,00
20,00	18,00
20,00	19,00
19,00	20,00
14,00	20,00
18,00	20,00

Con estos resultados ingresados en el software SPSS, se aplicó el método de Wilcoxon para el tema de la suma y se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 22  
Resultados prueba Wilcoxon de la suma

### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PresTest	11	17,3636	2,50091	12,00	20,00
PosTest	11	19,0909	1,30035	16,00	20,00

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

#### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
PosTest - PresTest	Rangos negativos	2 <sup>a</sup>	4,00	8,00
	Rangos positivos	8 <sup>b</sup>	5,88	47,00
	Empates	1 <sup>c</sup>		
	Total	11		

a. PosTest < PresTest

b. PosTest > PresTest

c. PosTest = PresTest

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	PosTest - PresTest
Z	-2,003 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,045

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Figura 22 Resultados prueba Wilcoxon de la suma  
Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido para la variable de significación asintótica bilateral es de **0.045** menor al valor de significancia o confianza establecido **0.05**, con lo cual se puede establecer que la **hipótesis nula (H0) es rechazada**. Se puede concluir entonces que de acuerdo con el método de Wilcoxon existen evidencias suficientes para plantear que el juego serio Mathkids apoya el aprendizaje de los niños en el tema de la suma (H1), aunque la diferencia sea mínima entre el resultado obtenido y el esperado. De acuerdo con los resultados obtenidos con el método de Wilcoxon se evidencia que existe diferencia significativa entre los resultados que se obtienen en la prueba del pretest y el postest para el tema de la suma, para este caso los resultados del postest fueron mejores que, en el pretest, o sea que los niños obtuvieron más respuestas correctas utilizando el juego serio.

### LA RESTA

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos para el tema de La resta, se tuvieron en cuenta solo las respuestas correctas obtenidas en el Pretest y el Postest, presentados en la Tabla 9 Evaluación PreTest y PosTest juego módulo restaTabla 9. Estos datos fueron extraídos de las tablas 6 y 7, de la columna Resta- Correctas.

Tabla 9 Evaluación PreTest y PosTest juego módulo resta  
Fuente: Elaboración propia

 PresTest	 PosTest
13,00	15,00
18,00	18,00
18,00	18,00
17,00	19,00
5,00	20,00
12,00	14,00
7,00	17,00
8,00	16,00
14,00	15,00
13,00	18,00
20,00	17,00

Con estos resultados ingresados en el software SPSS, se aplicó el método de Wilcoxon para el tema de la resta y se obtuvieron los resultados presentados en la Figuras 23 Resultados prueba Wilcoxon de la resta

### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PresTest	11	13,1818	4,91565	5,00	20,00
PosTest	11	17,0000	1,84391	14,00	20,00

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

#### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
PosTest - PresTest	Rangos negativos	1 <sup>a</sup>	5,00	5,00
	Rangos positivos	8 <sup>b</sup>	5,00	40,00
	Empates	2 <sup>c</sup>		
	Total	11		

a. PosTest < PresTest

b. PosTest > PresTest

c. PosTest = PresTest

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	PosTest - PresTest
Z	-2,081 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,037

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

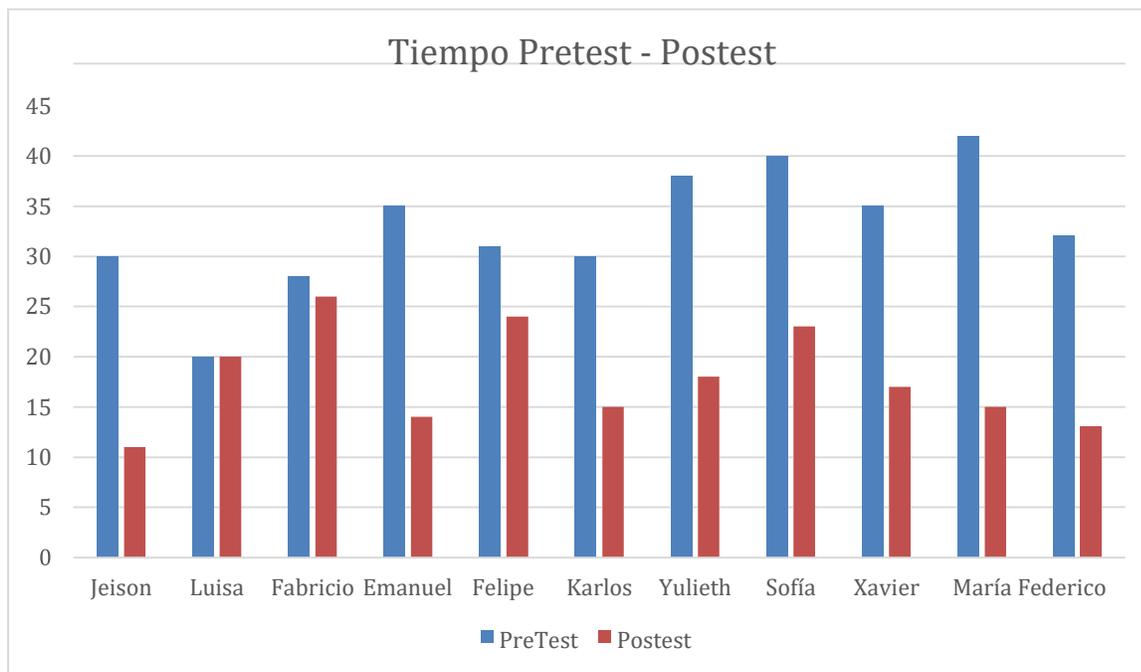
Figuras 23 Resultados prueba Wilcoxon de la resta  
Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido para la variable de significación asintótica bilateral es de **0.037** menor al valor de significancia o confianza establecido **0.05**, con lo cual se puede establecer que la **hipótesis nula (H0) es rechazada**. Se puede concluir entonces que de acuerdo con el método de Wilcoxon existen evidencias suficientes para plantear que el juego serio Mathkids apoya el aprendizaje de los niños en el tema de la resta (H1). De acuerdo con los resultados obtenidos con el método de Wilcoxon se evidencia que existe diferencia significativa entre los resultados que se obtienen en la prueba del pretest y el postest para el tema de la resta, para este caso los resultados del postest fueron mejores que, en el pretest, o sea que los niños obtuvieron más respuestas correctas utilizando el juego serio.

## TIEMPO

Dado que se buscaba evaluar la efectividad del juego serio en el apoyo del aprendizaje de las matemáticas para niños con síndrome de Down, esta evaluación no solamente se hizo respecto a la cantidad de respuestas correctas que obtuvieron, sino que se decidió determinar si existe diferencia entre el tiempo que los niños utilizaron realizando la prueba en el Pretest y en el Postest. Es importante tener en cuenta que el tiempo obtenido para las evaluaciones en papel fue capturado y entregado por los padres que bajo de las circunstancias de la pandemia estuvieron a cargo de esta labor, se confía en que los datos entregados son reales. Los datos presentados en la Tabla 10 son extraídos de las tablas 4 y 5, columna Tiempo.

Tabla 10 comparación del tiempo del PreTest y PosTest del tiempo  
Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar, el tiempo que los niños utilizaron para realizar las evaluaciones en Mathkids es menor que el tiempo utilizado con el método tradicional (papel). Es importante resaltar, que, aunque haya existido discontinuidad en la realización de las actividades en papel por parte de los niños, este tiempo se utilizó para poder determinar cuál era la diferencia entre el tiempo que gastaron los niños en el pretest y el postest, evidenciando que las actividades propuestas en MathKids pudieron resultar más atractivas de realizar y por ello tomaron menos tiempo que las actividades en papel en las cuales los niños gastaron más tiempo. Esto nos indica que se puede presentar una mayor productividad en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en los niños con síndrome de Down, ya que podrían utilizar menos tiempo en adquirir, practicar y evaluar sus conocimientos no solo en los temas propuestos en Mathkids sino también en otros temas.

## 4.2 Evaluación cualitativa

Además de determinar si el juego serio MathKids apoya el proceso de aprendizaje de matemáticas en los niños con síndrome de Down, también se consideró importante conocer si los niños demuestran interés en utilizar el juego serio, si su contenido, funcionalidades y diseño son atractivos para ellos. Para ello se realizó una encuesta a los padres/acudientes que estuvieron con los niños mientras ellos utilizaban el juego serio.

La encuesta está compuesta por 8 preguntas acerca de la motivación e interés que demostraron los niños utilizando MathKids, además de la facilidad que represento para los niños utilizar el juego serio. Con el objetivo de evaluar las actitudes de los niños se utilizó la escala de Likert [56], esta escala se diseña de tal forma que las respuestas a las preguntas estén asociadas a un valor numérico que permita codificar y cuantificar estas respuestas. Los padres/acudientes deben responder las preguntas de acuerdo a la observación que hicieron de los niños mientras utilizaban MathKids, señalando su grado de acuerdo o desacuerdo con cada pregunta, para realizar el análisis de la evaluación cualitativa que se les realizó a los padres para determinar el estado de conformidad que tenían los niños, por cuestiones de que no se tuvo a los padres ni a los niños presencialmente se optó por confiar en las respuestas dadas por los padres ya que las preguntas eran concretas y se adaptaron a las posibles emociones de los niños [57]. La escala definida para este trabajo de grado es la siguiente:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En Desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

En la Tabla 11 se encuentran las preguntas realizadas a los 13 padres/acudientes de los niños que participaron en la evaluación del juego serio y la cantidad de respuestas obtenidas para cada una de ellas teniendo en cuenta la escala de Likert.

Tabla 11 Encuesta realizada a los padres/acudientes  
Fuente: Elaboración propia

No	Preguntas	1	2	3	4	5
1	El juego serio despertó el interés y motivación del niño					13
2	Fue fácil para el niño el desarrollo de cada acción			2	2	9
3	Fue fácil para el niño la interacción con la aplicación			1	1	11
4	Fue fácil para el niño realizar las evaluaciones		1		1	11
5	El niño estuvo tranquilo al desarrollar las acciones			1	1	11
6	El juego serio mantuvo al niño atento y concentrado			1	2	10
7	El niño se sintió atraído por los colores e imágenes del juego					13
8	El niño demostró interés en seguir utilizando la aplicación					13

A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos luego de la encuesta para evaluar la aceptación del juego serio MathKids. De acuerdo con los resultados representados en la Figura 24, los padres/acudientes de los 13 niños están totalmente de acuerdo en que MathKids despertó el interés y motivación de los niños. Los resultados obtenidos para esta pregunta son importantes ya que permiten evidenciar que, en este primer acercamiento entre los niños se mostraron motivados en utilizar el juego serio como apoyo para el aprendizaje de las matemáticas.



Figura 24 Pregunta 1 El niño estuvo motivado utilizando la aplicación  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 25 se observa que 9 padres están totalmente de acuerdo con que MathKids fue fácil utilizar por los niños, 2 padres están de acuerdo y 2 padres no están de acuerdo ni en desacuerdo. Conocer cómo resultó para los niños utilizar el juego serio es importante, ya que como se mencionó anteriormente los niños con síndrome de Down cuando algo no les resulta motivador o fácil de utilizar pueden decidir no utilizarlo o realizarlo. Son algunas características de su comportamiento y personalidad.

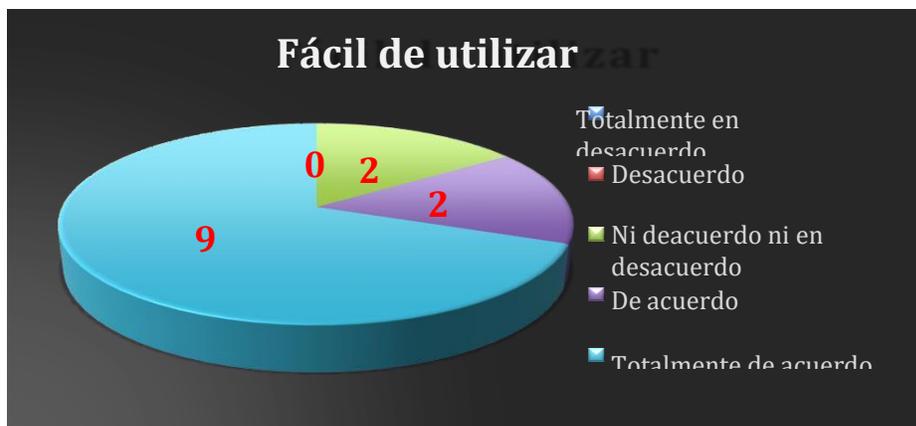


Figura 25 Pregunta 2 Fue fácil para el niño el desarrollo de cada acción  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 26 se observa que 11 padres/acudientes notaron que los niños demostraron facilidad al interactuar con Mathkids y sus funcionalidades. Un padre estuvo de acuerdo y otro no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo. El juego serio Mathikds fue desarrollado para que resultara de fácil interacción por parte de los niños, mediante la incorporación de funcionalidades simples e intuitivas y que conservarán la misma estructura en todos los temas y las actividades.



Figura 26 Pregunta 3 Fue fácil para el niño la interacción con la aplicación  
Fuente: Elaboración propia

Los padres/acudientes de 11 niños estuvieron totalmente de acuerdo en que para ellos resultó fácil realizar las evaluaciones, un padre estuvo de acuerdo y un padre estuvo en desacuerdo ya que para la niña Alison fue difícil comprender algunos conceptos. En la Figura 27. Las evaluaciones son tal vez la parte más compleja de realizar por los niños ya que se pueden sentir presionados para obtener un buen resultado, por ese motivo las evaluaciones de Mathkids se realizaron con la misma estructura de las prácticas para que esa presión disminuyera y el cambio de una a otra no presentará dificultad. El padre que manifestó que estaba en desacuerdo sobre la facilidad para realizar las evaluaciones, esto se presentó debido a que el niño no quería realizar las evaluaciones



Figura 27 Pregunta 4 Fue fácil para el niño realizar las evaluaciones  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se observa que, 11 de los padres/acudientes evidenciaron tranquilidad en los niños al utilizar Mathkids y realizar las actividades propuestas. Un padre estuvo de acuerdo y un padre no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo. Saber si Mathkids no los intranquiliza o estresa, es importante ya que para algunos de estos niños los cambios inesperados en las actividades que realizan de forma rutinaria pueden afectar su comportamiento y llegar a demostrar molestia. Como se mencionó anteriormente, algunos de estos niños no quisieron realizar la evaluación del Pretest, no fue atractivo y resultó un cambio en lo que ellos venían realizando. Se podría pensar que Mathkids, al ser una aplicación móvil con diseño atractivo despertó la motivación en utilizarla y esto podría contribuir en que ellos la sigan utilizando, sin presiones.



Figura 28 Pregunta 5 El niño estuvo tranquilo al desarrollar las acciones  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 29 muestra que 10 padres/acudientes estuvieron totalmente de acuerdo en que Mathkids mantuvo los niños concentrados realizando las actividades, dos padres estuvieron de acuerdo y un padre no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo. Los niños con síndrome de Down requieren mayor esfuerzo para concentrarse y su atención focalizada es selectiva por un tiempo determinado. Mathkids pudo despertar la atención y concentración de los niños, tal vez por su diseño, los temas y actividades, siendo una buena señal de que si el niño lo utiliza de forma repetitiva podría mejorar su proceso de aprendizaje de las matemáticas.



Figura 29 Pregunta 6 El juego serio mantuvo al niño atento y concentrado  
Fuente: Elaboración propia

La Figura 30 muestra que para los 13 niños que utilizaron el juego serio, este resulto atractivo. Estos resultados pueden darse debido a los colores, imágenes, sonidos y diseño que tiene Mathkids. De acuerdo a la revisión del estado del arte, los niños con síndrome de Down a pesar de sus alteraciones visuales, se sienten atraídos más por imágenes que por textos en el aprendizaje de las matemáticas. Utilizar colores claros que no les molesten la vista es un aspecto importante de tener en cuenta, además de que los temas, prácticas y teorías fueron creados teniendo en cuenta características propias de su aprendizaje como la repetición de actividades y retroalimentación.



Figura 30 Pregunta 7 El niño se sintió atraído por los colores e imágenes del juego  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la Figuras 31 presenta los resultados de la pregunta 8 en la cual se puede observar que todos los niños mostraron interés en continuar utilizando el juego serio. Mathkids presenta el componente teórico de una forma simple, les permite realizar prácticas todas las veces que lo necesiten para mejorar sus habilidades en las matemáticas y en la evaluación los niños pueden conocer inmediatamente los resultados y recibir retroalimentación de forma inmediata para que puedan saber dónde se equivocaron.



Figuras 31 Pregunta 8 El niño demostró interés en seguir utilizando la aplicación  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos por parte de los padres/acudientes al analizar el comportamiento de los niños al utilizar MathKids, son muy alentadores ya que en la mayoría de preguntas los resultados fueron favorables y los niños demostraron interés en utilizar el juego serio desarrollado. Es importante tener en cuenta que en el aprendizaje de las matemáticas es importante además de conocer la teoría realizar ejercicios de prácticas de forma repetitiva para reforzar los conocimientos. MathKids les permite a los niños realizar 20 prácticas y 20 evaluaciones aleatorias en cada uno de los temas cada vez que las veces que las realicen.

El diseño del recorrido por el bosque, utilizar imágenes, sonidos y colores atractivos puede contribuir a que los niños se sientan interesados en utilizar esta primera versión del juego y en tener expectativa para nuevas versiones con otros temas relevantes para su aprendizaje.

#### **4.4. Discusión**

Mediante las evaluaciones realizadas para evaluar la efectividad del juego serio en el aprendizaje de las matemáticas y de acuerdo al interés y motivación manifestado por los niños con síndrome de Down al utilizar MathKids, se pudo establecer que el juego serio para la población de muestra contribuye en temas como la suma y la resta, pero su contribución no es significativa para el tema de los números. Esto podría deberse a que el tema de los números es de los primeros temas que los niños aprenden, es de fácil recordación y aplicación en su vida diaria, por lo cual para estos niños utilizar o no MathKids no presentó diferencia ya que los resultados que se obtuvieron en el pretest y postest fueron similares, es decir puede ser que la mayoría de los niños ya sabían los números por lo tanto les fue igual de bien tanto en papel como en el juego. Dado que la suma y la resta requieren un mayor nivel de concentración y abstracción, el adquirir y sobre todo poder practicar esos conocimientos fue más efectivo utilizando MathKids.

Aquellos niños que no quisieron realizar las actividades en papel, pero si mostraron su interés en utilizar el juego serio, nos muestran que MathKids al ser una herramienta tecnológica que pueden utilizar en un dispositivo móvil resultó ser más atractiva que las actividades en papel. Es importante tener en cuenta el interés y la disposición que los padres evidenciaron en los niños al utilizar MathKids, ya que la herramienta puede ser muy completa en cuanto a temas presentados, pero si no despierta el interés de los niños por medio de los colores, sonidos, imágenes, los niños podrían no utilizarla.

Otro factor importante que se evidenció en la evaluación es el tiempo que los niños pueden tomar en realizar las actividades utilizando MathKids respecto al tiempo en realizar las actividades en papel. La disminución en el tiempo podría contribuir en que los niños realicen más prácticas para reforzar sus conocimientos, realizar más evaluaciones para probar sus conocimientos, o incluso aprender otros temas en futuras versiones de MathKids.

De acuerdo a la pregunta de investigación propuesta, se puede decir que mediante la utilización del juego serio MathKids como herramienta tecnológica que contenga temas como los números, suma y resta, y que proponga actividades como teorías, prácticas y evaluaciones se pueden fortalecer las habilidades matemáticas de los niños con síndrome de Down.

#### **4.5. Limitaciones**

- La aplicación no fue diseñada para la enseñanza de las matemáticas si no para fortalecer las habilidades matemáticas de los niños, por lo cual se hace necesario contar con la tutoría de un docente para aprender las nociones básicas y juego utilizar el juego y fortalecerlas
- Los temas de números, suma y resta fueron seleccionados de acuerdo con los trabajos relacionados que se encontraron en la revisión del estado del arte, debido a que en Colombia no se cuenta con un manual o un instructivo de que temas deberían enseñarse y como realizar el proceso.
- Los resultados obtenidos en cada evaluación se almacenan de forma local en el dispositivo móvil, por lo cual la recolección de los resultados se realizó solicitando a los padres de familia que enviaran los pantallazos donde se presentaban los resultados.

#### **Discusión del capítulo**

La evaluación de la efectividad del juego serio se realizó de dos formas: mediante la aplicación del método de Wilcoxon utilizando el software estadístico SPSS y mediante una evaluación cualitativa. De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que para el tema de los números el juego serio Mathkids no presenta aportes significativos. Sin embargo, para el tema de la suma y la resta el juego serio si presenta evidencias significativas de su contribución en el aprendizaje de las matemáticas. De igual forma, al realizar un análisis de tiempo que los niños utilizan en realizar las actividades se pudo evidenciar que es menor en Mathkids que en papel, esto podría contribuir en aumentar la productividad de los niños en aprender, practicar o evaluar más temas. Finalmente, de acuerdo a la evaluación cualitativa se pudo determinar que el juego serio resultó atractivo y despertó el interés en los niños que lo utilizaron, un factor importante ya que puede contribuir a que los niños lo continúen utilizando y su aporte sea mayor.

## **CAPÍTULO 5 Conclusiones y trabajos futuros**

De acuerdo con el estudio de estado del arte se logró identificar las características que permiten identificar a los niños con síndrome de Down permitiendo determinar cómo es el proceso de aprendizaje de estos niños, también se identificó cuáles son las características y funcionalidades que tienen los juegos serios para que puedan cumplir con las necesidades específicas de los niños con síndrome de Down. En este sentido, el aprendizaje de matemáticas es un área de conocimiento importante para casi todas las actividades que realizamos en nuestra vida cotidiana.

Inicialmente se identificaron cuáles son aquellas características del aprendizaje de los niños con síndrome de Down, se realizó una revisión del estado del arte tomando en consideración aquellos trabajos que presentaban aportes significativos para el desarrollo de la investigación. Se buscó determinar cuáles son las características que debería tener un juego serio tales como colores, sonidos, imágenes, tipo de texto, para que fueran atractivos para los niños y despertaran su interés por utilizar el juego serio y principalmente que contribuyeran en su proceso de aprendizaje.

Una vez se identificaron los componentes, características y necesidades que debería tener y solventar el juego serio, se realizó el diseño e implementación de Mathkids. Para ello se siguieron un método de diseño y una metodología de desarrollo, que guiaron todo el proceso desde la planificación hasta la entrega a los usuarios finales. El juego serio fue desarrollado para sistemas operativos Android y permite a los niños realizar un recorrido por un bosque en cual deben realizar un conjunto de actividades para pasar de un tema a otro. Los temas que se tratan en el juego serio son los números, la suma y la resta, y los niños deben pasar por un componente teórico, realizar prácticas y finalmente evaluar sus conocimientos.

La evaluación de la efectividad del juego serio en el apoyo del aprendizaje de las matemáticas se realizó mediante la comparación de datos antes de utilizar el juego serio y después de utilizarlo. Para ello se aplicó el método no paramétrico Wilcoxon, a los resultados en las evaluaciones de los números, la suma y la resta. Se definió un nivel de significancia de 0.05. y acuerdo a los resultados obtenidos luego de aplicar este método, no se encontraron evidencias significativas de que Mathkids contribuya en el aprendizaje de los números con un valor de 0.057 para la variable significación asintótica bilateral mayor al nivel de significancia. Los valores para la variable de significación asintótica bilateral en la suma y la resta fueron de 0.045 y 0.037 respectivamente, demostrando que se encontraron evidencias significativas de que Mathkids contribuye en el aprendizaje de la suma y la resta para niños con síndrome de Down.

De igual forma se realizó una evaluación cualitativa por medio de unas preguntas a los padres para conocer la percepción de los niños al utilizar el juego serio. De acuerdo a los resultados de la evaluación se evidenció que los niños demostraron interés y motivación en utilizar el juego serio y en realizar las actividades propuestas.

Como trabajos a futuro se propone que el juego serio pueda ser utilizado por otros niños con necesidades especiales de educación como el síndrome de Asperger, autismo, ente otros y poder comparar grado de apoyo que proporciona a los niños con diferentes en necesidades. También se plantea que se puedan implementar metodologías de enseñanza como el aprendizaje basado en proyectos, gamificación, o aprendizaje colaborativo con el fin de logran un mayor impacto en la realización de las actividades. En cuanto al desarrollo del juego serio, se podría pensar en implementarlo para otros sistemas operativos como IOS, y tal vez otras versiones como una aplicación web.

## Referencias

- [1] Dane, «Cuántos somos», 2019. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>.
- [2] M. de Salud, «Registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad - RLCPD». <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Discapacidad/Paginas/registro-localizacion.aspx>.
- [3] Dane, «Discapacidad». <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/discapacidad>.
- [4] Gutiérrez Escobar Susana, «¿Qué es el síndrome de Down?», *Unidos Pro-Down*, 2009. <https://mosaicodown.org/blogs/news/titulo-de-noticia-4>.
- [5] A. Gavia, «Ley estatutaria 1618 de 2013 Minsalud», *Minsalud*, vol. 2013, n.º febrero 27, p. 41, 2017, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [6] «Constitución política de Colombia 1991», 1991, [En línea]. Disponible en: <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ConstitucionPoliticaColombia-1991.pdf>.
- [7] D. de salud del estado de nueva york división de salud familiar oficina de intervención Temprana, «Guía rápida de consulta para padres y profesionales», 2015.
- [8] M. de Educación, «Revisión de políticas nacionales de educación La educación en Colombia», p. 336, 2016, [En línea]. Disponible en: [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf).
- [9] «Integración de niños con necesidades educativas especiales a la escuela básica regular en el colegio Pukllasuchis».
- [10] A. M. Muñoz, «El síndrome de Down», 2017. [En línea]. Disponible en: [https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe\\_down.pdf](https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO10413/informe_down.pdf).
- [11] G. Sofia, «La discriminación en el síndrome de Down», Universidad Abierta Interamericana, 2014.
- [12] D. Tangarife Chalarca, «La enseñanza de las Matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles», *Rev. Electrónica Investig. Educ.*, vol. 20, n.º 4, p. 144, 2018, doi: 10.24320/redie.2018.20.4.1751.
- [13] Y. Peña Beltrán y I. Aristizabal Ramírez, «Estado del arte de las TLCs aplicadas en niños y niñas con necesidades educativas especiales.», 2013.

- [14] E. R. Rodríguez, «Características psicológicas y del aprendizaje de los niños con síndrome de Down», p. 16, [En línea]. Disponible en: <https://www.downciclopedia.org/psicologia/desarrollo-y-perspectivasgenerales/3007-caracteristicas-psicologicas-y-del-aprendizaje-de-los-ninos-consindrome-de-down>.
- [15] C. L. Raventós, «El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games», vol. 8, p. 16, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/688/68845366010.pdf>.
- [16] I. Medina Rodriguez, «Proyecto de inclusión de estudiantes con discapacidad cognitiva», 2013.
- [17] E. R. Rodríguez, «Integración educativa en el aula ordinaria con apoyos de los alumnos con síndrome de Down: sugerencias prácticas», vol. 24, p. 12, 2007, [En línea]. Disponible en: <https://sid.usal.es/idocs/F8/ART9684/integracioneducativa.pdf>.
- [18] L. O. R. Luis Rodríguez Bausá, «Aportaciones para la intervención psicológica y educativa en niños con síndrome de Down», p. 21, 2010, [En línea]. Disponible en: [https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/8333/Aportaciones para la intervención psicológica y educativa en niños con síndrome de Dow.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/8333/Aportaciones%20para%20la%20intervencion%20psicologica%20y%20educativa%20en%20ninos%20con%20sindrome%20de%20Dow.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [19] Y. L. V. García, «Juegos matemáticos y alumnos con síndrome de down», 2016.
- [20] A. P. Cuello, «Matemática funcional para estudiantes que presentan NEE manual del docente», vol. 2, p. 66, 2021, [En línea]. Disponible en: [https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/10/Manual\\_Docente\\_-Matematica-2016-1.pdf](https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/10/Manual_Docente_-Matematica-2016-1.pdf).
- [21] A. Forero, «El uso de las preguntas por parte del docente en la clase de matemáticas y sus efectos en las respuestas y conversaciones de los niños», 2014.
- [22] C. B. Ortí, «Las tecnologías de la información y comunicación (T.I.C.)», p. 7, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.uv.es/~bellochc/pdf/pwtic1.pdf>.
- [23] C. R. G. Fabian Sáenz Enderica, «Libro blanco sobre tics aplicadas a la discapacidad en las universidades del Ecuador», p. 10, 2010, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6212/1/AC-TELECOMUNICACIONES-ESPE-047020.pdf>.
- [24] M. R.-R. y M. E. M.-F. Macarena Pazos González, «Las TIC en la educación de las personas con Síndrome de Down: un estudio bibliométrico», 2015. [En línea]. Disponible en: <https://sid.usal.es/idocs/F8/ART21695/pazos.pdf>.
- [25] F. J. Maldonado, «Los juegos serios y su influencia en el uso responsable de

energía y cuidado del medio ambiente los juegos serios», 2017. [En línea]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus18117.pdf>.

- [26] Cristian Lopez, «El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games», vol. 8, p. 11, 2015, [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v8n1/2007-1094-apertura-8-01-00010.pdf>.
- [27] B. Marcano, «Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital», vol. 9, p. 15, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/16791/17430>.
- [28] A. M. Terrón, «Juegos serios y formación de adultos», p. 9, [En línea]. Disponible en: [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/9618/JS\\_ALV.pdf?sequence=1](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/9618/JS_ALV.pdf?sequence=1).
- [29] F. B. Entonado, «Sociedad de la información y educación».
- [30] S. Apps, «Números especiales». <https://www.specialiapps.org/es/numeros-especiales>.
- [31] V. Agheana y N. Duță, «Achievements of numeracy abilities to children with down syndrome: psycho-pedagogical implications», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 186, pp. 38-45, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.068.
- [32] J. Muenala y M. Pastrano, «Desarrollo de un juego serio que ayude a las personas con síndrome de Down a mejorar sus competencias matemáticas», pp. 1-77, 2018, doi: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19599>.
- [33] A. J. H. Guerrero, «Desarrollo del pensamiento lógico-matemático en niños y niñas con síndrome de Down con el apoyo de estrategias tecnológicas», 2015.
- [34] F. S. Burta, «Análisis de diseño y desarrollo de un software informático que facilite el aprendizaje y reconocimiento del lenguaje escrito», 2018.
- [35] F. A. Lourdes Aguilar, «Instrumento de evaluación de un video juego educativo facilitador del aprendizaje de habilidades prosódicas y comunicativas», 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/58/6>.
- [36] A. Goleman, Daniel; Boyatzis, Richard; McKee, «Software educativo multidispositivo como ayuda para facilitar el aprendizaje de niños con síndrome de Down basado en el método perceptivo-discriminativo», 2019.
- [37] M. J. B. Ronquillo y F. D. C. Stay, «Análisis, diseño e implementación de un aplicativo móvil de lecto - escritura para estudiantes con síndrome de Down de la escuela de educación básica "Agustín Vera Loor", utilizando método Troncoso», 2018.

- [38] jimmy R. Ana Lusía Llano, Silvia Leonor Salazar, «Portal web Dinámico para el desarrollo de habilidades y destrezas de los niños con síndrome de Down», 2016.
- [39] C. H. A. Carlos Arturo Castro Castro, «Diseño de objetos de aprendizaje virtuales para la enseñanza del inglés a niños con síndrome de Down», 2015.
- [40] A. C. (2) Eduardo Navas (1), «Juego interactivo para incrementar la atención y retentiva visual en niños con síndrome de Down», vol. 7, 2018, [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/nayibe/Downloads/Dialnet-JuegoInteractivoParaIncrementarLaAtencionYRetentiv-6284826.pdf>.
- [41] A. A. E. Fuel, «Desarrollo de un serious game como herramienta de apoyo a la enseñanza en niños con síndrome de Down», 2019.
- [42] V. B. Bustamante y U. A. Cárdenas, «Matemática funcional para estudiantes que presentan NEE manual de estudiantes», vol. 1, p. 164, 2021, [En línea]. Disponible en: [http://www.down21-chile.cl/cont/cont/2014/7\\_3\\_manual\\_estudiante\\_1\\_4.pdf](http://www.down21-chile.cl/cont/cont/2014/7_3_manual_estudiante_1_4.pdf).
- [43] O. B. F. E. A. Sosa, «Juego serio: modelo teórico para su diseño y producción», 2016, [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/296333764\\_Juego\\_serio\\_modelo\\_teorico\\_para\\_su\\_diseno\\_y\\_produccion](https://www.researchgate.net/publication/296333764_Juego_serio_modelo_teorico_para_su_diseno_y_produccion).
- [44] V. M. P. Beltrán, «Metodología para el diseño de juegos serios que usen objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva», Universidad del Cauca, 2019.
- [45] A. M. M. Pereira, «El proceso productivo del videojuego: fases de producción», vol. 19, p. 15, 2014, [En línea]. Disponible en: <file:///N:/45178-Texto del artículo- 71611-2-10-20141002.pdf>.
- [46] G. de Navarra, «Uso de dispositivos móviles», p. 29, [En línea]. Disponible en: <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/48F9746B-080C-4DEA-BD95-A5B6E01797E1/315641/7Usodedispositivosmóviles.pdf>.
- [47] P. Ramirez, «¿Cuáles son los sistemas operativos más usados?», 2019. <https://itsoftware.com.co/content/sistemas-operativos-mas-usados/#:~:text=Sistemas operativos para móviles más usados en 2020,-Sistema Operativo&text=El sistema operativo móvil más,Samsung con solo el 0.2%25>.
- [48] B. S. M. M. Valladarez, B. M. E. Gaitan, y B. N. N. P. Reyes, «Metodología ágil de desarrollo de software programación extrema», 2016.
- [49] E. Acuña, «Estadística no paramétrica». [En línea]. Disponible en: <http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/mastertecnologiastelecomunicacion/RecursosGenerales/AnalisisEstadisticoClase9.pdf>.

[50] A. Matas, «Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión», vol. 20, p. 10, 2018, [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v20n1/1607-4041-redie-20-01-38.pdf>.

