

Diseño de un videojuego que sirva de apoyo para la enseñanza de las matemáticas en niños
regulares de 5 a 8 años

Byron Henry González Rivera, ✉ byron.14@live.com

Juan Pablo Jiménez Salazar, ✉ jjjimenez94@hotmail.com

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Multimedia

Asesor: Sandra Patricia Cano Mazuera, Doctor (PhD) en Ciencias de la electrónica.



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Multimedia

Santiago de Cali, Colombia

2018

Citar/How to cite [1]

Referencia/Reference [1] B. H. González Rivera y J. P. Jiménez Salazar! Diseño de un videojuego que sirva de apoyo para la enseñanza de las matemáticas en niños regulares de 5 a 8 años. , Trabajo de grado Ingeniería Multimedia, Universidad de San Buenaventura Cali, Facultad de Ingeniería, 2018.



Bibliotecas Universidad de San Buenaventura



Biblioteca Digital (Repositorio)
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co>

- Biblioteca Fray Alberto Montealegre OFM - Bogotá.
- Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo OFM - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.
- Departamento de Biblioteca - Cali.
- Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia

Universidad de San Buenaventura Colombia - <http://www.usb.edu.co/>

Bogotá - <http://www.usbbog.edu.co>

Medellín - <http://www.usbmed.edu.co>

Cali - <http://www.usbcali.edu.co>

Cartagena - <http://www.usbctg.edu.co>

Editorial Bonaventuriana - <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/>

Revistas - <http://revistas.usb.edu.co/>

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
III. JUSTIFICACIÓN.....	11
IV. OBJETIVOS.....	16
V. PLANEACIÓN DEL PROYECTO	17
a. Matriz de marco lógico	17
b. Definición de actividades (EDT).....	21
c. Cronograma con tiempos, holguras y ruta crítica	22
d. Ruta crítica	23
e. Cronograma de actividades	23
f. Costeo de actividades (Presupuesto).....	26
VI. ANÁLISIS E IDEACIÓN (PROPUESTA DE SOLUCIÓN).....	27
a. Entender (Estado del Arte).....	27
i. Método Montessori.	27
1. Aula Montessori	29
2. Materiales Montessori (MM)	29
Cilindros con botón.....	30
Torre Rosa.....	31
Escalera marrón.....	31
Barras rojas y azules.....	32
Perlas Montessori	33
Periodos sensibles	34
Periodo sensible 1: Adquisición del lenguaje (De 0 a 6 años) Cúspide 2 años.....	34

Periodo sensible 2: Orden (18 meses a 6 años) Cúspide 2 años	34
Periodo sensible 3: Sensorial (2 a 6 años) Cúspide de 2 a 4 años.....	35
Periodo sensible 4: Refinamiento del movimiento (1 a 4 años) Cúspide de 1 a 3 años	35
Tabla periodos sensibles.....	35
Rol del adulto	36
ii. La lúdica en la educación	37
1. Videojuegos en la educación.....	38
Dragon Box	39
Edoki Academy	40
Montessorium.....	43
b. Observar	45
c. Definir	45
i. Perfil de usuario	46
ii. Elección de temática.....	47
iii. Mecánicas de juego	47
Números	47
Suma.....	48
Resta	49
d. Idear.....	50
Personajes, Colores y Tipografía	50
e. Prototipado	51
i. Primeros prototipos	51
Versión 1	51
Versión 2	52

ii.	Bocetos en papel del videojuego (Versión 3).....	53
iii.	Mockups del videojuego (Versión 3).....	58
VII.	EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO FUNCIONAL (Testeo)	59
a.	PRIMERA PARTE (Experiencia de usuario)	60
b.	SEGUNDA PARTE (Encuesta de satisfacción)	64
VIII.	RESULTADOS.....	72
IX.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	74
	Implementación de la tecnología RFID	74
	Aumento de operaciones matemáticas:	75
X.	REFERENCIAS	76
XI.	ANEXOS.....	80
	Anexo 1. Formato de evaluación de satisfacción de usuario.	80

LISTA DE TABLAS

TABLA I. COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE.....	13
TABLA II. MATRIZ DE MARCO LÓGICO	17
TABLA III. TABLA DE PRECEDENCIAS	22
TABLA IV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	23
TABLA V. COSTOS DEL PROYECTO (PRESUPUESTO)	26
TABLA VI. PERFIL DE USUARIO	46
TABLA VII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 1	65
TABLA VIII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 2	66
TABLA IX. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 3.	67
TABLA X. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 4	68
TABLA XI. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 5.	69
TABLA XII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 6.....	70
TABLA XIII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 7.	71

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Actividades.	21
Fig. 2. Ruta crítica	23
Fig. 3. María Montessori en La Casa dei Bambini, Tomado de [12].....	28
Fig. 4. Cilindros con botón. Tomado de [14]	30
Fig. 5. Torre Rosa. Tomado de [15].....	31
Fig. 6. Escalera marrón Montessori. Tomado de [16].....	32
Fig. 7. Barras rojas y azules. Tomado de [17].....	33
Fig. 8. Perlas Montessori. Tomado de [18].....	33
Fig. 9. Periodos sensibles. Tomado de [20]	36
Fig. 10. Videojuego algebra 5+. Tomado de [27]	40
Fig. 11. Módulo resta de juego Montessori 1st Operations. Tomado de [32].....	41
Fig. 12. Conteo con las perlas Montessori dentro de Montessori Math City. Tomado de [35]	43
Fig. 13. Pantalla de juego Introducción a las matemáticas. Tomado de [38].....	44
Fig. 14. Mapa de empatía	45
Fig. 15. Modo de juego nivel números.....	48
Fig. 16. Modo de juego nivel suma	49
Fig. 17. Modo de juego nivel números.....	50
Fig. 18. Interfaces del videojuego en la versión 1	52
Fig. 19. Interfaces del videojuego en la versión 2.....	53
Fig. 20. Boceto de logotipo “Granja Montessori”	54
Fig. 21. Boceto página inicio	54
Fig. 22. Boceto de animación menú inicio.....	55
Fig. 23. Boceto de la pantalla números.	56
Fig. 24. Boceto de pantalla del nivel suma.	57
Fig. 25. Boceto de pantalla del nivel resta.	58
Fig. 26. MockUps del videojuego.	59
Fig. 27. Niña manipulando la pantalla inicio.	61

Fig. 28. Niña jugando el nivel números.	62
Fig. 29. Niño jugando el nivel suma.	63
Fig. 30. Niña jugando nivel de resta.....	64
Fig. 31. Grupo de niños manipulando la aplicación.....	64
Fig. 32. Porcentajes pregunta 1	65
Fig. 33. Porcentajes pregunta 2	66
Fig. 34. Porcentajes pregunta 3	68
Fig. 35. Porcentajes pregunta 5.	69
Fig. 36. Porcentajes pregunta 5.	70
Fig. 37. Porcentajes pregunta 6.	71
Fig. 38. Datos de pregunta 7.	72
Fig. 39. Implementación de códigos QR en Granja Montessori.	75

RESUMEN

Este trabajo de grado pretende la implementación de tecnologías emergentes tales como los dispositivos móviles o tablets como elementos didácticos para la enseñanza de las matemáticas tratando de aportar al mejoramiento en el entendimiento de las mismas por parte de los niños, también proponer un replanteamiento de como se ve las tecnologías en el aula y proponer diferentes formas que nos permitan aprender los conocimientos de una forma más dinámica y entretenida, además de mostrar los beneficios lúdicos que puede tener un videojuego. Se utilizó el método Montessori como metodología de aprendizaje ya que estudios avalan que se obtiene mejores resultados en la enseñanza y potencializa mejor las habilidades de los niños para construir y diseñar un videojuego con el cual se puede utilizar como herramienta lúdica y didáctica que puede ser utilizada por los maestros como apoyo dentro del aula de clase.

Palabras clave: ! , educación, videogame, matemáticas, aprendizaje.

ABSTRACT

This work of degree aims at the implementation of emerging technologies such as cell phones or tablets as teaching elements for mathematics trying to contribute to the improvement in understanding of them by children, also propose a rethinking of how it looks the technologies in the classroom and propose different ways that allow us to learn the knowledge in a more dynamic and entertaining way, in addition to showing the ludic benefits that a videogame can have. The Montessori method was used as a learning methodology since studies confirm that better results are obtained in teaching and better potentiate children's abilities to build and design a video game with which it can be used as a playful and didactic tool that can be used by the teachers as support in the classroom.

Keywords: ! , education, videogame, mathematics, learning.

I. INTRODUCCIÓN

En la última década la tecnología ha crecido de manera exponencial, por lo que hoy en día vivimos en un mundo inmerso por las TIC s (Tecnologías de la Información y Comunicación). Desde tareas que realizamos en la vida laboral, educativa y demás hasta actividades de nuestra cotidianidad están influenciadas por diversos dispositivos tecnológicos, como: computadores, celulares, televisores, proyectores, entre otros. Estos son las herramientas con las que enfrentamos y solucionamos los problemas de nuestro entorno. Hoy en día, los niños viven dentro de la “*era digital*” y desde temprana edad tienen la posibilidad de acceder a la manipulación de aparatos tecnológicos aprendiendo el funcionamiento de los mismos, de una manera natural, por medio del error y observación.

También se ven cambios en la enseñanza, diferentes métodos han surgido como el Singapur, manera finlandesa y Montessori donde se plantean diferentes formas de aprender y estrategias a incluir en las aulas. Por lo que, son menos rígidas y permiten fomentar la creatividad, el desarrollo social y cognitivo, y son más adaptables a las exigencias del mundo actual.

En este trabajo de grado, la propuesta es crear una herramienta tecnológica (prototipo de videojuego) que sirva como material de apoyo al docente en la enseñanza de las matemáticas, como el conteo, suma y resta, aplicando el método de enseñanza llamado Montessori [1]. Este método según estudios [2] obtiene mejores resultados y potencializa mejor las habilidades de los niños. Se realizó una indagación acerca de aplicaciones móviles en Android que usen este método, y no son muchas las que se encontraron y que fueran de libre acceso, lo cual nos motivó para el desarrollo de esta propuesta pueda favorecer a los docentes y que puedan usarla en su aula de clases.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy la educación ha cambiado debido a los grandes avances tecnológicos surgidos en la última década. Si nos comparamos con nuestros abuelos la forma en que ellos obtenían sus conocimientos era por medio de la repetición, recitaban sus apuntes, memorizaban información y no existía desarrollo de un pensamiento crítico, hoy por hoy es evidente que existe la necesidad de reinventar la forma en que muchas personas aprenden, donde el principal objetivo sea explotar y potencializar las habilidades y capacidades de cada alumno y así se garantice un verdadero aprendizaje donde se elimine el paradigma tradicional donde el maestro es la fuente de conocimiento y es una comunicación unilateral con sus alumnos y en cambio una forma de aprender que despierte el pensamiento crítico y análisis de información.

III. JUSTIFICACIÓN

Las matemáticas son una ciencia vital para la comprensión de nuestro entorno además de ser partícipe construyendo nuestra historia. La matemática ha sido de vital importancia. Las matemáticas han sido utilizadas en diferentes áreas tales como: construcción, producción, medicina, ingeniería, biología, química entre otras. Son un saber exclusivo de lo humano que nos ha permitido transformar y entender nuestro contexto. Han ido avanzando a través de la historia, siendo la mano la primera herramienta que se utilizó para los cálculos. En un comienzo, contar con los dedos era la forma más desarrollada que se tenía, probablemente se trabajaron los números antes de tener un modelo de representación escrito. Históricamente las marcas que dejaban los egipcios en sus jeroglíficos era una forma más avanzada del conteo, se representaban los objetos por medio de rayas siendo una manera más útil para registrar los acontecimientos, dando así los primeros pasos para la codificación de los números. Aproximadamente entre los años 3300 A.C y 2000 A.C. los egipcios ya contaban con un sistema de representación gráfica que permitía realizar cálculos más grandes. Sin embargo, este sistema era únicamente utilizado por los sacerdotes de la época. A partir del año 800 A.C. [3] Se convirtió en un sistema popular que también le pertenecía al pueblo. La cultura grecorromana se apropió de este conocimiento e inició con la expansión del conocimiento, fundando las primeras escuelas.

Las matemáticas han ido pasando de generación en generación como parte de nuestra cultura, sin embargo, la forma de enseñar no ha sido la misma, ha ido cambiando adecuándose de la mano de los avances y recursos que se encuentran en cada tiempo. Los egipcios a través del tiempo reformaron su sistema matemático y progresaron hasta convertirlo en un sistema muy complejo, así mismo debemos plantearnos cuales son las mejores formas de enseñar las matemáticas en el tiempo actual, si en realidad el sistema tradicional educativo creado mucho tiempo atrás aún es efectivo para la enseñanza de dicha ciencia.

Tomando como ejemplo las generaciones más próximas podemos notar que la forma de enseñanza hacia las personas actualmente adultas mayores fue diferente, se acostumbraba a aprender recitando y repitiendo las lecciones una y otra vez haciendo que los conocimientos se aprendieran de memoria, no se fomentaba el análisis de la información ni un pensamiento crítico hacia ellos [4]. Ahora, medio siglo después la metodología que se utiliza para la educación es la misma, aun cuando los tiempos han cambiado de forma significativa. En la actualidad gracias al avance tecnológico, diferentes elementos nos permiten desenvolvernos y presentar la información de forma diferente, más entretenida, cautivadora, interactiva y de forma simple.

! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! ! !

es el de la existencia y calidad del recurso tecnológico. Por ejemplo, existen contenidos multimedia diseñados para la educación. Sin embargo, carecen una forma eficaz de transmitir la información al usuario y de interactividad [5]. *“Para lograr mejoras en este campo debemos llevar a los niños y niñas a aprender a través de la estimulación de la vista, el oído, el tacto y mente; combinando texto, imágenes, sonido, animaciones y videos con la ayuda de la multimedia”* [6]. Es por esto, que es de vital importancia empezar a generar contenidos multimedia diseñados especialmente para que permita la aprehensión del conocimiento de una forma más entretenida.

Además, el aprendizaje se puede ver influenciado y definido por la manera con la que se enseña, hay ambientes que son más propicios que otros, por ejemplo, para un niño es más motivador estar dentro de un salón colorido e iluminado que en uno con colores pastel o gris. Colombia en las

pruebas PISA¹ del año 2015, ocupó en las categorías de Matemáticas, Ciencias y Habilidad Lectora los puestos 57, 54, 61 [7] respectivamente, un resultado que está por debajo de la media, mientras que países que implementan metodologías diferentes y a su vez cuentan con un sistema educativo organizado tales son los casos de Singapur (1°) o Finlandia (12° en el mundo, 1° en Europa) [7] que vienen año tras año liderando en los diferentes aspectos de la prueba antes mencionada. Para este proyecto se tuvieron en cuenta las ventajas de la metodología finlandesa, el método Singapur, el método Montessori y el Movimiento Global de Reforma Educativa (GERM) para la enseñanza. En la Tabla 1 se muestra una comparativa entre los diferentes métodos.

TABLA I. COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE

Manera Finlandesa	Movimiento Global de Reforma Educativa (GERM)	Montessori	Singapur
Enseñanza y aprendizaje hechos a la medida que permite la inclusión a niños con necesidades educativas especiales.	Educación estandarizada, para tener unos parámetros establecidos que permitan la medición de datos y buscar un progreso	Aprendizaje activo al ritmo del niño y bajo un ambiente libre pero controlado, es el niño quién decide qué quiere aprender.	Aprendizaje a través de objetos concretos y aprovechando la habilidad de resolución de problemas de los niños.
Un enfoque en el aprendizaje creativo, desarrolla la personalidad, moral, habilidades y conocimientos del niño.	Enfoque en las habilidades para la lectura, ciencias y matemáticas.	Se enfoca en el niño como fuente de conocimiento, se cree en la capacidad que tiene el niño de aprender por medio de las experiencias.	Enfoque de aprendizaje concreto, pictórico y abstracto.

¹ Las pruebas PISA ayudan a monitorear las tendencias en la adquisición de conocimiento y habilidades de los estudiantes de los países. Los resultados de PISA revelan los sistemas educativos de mayor rendimiento y mejoría.

Promueve la toma de riesgos.	Enseñanza de un currículo prescrito.	Promueve la libertad y autonomía del niño.	Promueve la resolución de problemas y el trabajo en equipo.
Construye una cultura de responsabilidad y evalúa por medio de muestras a los alumnos.	Obligación de dar cuenta y control por medio de exámenes	No se evalúa con pruebas, se guía y	Desarrolla el gusto por las matemáticas, soluciona problemas por cuenta propia.
Inicio tardío, a los 7 años, los primeros años conviven con su familia y se desarrollan en ambientes más naturales.	Inicio entre los 3 y 4 años.	La educación por medio del método Montessori empieza incluso desde la gestación del bebé hasta los 6 años.	Inicio entre los 3 y 4 años.
Antigüedad: 35-40 años	Antigüedad: 35 años	Antigüedad: más de 100 años	Antigüedad: 30 años
Ranking pisa (2015): 12	-	En Colombia, 3 de los 5 mejores colegios (Según pruebas saber 11) utilizan metodología Montessori	Ranking pisa (2015): 1

Una vez vistos diferentes metodologías con las cuales se puede abordar la problemática planteada se elige el método Montessori debido a que tiene más trayectoria demostrando resultados, también se ha implementado alrededor del mundo. Además, es muy útil que promueva la autonomía debido

a que se pretende dar solución a la problemática por medio de una aplicación móvil que pueda trabajar desde la casa y que aprenda a su propio ritmo.

Este proyecto tiene como fin integrar el método de enseñanza Montessori a través de un videojuego, para así crear una herramienta (prototipo) que sirva de material de apoyo a los niños en el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas (números, suma y resta). La aplicación móvil es una réplica del tablero físico Montessori. Por lo tanto, permite que las instituciones educativas tengan acceso a una herramienta digital, la cual evitará los costos de los materiales didácticos físicos que se utilizan con la enseñanza del método. Adicionalmente convirtiendo el tablero en una herramienta digital se captura más la atención del niño permitiendo el auto-aprendizaje y fomentando su autonomía ante los problemas matemáticos.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Diseño de un prototipo de videojuego para la enseñanza de las operaciones matemáticas básicas (números, suma y resta) por medio del método de enseñanza Montessori.

B. Objetivos específicos

- Analizar el método Montessori en la educación en los niños, de tal manera que pueda adaptarse de una manera lúdica a través de un videojuego.
- Analizar el perfil de los niños en aulas regulares de 5 a 8 años en la enseñanza de las matemáticas.
- Identificar directrices de diseño que ayuden a diseñar el videojuego de acuerdo a sus necesidades.
- Diseñar el prototipo del videojuego que facilite la enseñanza de las matemáticas.

V. PLANEACIÓN DEL PROYECTO

a. Matriz de marco lógico

A continuación, en la Tabla 2, se observa la matriz de marco lógico que se realizó para el desarrollo de este proyecto.

TABLA II. MATRIZ DE MARCO LÓGICO

	DESCRIPCIÓN	INDICADORES	VERIFICADORES	SUPUESTOS
FIN	Contribuir a mejorar las habilidades para realizar operaciones de suma y resta en los niños.	Reducción de tiempo en realizar una operación de suma o resta después del uso del videojuego en un periodo de tiempo de 1 mes.	Pruebas realizadas antes y después de la manipulación del videojuego.	Se logró contribuir al desarrollo de las habilidades para realizar operaciones de suma y resta en los niños
PROPÓSITO	Brindar a los niños de 6-9 años de edad una herramienta digital que le permita practicar las operaciones matemáticas básicas por medio del método Montessori.	Prototipo funcional desarrollado.	Existencia del archivo APK del prototipo.	Se desarrolló un prototipo funcional del videojuego
COMPONENTES	1. Conseguir recursos requeridos para el desarrollo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de recursos conseguidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Activos, facturas, cantidad de personal, dinero. 	<ul style="list-style-type: none"> Se consiguieron los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto

	<p>2. Analizar la oferta de videojuegos educativos digitales de matemáticas para niños que utilicen el método Montessori.</p> <p>3. Realizar el diseño de un videojuego implementando el método Montessori</p> <p>4. Desarrollar una aplicación móvil inspirada en los materiales Montessori para la enseñanza de las matemáticas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de juegos digitales encontrados • Cantidad de videojuegos encontrados en Play Store. • Definición de modo de juego y condiciones del mismo. • Cantidad de propuestas de diseño de GUI. • Porcentaje del plan de trabajo completado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de juegos encontrados. • Informe de testeo de los videojuegos. • Acta de definición de proyecto. • Archivos, ilustraciones, imágenes. • Cumplimiento de actividades del cronograma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se recolectó información sobre la oferta que hay actualmente en el mercado para nuestro público objetivo. • Se estableció el modo de juego y condiciones además del diseño de la GUI. • Se cumplió con la totalidad de las actividades propuestas en el cronograma de trabajo.
ACTIVIDADES	1. Conseguir recursos			

	<p>requeridos para el desarrollo del proyecto.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los recursos necesarios para el desarrollo del videojuego. 2. Obtener los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto. <p>2. Analizar la oferta de videojuegos educativos digitales de matemáticas para niños que utilicen el método Montessori.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar aplicaciones educativas digitales que utilizan el método Montessori ya existentes en el mercado. 2. Probar aplicaciones encontradas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de recursos requeridos. • Cantidad de recursos obtenidos. • Número de aplicaciones referenciadas. • Tiempo de manipulación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto del proyecto. • Acta de activos. • Análisis de aplicaciones. • Informe de usabilidad. 	<p>Se identifican los recursos del proyecto y se realiza presupuesto del mismo</p> <p>Se obtienen los recursos necesarios para la consecución del proyecto.</p> <p>Se encontraron aplicaciones digitales las cuales fueron tomadas como referenciación.</p> <p>Se usaron las aplicaciones referenciadas y se analizó su</p>
--	---	---	--	---

	<p>3. Realizar el diseño de un videojuego implementando el método Montessori</p> <p>1. Definición del modo de juego, condiciones y reglas del videojuego.</p> <p>2. Obtención de recursos para el diseño de la GUI.</p> <p>3. Diseño y maquetación de la interfaz.</p> <p>4. Desarrollar una aplicación móvil inspirada en los materiales Montessori para la enseñanza de las matemáticas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión • Cantidad de recursos obtenidos. • Cantidad de interfaces diseñadas. • Porcentaje de plan de trabajo cumplido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de usuario. • Archivos digitales. • Archivos digitales. • Cronograma. 	<p>comportamiento y funcionalidad.</p> <p>Se define la forma en que va a funcionar el aplicativo.</p> <p>Se recolectan los archivos, imágenes, sonidos, animaciones necesarias para empezar el diseño de la interfaz.</p> <p>Se realiza el diseño gráfico de la interfaz de usuario del videojuego.</p>
--	--	--	---	---

	<p>1. Maquetar dentro del entorno de desarrollo la GUI del videojuego.</p> <p>2. Desarrollar la lógica del software</p> <p>3. Realizar pruebas de desarrollo al videojuego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de plan de trabajo cumplido. • Rendimiento del hardware. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma. • Reporte de pruebas. 	<p>Se da cumplimiento con el plan de trabajo contemplado en el cronograma.</p> <p>Se da cumplimiento con el plan de trabajo contemplado en el cronograma.</p> <p>Se realizan pruebas en el sistema, se encuentran falencias y se corrigen.</p>
--	---	--	--	--

b. Definición de actividades (EDT)

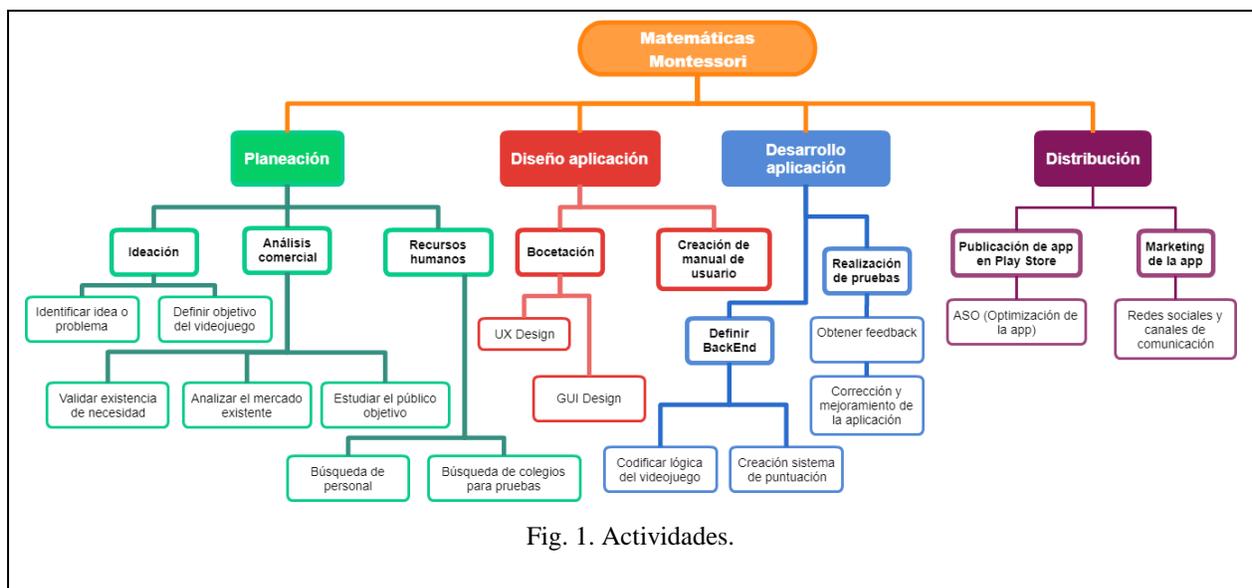


Fig. 1. Actividades.

c. Cronograma con tiempos, holguras y ruta crítica

A continuación, en la Tabla 3 se muestra detalladamente las actividades necesarias para el desarrollo satisfactorio del proyecto. Por medio del cronograma de tiempos, holgura y ruta crítica nos permitirán saber qué tareas son más importantes que otras, cuales pueden presentar retraso y cuáles no, además nos da la posibilidad de preparar planes secundarios, estar preparados ante un riesgo y mejorar la planificación del proyecto.

TABLA III. TABLA DE PRECEDENCIAS

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>NOMENCLATURA</i>	<i>PRECEDENCIA</i>	<i>DURACIÓN</i>
Identificar idea o problema	A		10
Definir objetivo del videojuego	B	A	10
Validar existencia de necesidad	C	B	20
Analizar el mercado existente	D	C	8
Estudiar el público objetivo	E	C, D	8
Búsqueda de personal	F	B	30
Búsqueda de colegios para pruebas	G	E	36
UX Design	H	F	15
GUI Design	I	F	30
Codificar lógica del videojuego	J	H, I	60
Creación sistema de puntuación	K	J	30
Corrección y mejoramiento de la aplicación	L	K	24
ASO (Optimización de la app)	M	L	16

Validar existencia de necesidad		20																20
Analizar el mercado existente			8															8
Estudiar el público objetivo			8															8
Búsqueda de personal			10	10	10													30
Búsqueda de colegios para pruebas				10	10	10												30
UX Design						10	5											15
GUI Design							15	15										30
Codificar lógica del videojuego								10	20	20	10							60
Creación sistema de puntuación											10	20						30
Corrección y													12	12				24

mejoramiento de la aplicación																		
ASO (Optimización de la app)														10	6			16
Creación de canales de comunicación (Redes sociales)															11	5		16

f. Costeo de actividades (Presupuesto)

TABLA V. COSTOS DEL PROYECTO (PRESUPUESTO)

TAREAS DEL PROYECTO		TIEMPO (semanas)	TIEMPO (meses)	SALARIO (mes)	TOTAL
DIRECTORA	Control de actividades	16	4	\$ 2.400.000	
	Consultoría				
	Asesoría				
	Subtotal		4	\$ 2.400.000	\$ 9.600.000
ADMINISTRACIÓN	Identificar idea o problema	5	1	\$ 850.000	
	Definir objetivo del videojuego				
	Búsqueda de personal				
	Búsqueda de colegios para pruebas				
	Subtotal		1	\$ 850.000	\$ 850.000
MARKETING	Validar existencia de necesidad	4	1	\$ 850.000	
	Analizar el mercado existente				
	Estudiar el público objetivo				
	ASO (Optimización de la app)				
	Creación de canales de comunicación (Redes sociales)				
	Subtotal		1	\$ 850.000	\$ 850.000
DISEÑO	Producción de animaciones	5	1,5	\$ 1.100.000	
	UX Design				
	GUI Design				
	Subtotal		1,5	\$ 1.100.000	\$ 1.650.000
DESARROLLO	Codificar lógica del videojuego	8	2	\$ 1.300.000	
	Creación sistema de puntuación				
	Corrección y mejoramiento de la aplicación				
	Subtotal		2	\$ 1.300.000	\$ 2.600.000
Total (programado)			\$ 15.550.000		

VI. ANÁLISIS E IDEACIÓN (PROPUESTA DE SOLUCIÓN)

Para abordar la problemática planteada, se investigó desde diferentes campos para obtener un contexto más detallado del problema. Se siguió la metodología de *Design Thinking* [8], con el fin de crear un producto, en este caso particular, el videojuego “*Granja Montessori*”, pensado y diseñado para un público determinado teniendo en cuenta la participación activa del público objetivo dentro de la creación del videojuego mismo. También nuestro concepto de videojuego está inspirado en el método Montessori por sus cualidades y beneficios en la enseñanza, nos valemos de los materiales Montessori para la enseñanza de los conceptos y operaciones básicas matemáticas porque permiten representar el sistema numérico de una forma gráfica, más entendible y amigable para los niños, además son materiales específicamente diseñados para tal fin de una manera didáctica, que en el medio digital nos permite traducirlo a interacción con el usuario. A continuación, se describen cada una de las fases de *Design Thinking* que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto.

a. Entender (*Estado del Arte*)

Para el entendimiento del proyecto es necesario conocer los siguientes conceptos básicos que se manejarán a durante el mismo, para consignar la información nos valemos de la investigación y documentación.

i. Método Montessori.

Es un método educativo, el cual fue creado e implementado por la educadora, pedagoga y científica, María Montessori. A la edad de 37 años, en 1907, María, fundó con la ayuda de Edoardo Talamo, político italiano, quién era director general del Instituto Romano de Beni Stabili, “*La casa dei Bambini*” (Casa de los niños) una escuela situada en una zona de escasos recursos de Roma (Fig. 3) [9]. En esa escuela se observó la conducta de los niños, fue donde desarrolló su método. En el año de 1912 publicó su libro “*The Montessori Method*” (El método Montessori), un estudio extenso de su método. María comenzó un recorrido por diferentes países brindando conferencias y

difundiendo sus ideas. El programa continuó creciendo y su popularidad aumentando, a tal punto de haber un estimado al día de hoy, de más de 5000 escuelas en los Estados Unidos (Incluyendo 300 escuelas públicas y algunas de bachillerato) que usan el método de Montessori [10], y aproximadamente alrededor de 150.000 escuelas Montessori en todo el mundo que forman a 3 millones de niños [11].



Fig. 3. María Montessori en La Casa dei Bambini, Tomado de [12]

María Montessori no estaba de acuerdo con la forma que le se enseñaba a los niños en Europa, la calificaba como rígida y unilateral (sin interacción), al contrario, ella creía que la mente de los niños poseía un gran potencial para el aprendizaje, aprenden las cosas de una manera natural, con alegría. María los compara con una esponja, pero de capacidad de absorción infinita. Los primeros cinco años son los más críticos en el desarrollo de un niño, un recién nacido en promedio tiene un tamaño del 25% de su estado adulto y tan sólo en los dos primeros años, el cerebro triplica su tamaño alcanzando un tamaño del 75% del tamaño que alcanzará en la adultez [13]. Además, es un periodo de tiempo en el que el ser humano siente más necesidad de ayuda. Por lo que, se debe estimular e incentivar a los niños que desarrollen sus habilidades y su tipo de inteligencia. Dejar que sean ellos mismos que satisfagan sus deseos de curiosidad, brindarles la oportunidad de resolver sus problemas sin intervención de un adulto, a menos de que sea estrictamente necesario.

Hoy en día, el método Montessori es un nuevo modelo educativo, en donde se abolen las calificaciones y exámenes para darle al niño el control de explorar lo que más le interese. A continuación, se tratarán las características que se deben tener al implementar el método Montessori para la educación.

1. Aula Montessori

María Montessori se dio cuenta de la importancia de crear un ambiente organizado exclusivo para las necesidades de los niños, donde se promoviera aprender con gusto y fomentar su auto aprendizaje. La ventaja de poseer un espacio de dichas características es que permite al niño desarrollarse de una manera más natural y sin presiones y no es necesario contar con una constante supervisión del adulto. Dentro de un aula Montessori los niños pueden transitar libremente. Sus aulas son cálidas e iluminadas, se encuentran distribuidas de forma desigual pero el orden y la limpieza siempre son factores muy importantes, son los mismos niños quienes se encargan de mantener el espacio de esa manera. Un aula Montessori está diseñada para fomentar el libre desarrollo, la autonomía y el respeto al otro bajo un ambiente totalmente controlado, se deja al niño explorar y que sea él quien descubra e interactúe con su entorno. Además, está dotado de mesas y sillas de diferentes tamaños, estanterías con los diferentes materiales Montessori para que jueguen con ellos, espacios abiertos y alfombras para el trabajar en el suelo.

2. Materiales Montessori (MM)

Los materiales Montessori cumplen una función muy importante dentro de la educación con el método Montessori. Estos materiales son herramientas que le permiten a través del juego asociar conceptos en las diferentes áreas del conocimiento. Cada material está diseñado específicamente para cumplir una función y estimular a los niños.

A continuación, se describen algunos de los materiales que se pueden encontrar dentro de un aula usando el método de Montessori.

Cilindros con botón

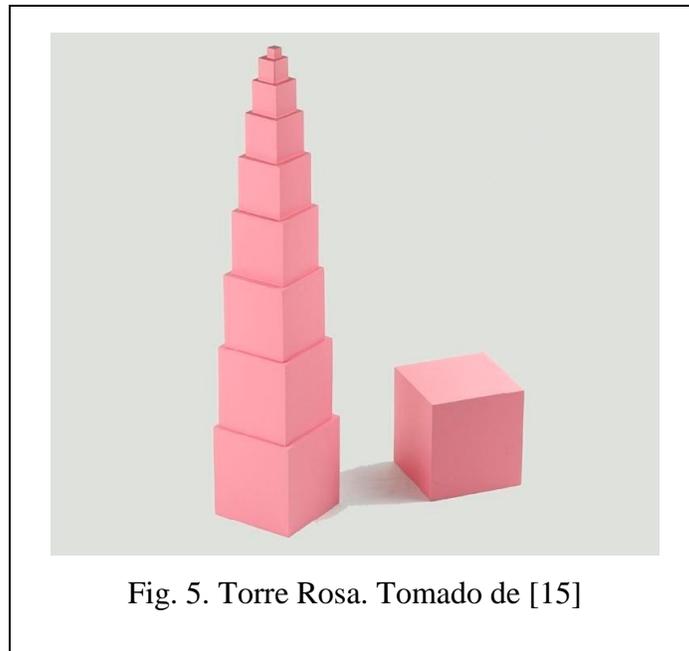
Tiene como función fomentar la discriminación visual y el agarre que posteriormente el niño necesita para la escritura. Se aconseja el uso de la edad entre 2 años y medio y 3 y medio. La idea es que el niño acomode correctamente los 10 cilindros en sus huecos. La fig. 4, muestra los cilindros con botón, el cual pueden existir 4 tipos de cilindros que varían en profundidad y diámetro, cada cilindro está diseñado sólo para encajar perfectamente en un solo orificio por lo tanto si el niño realiza el ejercicio mal, e introduce el cilindro en donde no corresponde, el cilindro quedará bailando o sobresaliente y lo notaría de forma visual.



Fig. 4. Cilindros con botón. Tomado de [14]

Torre Rosa

Se caracteriza por estar conformada por 10 cubos, el más grande tiene 10 de arista con un peso de 1 kilogramo y el más pequeño un tamaño de 1 cm. La diferencia entre cada cubo es 1 cm (Fig. 5). La ficha más pequeña es la que indica al niño el error, y se utiliza para comprobar que la torre se esté armando de manera correcta. Se utiliza en la edad de 2 años y medio a 3 años y medio aproximadamente, sirve para desarrollar la discriminación visual, le enseña la diferencia de tamaños, además de introducirlo a nuevos conceptos como el volumen y peso.



Escalera marrón

Está compuesta por 10 bloques de color marrón con medidas de 1x10x20 y va disminuyendo de a 1 cm hasta la ficha más pequeña que mide 1x1x20 (Fig. 6). Le enseña al niño los conceptos de grosor, volumen y peso además empieza a introducirlo al sistema decimal. Aprende nuevo

! ! ! ! !) ! ! ! ! ! !
orientaciones (horizontal o vertical).



Fig. 6. Escalera marrón Montessori. Tomado de [16]

Barras rojas y azules

Las barras rojas y azules son 10 listones rojos y azules en forma de regla de madera como se muestra en la Fig. 7, este material lo introduce en el mundo de la matemática, puede empezar a asimilar los conceptos de largo o corto referentes a la longitud de un objeto, además de realizar comparaciones y superlativos. Este material está fabricado para que cada pieza sea una unidad que va desde la más pequeña (1) hasta la más alta (10). Está diseñado para mejorar la concentración del niño, generalmente se utiliza en la edad de 2 años y medio a 3 años y medio de edad. La diferencia de longitud entre las piezas es la misma si se arma de la forma correcta por lo tanto el niño puede verificar el error de forma visual.

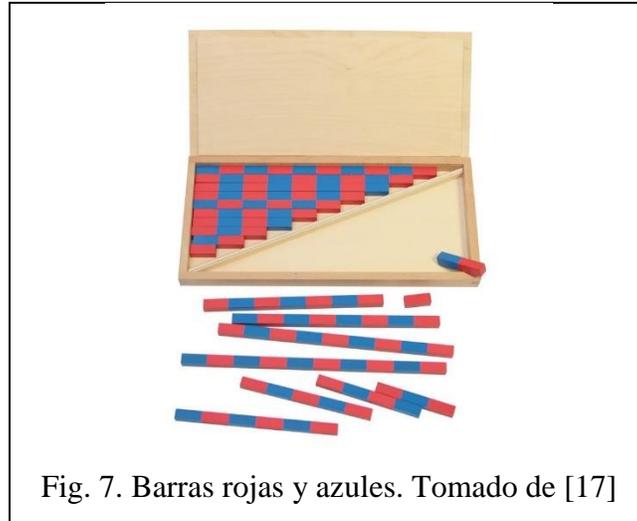


Fig. 7. Barras rojas y azules. Tomado de [17]

Perlas Montessori

Es un material sensorial que ayuda al niño a realizar operaciones matemáticas, están compuestas por perlas que se encuentran sujetas por un alambre por el medio, van desde la unidad más pequeña (1 perla) hasta la cantidad de 10 conectadas (Fig. 8). Estas perlas sirven como guía y ayuda para la realización de operaciones matemáticas. Con ellas se pueden hacer combinaciones de números y permite realizar el conteo más fácil.

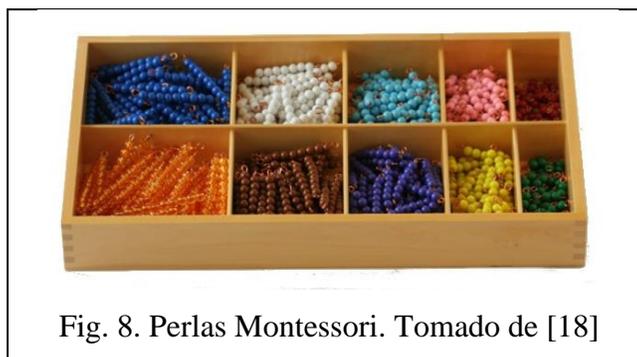


Fig. 8. Perlas Montessori. Tomado de [18]

Periodos sensibles

María Montessori por medio de la observación identifica en su metodología [19] a los niños desde el nacimiento hasta la edad de seis (6) años en cuatro (4) grupos que se denominan “*periodos sensibles*” o también llamados “*ventana de oportunidad*” que son periodos en los cuales los niños adquieren habilidades o conocimientos con gran facilidad en diferentes áreas de aprendizaje. Hay que tener en cuenta que los periodos sensibles son pasajeros, tienen una determinada duración en el tiempo y desaparecen sin importar que se haya adquirido o no la habilidad. Uno de los factores que hace que un periodo desaparezca puede ser un ambiente de pocos estímulos, estos periodos son irrepetibles, por esto en las escuelas Montessori es de vital importancia aprovechar esas oportunidades para estimular al niño al aprendizaje. A continuación, se describen los períodos sensibles:

Periodo sensible 1: Adquisición del lenguaje (De 0 a 6 años) – Cúspide 2 años

Este periodo empieza desde la gestación del bebé, desde el vientre materno a la edad de 5 meses aproximadamente y prosigue después del nacimiento hasta los 5 años y medio o 6. En el primer año el niño está en una etapa de observación, donde tienen los primeros contactos y se familiariza con el lenguaje materno. Después, cuando ya empieza a emitir sonidos y a decir sus primeras palabras empieza una etapa intelectual, en donde empieza a asociar los sonidos con conceptos. Además de esto aprende las diferentes entonaciones, acentuaciones, empieza a percibir acentos y vocabulario. A los 3 años aproximadamente empieza a mostrar un interés por desear escribir el nombre, es cuando el niño pregunta el nombre de todo, y quiere saber todo del entorno y formula gran cantidad de preguntas para poder entender lo que le rodea, necesita saber más palabras y más palabras, y a los 5 años empiezan a codificar esos sonidos por medio de la lectura y la escritura.

Periodo sensible 2: Orden (18 meses a 6 años) – Cúspide 2 años

Los niños entran en una etapa donde desean organizar todas las cosas a su alrededor, poner sus juguetes ordenados, las cosas deben ir donde siempre van, algunos se enojan si un zapato no está en el zapatero o que la leche no esté en la nevera. El orden que una persona tenga el resto de su

vida depende de los 2 primeros años vida, porque es en este periodo que se crea. Por eso se debe guiar al niño para que tenga orden en estos primeros años de vida, la importancia del orden es tal que de ahí depende la inteligencia matemática de una persona. El orden genera sensación de confianza en los niños y además les permite una mejor concentración. A la edad de 3 años empiezan a aprender a contar.

Periodo sensible 3: Sensorial (2 a 6 años) – Cúspide de 2 a 4 años

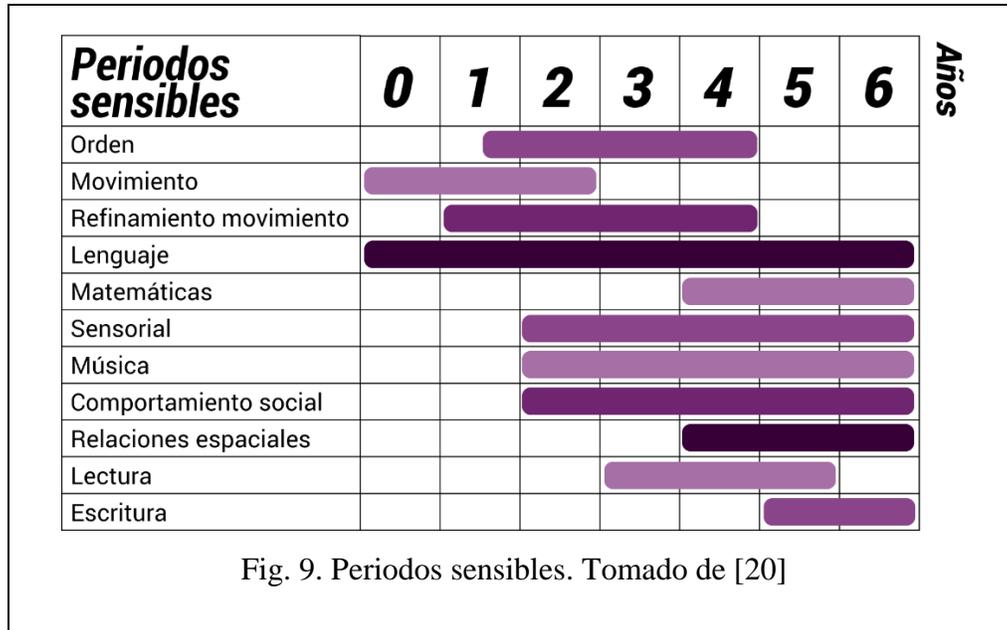
En este periodo el niño explora el mundo por medio de sus sentidos, todo lo toca, todo lo que coge se lo lleva a la boca, empiezan a reconocer melodías, van percibiendo los olores, si es agradable o no, y también a desarrollar su gusto, qué alimentos le desagradan y que otros le gustan. Además, inconscientemente adquieren la capacidad de reconocer objetos sin tocarlos, de saber si es pesado o no, saber si un objeto está frío o caliente, o si está en movimiento o inmóvil.

Periodo sensible 4: Refinamiento del movimiento (1 a 4 años) –Cúspide de 1 a 3 años

Los niños en esta etapa se preocupan por mejorar sus movimientos, hacerlos más precisos, si van a patear un balón, lo vemos repetir una y otra vez el mismo movimiento hasta que le salga bien, desean dominar por completo su cuerpo, empiezan a mejorar su habilidad con la mano, realizan tareas más minuciosas, empiezan a montar bicicleta, patines, pintar y colorear dibujar. El movimiento voluntario está directamente relacionado con el desarrollo de la psique ya que se encuentra ligado al desarrollo de la voluntad.

Tabla periodos sensibles

A continuación, se muestra en la Fig. 9 los periodos sensibles, donde se pueden apreciar en qué tiempo se presenta cada evento dentro del aprendizaje del niño.



Rol del adulto

En el método Montessori es el niño el que descubre y aprende, y no el maestro el que enseña. La participación del niño es de forma activa y el maestro actúa como un guía. Por medio de la observación el maestro puede saber e identificar las necesidades de cada niño y ayudándolo si es necesario, pero siempre al ritmo de aprendizaje del niño, nunca se presiona al niño bajo ninguna circunstancia. En ciertas ocasiones los niños suelen estar quietos, pero esto no es nada malo, a veces ellos mismos se detienen a observar a otros, y esta es una manera de aprender. El maestro no debe señalar los errores del niño puesto que es él mismo quien debe notarlo, por eso los materiales Montessori tienen un control de error y la repetición es que aprende para no dañar su autoestima.

Dentro de la metodología Montessori no se realizan exámenes ni se tiene un sistema de notas, sin embargo, esto no significa que sea un sistema sin control, Como explica Ana Juliá, presidenta de la Asociación Montessori Española y la responsable del colegio Montessori-Palau de Gerona indica que *“Eventualmente hay pruebas de velocidad lectora o tipo test, pero el método no gira entorno a los exámenes. La evaluación es minuciosa a través de la observación diaria y las presentaciones”*

[11] Además se considera que el aula Montessori es un taller de técnicas y el tiempo que se pasa en el aula es suficiente para prescindir de tareas y deberes.

ii. La lúdica en la educación

Existen muchas definiciones sobre lo qué es el juego. Estes & Mechikoff [9] en su libro *“Knowing Human Movement”* definen el verbo jugar como actividades de ocio que el individuo realiza voluntariamente por diversión, donde no tiene límites ni reglas, pero el juego por su parte tienen un lineamiento y una serie de reglas las cuales se deben seguir, existen ganadores y perdedores [21]. Es diferente juego que jugar, un juego siempre genera un aprendizaje, como lo indica Ferran Altarriba *“incluso el juego menos relacionado con la realidad obliga a sus jugadores a asimilar cierta información: las reglas, la historia detrás de ella y el conjunto de acontecimientos dentro del proceso. Esto hace que los juegos en sus múltiples formas sean particularmente interesantes para los procesos de aprendizaje”* [22] y jugar alude al simple hecho de realizar acciones en pro de nuestro ocio.

El juego es una actividad fundamental para el desarrollo del ser humano. En los bebés podemos notar su fascinación por éste, siendo uno de los primeros comportamientos que se experimenta en la vida. Al comienzo de sus vidas se empieza a manifestar por medio de movimientos torpes. Con el paso del tiempo sus movimientos empiezan a tornarse más complejos y coherentes. Podemos ver el juego presente en diferentes culturas alrededor del mundo, es una necesidad fundamental en la vida de un ser humano. en la naturaleza se puede observar también esta actividad, el juego no es exclusivo del ser humano, los animales también juegan entre sí, por medio del juego los cachorros empiezan a perfeccionar sus movimientos y técnicas de caza que los preparará para situaciones futuras, permite poner a prueba el límite de nuestras habilidades, perfeccionarlas y adquirir nuevas en aspectos físicos y psicológicos. El juego nos aporta en gran medida al desarrollo psicomotriz y es pieza vital en la socialización entre los niños. Además la lúdica desarrolla su imaginación, estimula la reflexión y expresión, es la actividad que les permite a los niños conocer el mundo, relacionarse con su entorno, los animales, plantas, personas e incluso sus limitaciones y dificultades [23].

1. Videojuegos en la educación

Un videojuego se puede denominar como un programa informático donde el usuario interactúa con los objetos proyectados por un dispositivo a través de una pantalla. El videojuego tradicionalmente se controla con los dedos por medio de un control, aunque con el avance de la tecnología y consolas se han implementado diferentes formas de interacción que necesitan otro tipo de dispositivos, ejemplo, controlar el videojuego por medio del tacto necesita una pantalla táctil, lo más común son los teléfonos celulares o tabletas, o también con diferentes partes del cuerpo por medio de Kinect, volantes, raquetas entre otros. Además, tiene un sistema de recompensa.

Existen preocupaciones por parte de detractores, argumentan que el uso de este recurso trae diferentes efectos negativos que impiden el desarrollo pleno como ser humano, es el caso del desarrollo social el cual argumentan que produce una relación afectiva débil con los padres y personas de su misma edad, también produce comportamientos agresivos, debido a que aproximadamente más del 85% de los juegos comerciales tratan o contienen temáticas violentas y la falta de atención del niño [24].

Sin embargo, creemos que estos problemas se dan no debido a la exposición de los videojuegos sino al contenido que tienen los mismos. Otros son los casos de estudio que indican factores beneficiosos tal es el caso de los Juegos de acción proponen actividades que exigen una respuesta rápida, determinada y precisa mejorando los reflejos y movimientos psicomotrices o el caso de los juegos de rol los cuales desarrollan el cálculo mental, vocabulario y estimulan la creatividad además valores como la empatía, tolerancia, trabajo en equipo y responsabilidad [25]. Algunas pruebas sugieren que jugar videojuegos permite construir habilidades como la capacidad de visualización espacial en dos y tres dimensiones, se pueden utilizar como investigación y/o medición, atraen la participación de individuos, ayudan a los niños a establecer metas, desarrollan habilidades de TI, entre otras [26]. A continuación, se describirán algunas aplicaciones realizadas para la enseñanza de las matemáticas orientadas a niños.

Dragon Box

Dragon Box [27], es una empresa dedicada a la creación de videojuegos educativos diseñados para trabajar los conceptos matemáticos (álgebra) y números de una forma diferente a la que usualmente se utiliza. Este juego presenta diferentes tipos de problemas que el estudiante deberá resolver, las ecuaciones al comienzo se representan con objetos, y a medida que avanza el juego los objetos se cambian por variables y número, permitiendo así aprender y resolver ecuaciones complejas de una forma mucho más sencilla. Para niños de 6 a 9 años tienen 3 videojuegos, comprendidos de la siguiente manera, Numbers, Big Numbers y algebra 5+. Se encuentran disponibles en las tiendas de aplicaciones de App Store, Play Store y Windows Store por un valor aproximado que oscila desde USD \$ 5,99 hasta USD \$7,99 cada aplicación o el paquete completo de aplicaciones de USD \$ 19,99.

Estas aplicaciones están diseñadas bajo una metodología propia denominada “*El Método DragonBox*”, la cual no es una simple traducción de métodos tradicionales de aprendizaje a un medio digital, sino que aprovecha el poder de las herramientas digitales para crear una experiencia de aprendizaje nueva y más profunda (Fig. 10). Creemos que los niños deben participar activamente en su proceso de aprendizaje porque son, por naturaleza, curiosos e inquisitivos. Ellos comienzan a aprender el mundo a su alrededor instintivamente a través del juego y la experimentación (ensayo y error). El Método DragonBox se aprovecha de esta habilidad innata para explorar su universo a través del juego para proporcionar una experiencia educativa más fácil y rica para cualquier estudiante [28].



Fig. 10. Videojuego algebra 5+. Tomado de [27]

Edoki Academy

Edoki Academy [29] es una empresa StartUp de desarrollo de aplicaciones móviles educativas con sede en París. Cuentan con 22 aplicaciones dentro del mercado cubriendo con ellas una amplia gama de conocimientos, además han sido merecedoras de numerosos premios. “*Fundamos EDOKI (lanzado como "Les Trois Elles Interactive" en 2010) para llevar nuestra experiencia en el aula con cientos de niños al mundo digital de las tabletas. Como profesores certificados, nuestro objetivo es desarrollar una gama de aplicaciones verdaderamente educativas y hermosas basadas en el Método Montessori. Todas nuestras aplicaciones se pueden utilizar en casa o en clase. También pueden ser utilizados por los terapeutas del habla. Somos orgullosos ganadores de varios premios de la Parent's Choice Foundation y Common Sense Media/ ![30].*

A continuación se describen un conjunto de aplicaciones basadas en el método de Montessori.

Montessori 1st Operations (App Store / Google Play)

Una aplicación dedicada al descubrimiento de las sumas y restas (Fig. 11), para niños de 5 a 8 años. Ofrece un enfoque claro y sencillo para las primeras operaciones que van a cambiar la forma en

que los niños ven matemáticas para siempre, si lo usan en clase o en casa. Han implementado un algoritmo de progresión dinámica que sigue el progreso de cada jugador y se adapta a los juegos de acuerdo a su nivel, cuenta con las siguientes características: [31]

Permite jugar con materiales Montessori: barras numéricas y discos contadores.

Enseña matemática con una app interactiva y con gráficos encantadores.

Avance progresivo para sumar y restar números del 1 al 99

Enseña la multiplicación y la división con los conceptos de doble y mitad.



Fig. 11. Módulo resta de juego Montessori 1st Operations. Tomado de [32]

Montessori Math City (App Store / Google Play)

Montessori Math City [33] es un enfoque innovador al sistema decimal y de numeración posicional que asegura a los niños aprender a contar hasta 1000.

Con los materiales Montessori como las perlas doradas o las Tablas de Seguin (o de Decenas), los niños entenderán que diez unidades equivalen a una decena, veinte a 2 decenas, que cuarenta y cinco años equivale a cuatro decenas y cinco unidades y así sucesivamente (Fig. 12).

La aplicación está construida como un juego progresivo con elementos divertidos de la ciudad para desbloquear en cada nivel: coches, ambulancias, casas, edificios. Los niños practican contando y haciendo números, la aplicación los recompensa con el desbloqueo de los elementos para que puedan jugar en su propia y única ciudad [34].

Funciones:

- 2 formas diferentes de aprender los números y comprender el sistema decimal:
 - Las perlas doradas de Montessori y la Tabla de Seguin (o de decenas)
 - Los bloques numéricos
- Un test que contiene un algoritmo exclusivo de progresión dinámica para seguir el progreso de cada niño de forma individual para el aprendizaje adaptativo.
- Una ciudad interactiva y divertida para construir con los objetos que representan las unidades, decenas, centenas, y millares.
- Unas "*Indicaciones para los padres*" sólidas que explican la pedagogía que está detrás de la aplicación.
- Permite configurar 40 perfiles diferentes
- 15 idiomas: inglés, francés, alemán, italiano, holandés, español, japonés, chino (simplificado y tradicional), portugués, ruso, sueco, danés, turco y coreano.

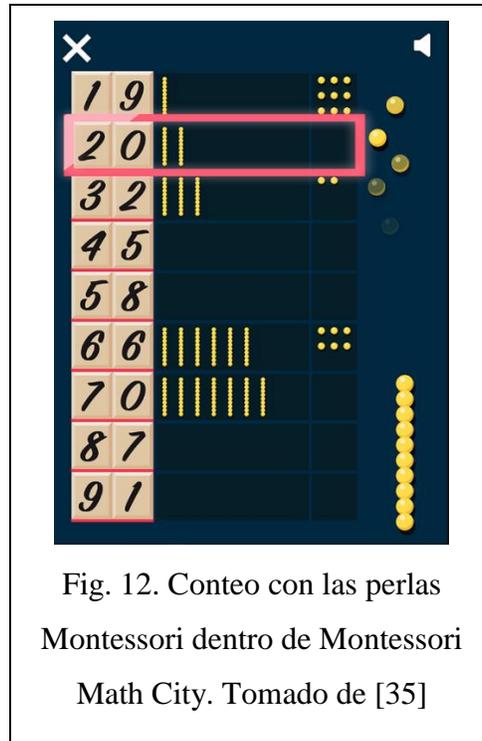


Fig. 12. Conteo con las perlas Montessori dentro de Montessori Math City. Tomado de [35]

Montessorium

Montessorium [36] es una empresa dedicada a la producción de juegos y aplicaciones educativas aplicando el método Montessori. Está orientada a crear recursos para los padres, proporcionando aliento e inspiración para comprometerse con sus hijos. Ayudan a las escuelas y los maestros a ser mejores educadores a través de videos, artículos y conversaciones favoritas. Creemos que el aprendizaje es un estilo de vida.

Su misión es crear experiencias de aprendizaje bien elaboradas, personalizadas y auto guiadas para los niños que fomenten el pensamiento independiente, la acción y la participación de la comunidad [37]. Su aplicación más referente es la siguiente:

Introducción a las matemáticas (App Store / Google Play)

Introducción a las matemáticas [44] es una aplicación en Android, creada por un equipo de educadores Montessori y de padres, Introducción a las matemáticas es un primer paso interactivo y divertido en el mundo de las matemáticas. ¡Es fácil de usar, intuitiva y, lo que es más importante, educativa! La filosofía Montessori para la educación es una metodología probada desde hace cien años, ahora está disponible como una aplicación (Fig. 13).

A continuación, se describirán algunos conceptos que enseña la aplicación.

Los fundamentos básicos de matemáticas

A leer, escribir y entender los números del 0 al 9

Los símbolos de los números y sus unidades

Secuencia, orden y relaciones espaciales

Una introducción a números pares y nones

Destrezas de resolución de problemas

Destrezas de motricidad fina

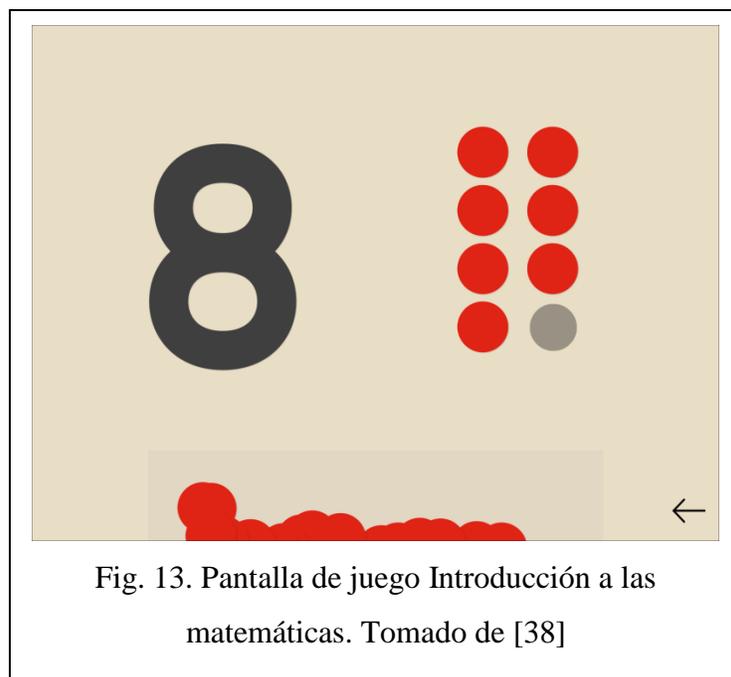
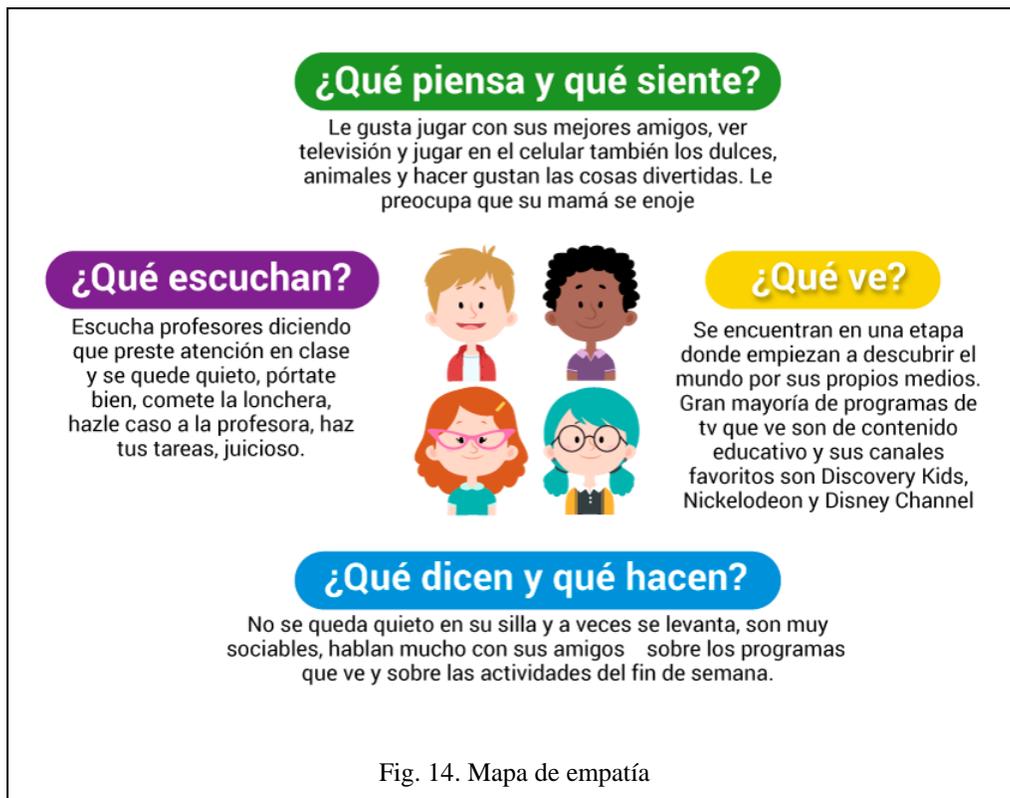


Fig. 13. Pantalla de juego Introducción a las matemáticas. Tomado de [38]

b. Observar

En esta etapa se analiza el público escogido, en el caso particular de este proyecto son niños regulares en edades entre 5 a 8 años que se encuentren estudiando en un colegio o escuela. Nos valemos del mapa de empatía para tener una mejor perspectiva de los gustos que puedan tener, de diferentes actividades que puedan realizar y en general conocerlo más. A continuación, se presenta el mapa de empatía (Fig. 14).



c. Definir

Una vez ya teniendo la información sobre nuestro público, debemos definir la forma en que se va a ejecutar, cuales son los elementos dentro de nuestro videojuego que nos van a permitir crear un producto exitoso para nuestro público.

i. Perfil de usuario

Para iniciar, se considera la necesidad de crear un perfil de un posible usuario extrayendo los datos anteriormente recolectados con el fin que crear un arquetipo de un posible jugador, esto nos permite detectar posibles tendencias o comportamientos que puedan tener las personas que van a utilizar el videojuego. *“Esta herramienta consiste en crear perfiles de usuario imaginarios, tras un estudio exhaustivo de los grupos de personas que hacen uso de un producto o servicio. Para cada persona se definirán características personales como una descripción física, edad, género, cultura, gustos, rutina, hábitos, etc. Estos arquetipos servirán para sostener posibles ideas o soluciones futuras”* [39]. A continuación, se presenta la propuesta del perfil de usuario (Tabla 6).

TABLA VI. PERFIL DE USUARIO

PERFIL DE USUARIO	
Edad	5-8 años (Promedio de edad: 6 años)
Genero	Masculino y Femenino
Ciudad de residencia	Cali
Estrato	2,3
Estudios	Son niños que correspondes a los grados de Pre jardín, jardín y transición
Horario de estudio	Están en el colegio, guardería o jardín infantil en un periodo de aproximadamente entre 6 y 8 horas.
Familia	Conformada por papá, mamá y hermanos principalmente.
Discapacidades	Ninguna
Hobbies	Jugar con sus amigos en el parque, ver caricaturas en la televisión, jugar videojuegos en el celular o consola.
Experiencia con la tecnología	Son niños capaces de manipular aparatos tecnológicos como celulares, televisores, computadores.

ii. Elección de temática

Los niños se encuentran expuestos a diferentes referencias de granjas en los primeros años de vida, es una temática popularmente utilizada en cuentos, programas de televisión, películas es por ello que la temática de granja le da gran motivación e interés cultural. Por eso la temática del juego “*Granja Montessori*” fue escogida de acuerdo a las preferencias y distintos beneficios que tiene la interacción con una temática de animales la cual favorece a mejorar diferentes valores en los niños, como el cuidado, valoración y respeto por todo el medio incluyendo los diferentes seres vivos hasta los diferentes elementos que componen el entorno. Además muchos niños se encuentran atraídos por el cuidado de los animales, saber dónde viven, qué comen, los sonidos que emiten porque sienten una cercanía con ellos debido a que algunos tienen un animal doméstico en la casa [40]. También Esperanza García afirma que “*El estudio sistemático de los seres vivos permite a los niños/ as conocer los elementos de su medio, constatar los cambios que se producen en él y observar el resultado de sus acciones. Todos estos factores favorecen una actitud que unifica la curiosidad y el rigor*” [41]. Por consiguiente, consideramos que esta temática tiene beneficios que ayudan a un mejor desempeño dentro del juego.

iii. Mecánicas de juego

El videojuego “*Granja Montessori*” maneja tres niveles de juego en donde el usuario podrá escoger entre Números, Suma o Resta.

Números

Para este nivel el modo de juego es tipo pregunta, en donde al inicio aparecerá una ficha la cual tendrá una longitud diferente para cada pregunta y saldrá de forma aleatoria, además de esto, debajo de la misma hay cuatro botones con cuatro números diferentes (Fig. 15). Siempre en cada pregunta uno de los botones es correspondiente al número de cuadros que está representado en la ficha por

lo que la pregunta se cataloga de opción múltiple con única respuesta. El niño deberá contar la cantidad de cuadros que hay en la ficha y relacionarlos con el número que se encuentra en el botón.



Fig. 15. Modo de juego nivel números

Suma

Este nivel contiene el panel de respuesta que consta de 18 casillas correspondientes a la cantidad máxima que se puede llegar a sumar con las fichas en este caso es $(9+9=18)$, otro panel que contendrá la pregunta, en la parte inferior izquierda estarán 9 fichas de color rojo apiladas en forma pirámide y cada una es correspondiente a un número del 1 al 9, en la parte inferior derecha se contarán con las mismas fichas esta vez de color azul. Una vez se inicia el nivel se carga una pregunta aleatoria por ejemplo $9 + 8$, la mecánica consiste en que el niño debe arrastrar una ficha correspondiente al 9 y llevarla al panel de respuesta, este último cuando llega la ficha se llena con la cantidad y el color de la ficha, y después se debe repetir el mismo procedimiento con el segundo número, esta vez con el 8, completando en la barra de respuestas la cantidad final de la suma (Fig. 16). Para este nivel se puede seleccionar tanto el 9 rojo o el 9 azul, esto con el fin de manejar el concepto de que el orden no altera los resultados. Una vez el niño ha acertado, se muestra una pantalla de ganar y se muestra el procedimiento de la actividad.

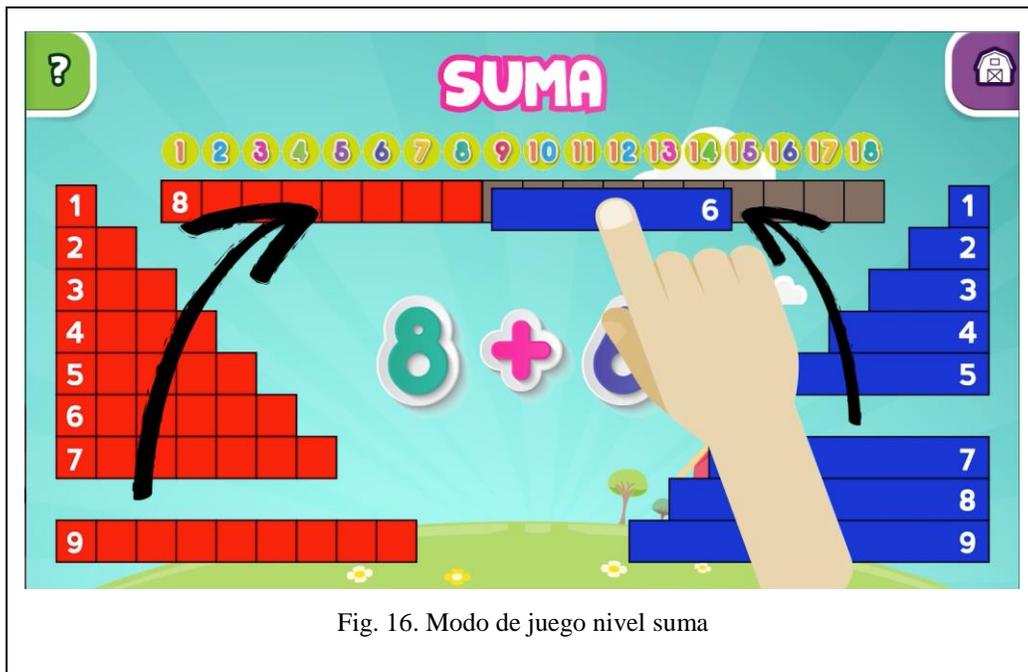


Fig. 16. Modo de juego nivel suma

Resta

El minuendo es representado por una ficha Montessori fija que estará coloreada con la cantidad que indica el primer número de la pregunta y el sustraendo está representado por las fichas móviles que se encuentran al lado derecho. Se debe llevar la ficha correspondiente hasta el minuendo, en donde se quitarán la cantidad de fichas a sustraer dejando solamente la diferencia (Fig. 17).



Fig. 17. Modo de juego nivel números

d. Idear

Personajes, Colores y Tipografía

Para la construcción de este videojuego se tuvo en cuenta que aspectos que involucran el ámbito del diseño. Los personajes que se muestran en la aplicación son caricaturescos, debido a que esto impacta en los niños de forma positiva, hacen parecer los gráficos más amigables y divertidos además de ser capaces de retener su atención [42].

Se utilizará una paleta de colores vivos para los gráficos e ilustraciones que se utilicen. Según Vanessa Simmering, psicóloga de la Universidad de Wisconsin, los niños aproximadamente hasta los 5 años no tiene aún la capacidad de asociar los conceptos con los colores del mismo, en pocas palabras, ellos conocen el concepto de árbol, pero no entienden que las hojas deben ser verdes y el tronco café, por eso es común ver los niños colorear objetos sin relación de color, por ejemplo un árbol con tronco verde y hojas moradas, ya que los colores son los que más les llaman la atención [43].

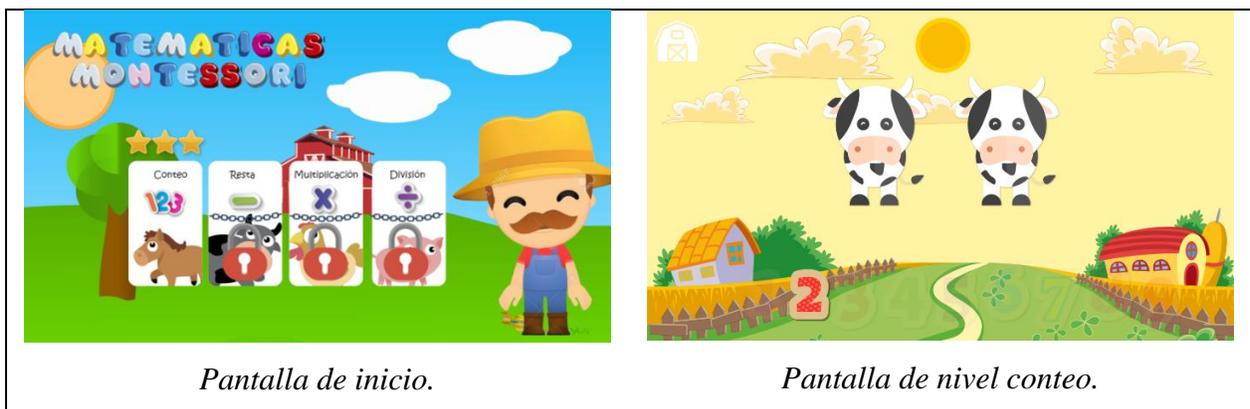
Por ultimo en todos los niveles se utiliza una tipografía palo seco o san serif porque es más fácil de leer puesto a que se percibe más rápido sobre aquellas con decoraciones o serifas [44], como también lo afirman Moret-Tatay y Perea quienes realizaron un estudio donde determinaron que las palabras mayúsculas son identificadas 10 milisegundos antes que las [45].

e. Prototipado

i. Primeros prototipos

Versión 1

Se realizaron los diseños por completo de la interfaz donde se propuso un primer acercamiento al producto deseado. En la Fig. 18 se puede observar cada una de las pantallas propuestas para la construcción de su GUI. La interfaz de inicio padecía de colores en la elección de niveles, por lo que daba un aspecto plano y aburrido. Para el nivel de conteo se había propuesto mostrar los números como una animación y representar cada número con la cantidad de animales correspondiente, sin embargo, esto no proponía interacción ni esfuerzo para el usuario. Para los niveles de suma, resta y multiplicación, se tomó como referencia el material didáctico Montessori de las barras rojas y azules, con el tablero de respuestas completo, que se utiliza dentro del aula de clase además se crearon sus respectivas fichas. Por último, la pantalla que se muestra al ganar, solamente se muestra la respuesta y se retroalimenta por medio de un sonido.



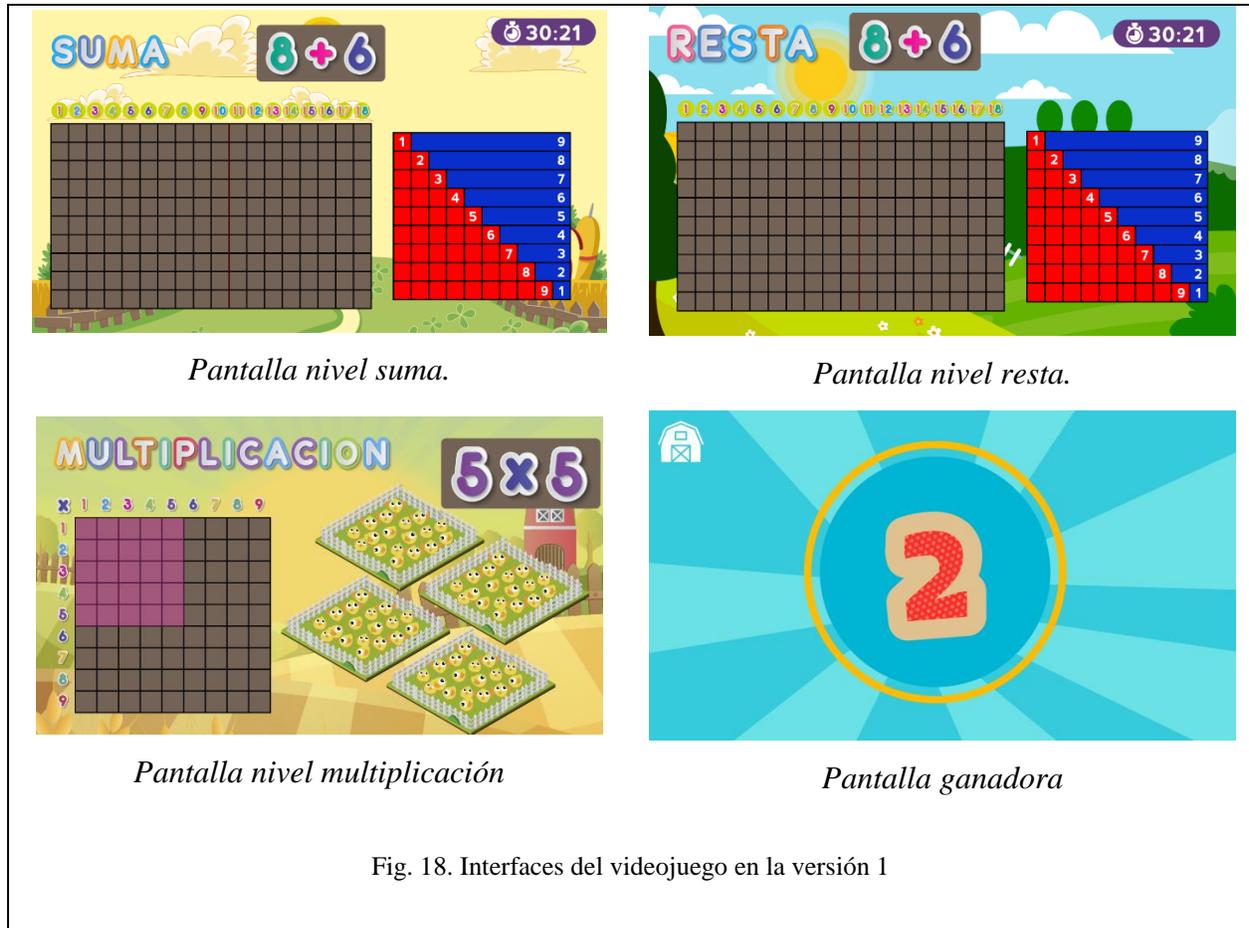


Fig. 18. Interfaces del videojuego en la versión 1

Versión 2

Para esta versión se hicieron los siguientes cambios: El menú inicio cuenta con 4 niveles, se cambió el fondo dejando de ser un fondo estático a convertirse en uno animado, en donde el tractor y nubes se mueven lentamente para dar una sensación menos rígida. Además, se redujeron los tableros de respuestas dispuestos para los niveles de suma y resta, esto debido a que en la versión digital no es necesario tener toda la tabla sino contar con una sola fila de la misma que se puede vaciar cada vez que cargue una pregunta nueva y por último la reducción de las fichas en el nivel multiplicación ya que según la usabilidad es innecesario tener un par de fichas (Fig. 19).

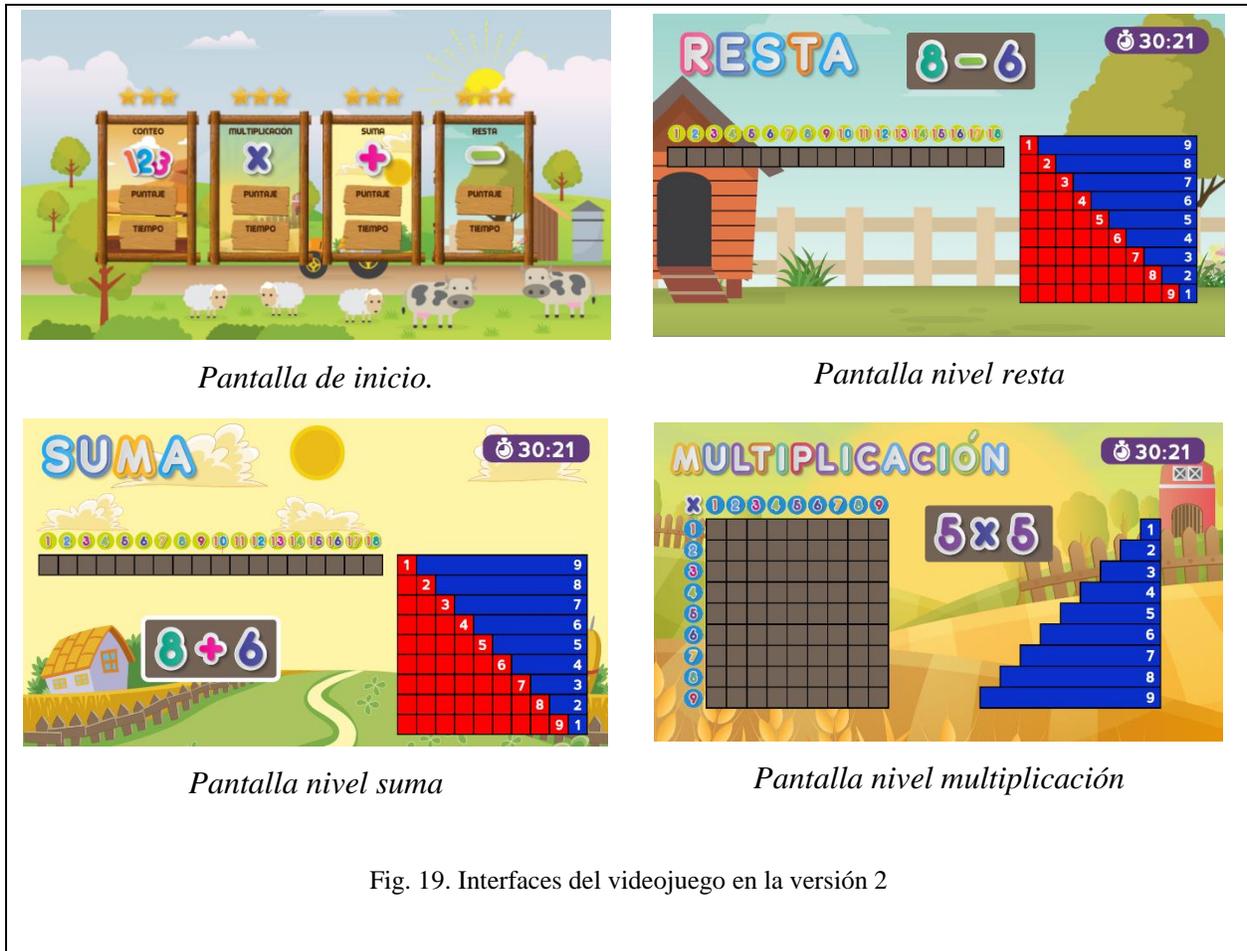


Fig. 19. Interfaces del videojuego en la versión 2

ii. Bocetos en papel del videojuego (Versión 3)

Se inicia por la creación del logotipo el cual permitirá identificar nuestra aplicación (Fig. 20). Se propone utilizar una tipografía San Serif gruesa que permita una buena legibilidad de color cálido como el amarillo para dar una imagen amable, positiva y feliz según la teoría de la psicología del color [46] y adornada de personajes de granja a los lados.



Fig. 20. Boceto de logotipo "Granja Montessori"

De igual manera se comienza a hacer los primeros bocetos de las diferentes interfaces que interactuará el niño. Por lo que, para el diseño se tuvo en cuenta una pantalla principal de bienvenida (Fig. 21), el cual tiene 4 botones que dan acceso a las diferentes operaciones matemáticas. Estas son: números, suma, resta y multiplicación.

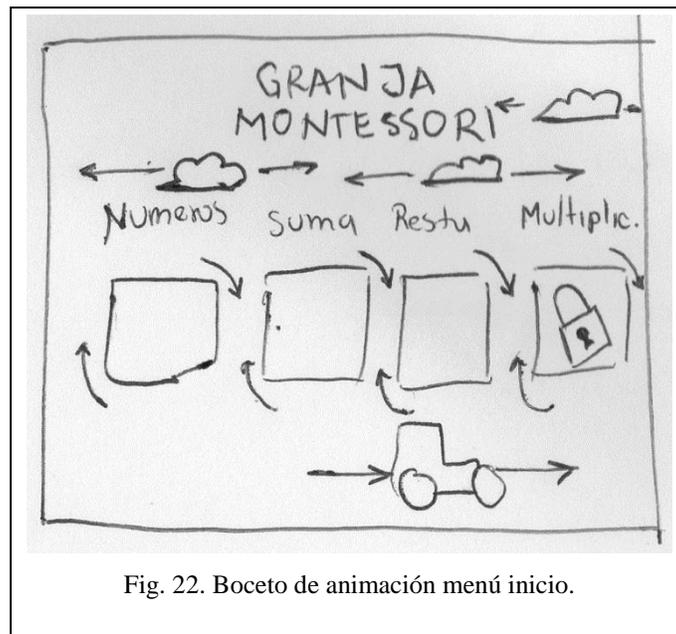


Fig. 21. Boceto página inicio

Por otro lado, el diseño del fondo, se realizó de tal manera que fuera orientada a niños de 5 a 8 años, por lo que se tomó en cuenta elementos gráficos caricaturescos con colores vivos para llamar la atención y se colocaron elementos típicos de granja como tractor, animales, el establo, nubes y sol, que posteriormente nos permitirán animarlos para así tener un entorno más atractivo.

Después se realizó el diseño de las animaciones (Fig. 22) con las cuales se pretende captar la atención del niño y presentarle una interfaz más amigable. Por lo que a continuación se describen los elementos gráficos que se consideraron para diseñar los escenarios:

- Tractor en el fondo de la pantalla principal desplazándose de derecha a izquierda con sonido alusivo para ambientar al usuario en el tema de la granja.
- Nubes moviéndose lentamente para dar una sensación de dinamismo y romper lo estático.
- Ovejas y animales parpadeando, moviendo la cabeza, comiendo pasto en los niveles suma y resta y en la pantalla principal del videojuego.
- Sol en el fondo de la pantalla principal desplazándose de izquierda a derecha al igual que las nubes.



Para el nivel básico de numeración se hace una asociación de las fichas de manera aleatoria que se representan de 1 a 9, y debajo hay un cuadro de botones cada uno con un número diferente (Fig. 23). El usuario debe presionar el botón que corresponda con la cantidad de fichas así generamos en el niño generar la recordación y asimilación de los números básicos.

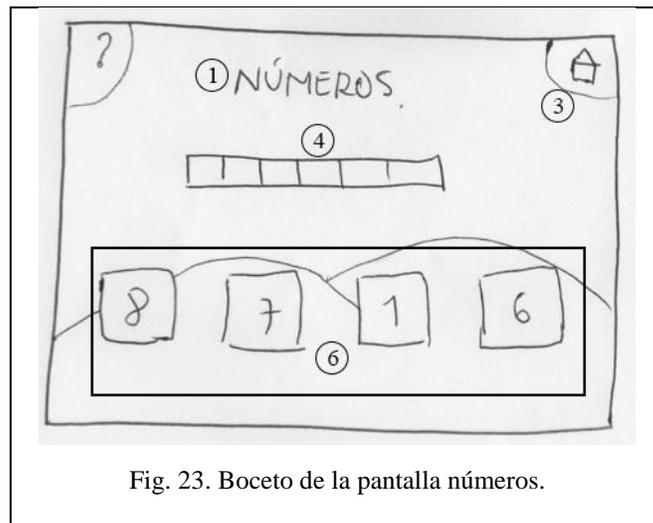
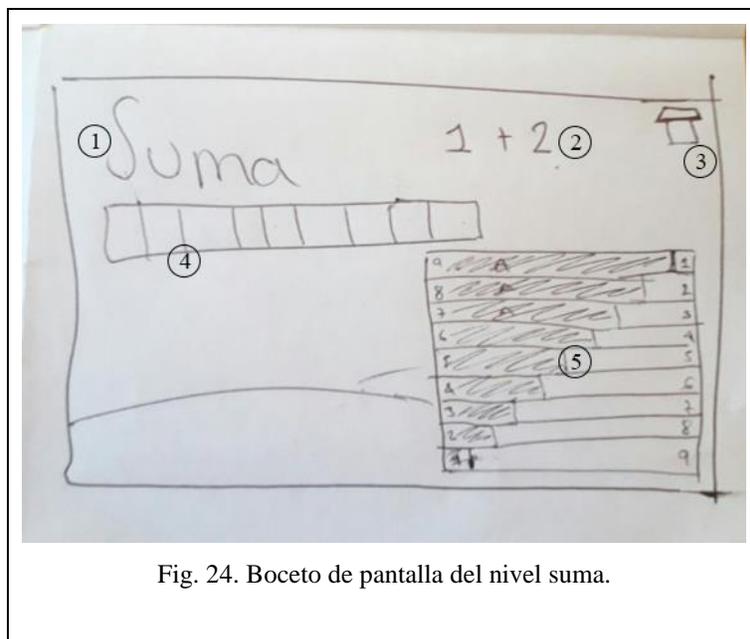


Fig. 23. Boceto de la pantalla números.

Para incluir las mecánicas del juego, hemos tomado en cuenta los niveles de aprendizaje que están orientados hacia el orden en que aprenden las operaciones básicas de las matemáticas, como: numeración, suma (Fig. 24) y resta (Fig. 25). Cada una de estas interfaces tiene los siguientes elementos:

- **TÍTULO (1):** Este será de acuerdo al nivel en que se encuentra el usuario en este caso sería suma.
- **CAMPO DE OPERACIÓN (2):** Este campo mostrará al usuario una suma generada aleatoriamente con números de un dígito, positivos y en un rango del número uno al nueve, la cual se mostrará hasta que el usuario apruebe la suma, el usuario podrá cambiar a una suma diferente si acciona este campo, esta función no se especificara gráficamente en el videojuego para generar más esfuerzo a los usuarios.
- **BOTÓN INICIO (3):** Este sería un botón el cual dirige al usuario a la pantalla principal del videojuego y reinicia el nivel.

- **PANEL DE FICHAS (4):** Este panel será el contenedor en el cual el usuario debe soltar la ficha para responder a la suma.
- **FICHAS (5):** Estas fichas serán las que el usuario asocie con la cantidad de número y use como respuesta en el panel.
- **BOTONES DE RESPUESTA (6):** Estos permiten para el nivel de conteo seleccionar la respuesta. (Sólo se encuentran en la interfaz conteo)



También se ha tenido en cuenta la ubicación de cada uno de los elementos dentro de la interfaz, con el objetivo de no generar un mayor esfuerzo cognitivo en la interacción con el juego.

En la interfaz de resta, el campo de fichas cargará al iniciar con el número minuendo que cargue en el campo operación. Este nivel está contenido por el título, botón inicio, fichas y botón ayuda, como se observa en la Fig. 25.

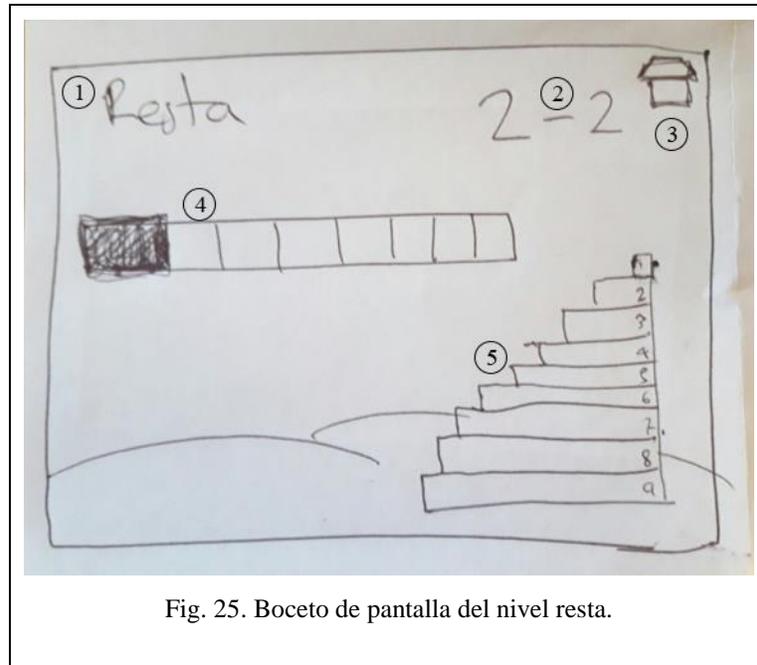


Fig. 25. Boceto de pantalla del nivel resta.

iii. Mockups del videojuego (Versión 3)

A continuación, se mostrarán los mockups (Fig. 26) correspondientes a la pantalla principal, los niveles de las operaciones y ventana de ayuda del videojuego para hacer una aproximación visual de lo que sería el producto final.



VII. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO FUNCIONAL (Testeo)

En la evaluación participaron 12 niños entre 5 a 8 años, porque según los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del Ministerio de Educación, en el intermedio de esas edades es donde se deben desarrollar las competencias matemáticas que vamos a tratar dentro del videojuego (Suma, resta y

números) [47]. Los niños encuestados asisten a la guardería KIDS ZONE que trabaja con la metodología tradicional y no por medio del método Montessori, presta servicios de educativos para niños regulares sin discapacidades y se encuentra ubicada en el barrio Chiminangos de la ciudad de Cali. La cantidad de niños encuestada corresponden a 7 niños y 5 niñas pertenecientes a diferentes grados escolares, 9 de ellos pertenecientes al nivel preescolar y 3 a educación básica. Para el diseño de la evaluación se tuvieron en cuenta dos métodos de evaluación de experiencia de usuario: observación directa y encuesta. La observación directa está orientada a conocer datos acerca de la experiencia del niño al interactuar con la aplicación, donde se le entrega un celular al niño sin entregarle información del funcionamiento del videojuego. Por lo que, nuestro interés es observar que tan sencillo y claro puede resultar la interfaz para el niño. Se les solicita a los niños probar cada nivel del juego, para que puedan experimentar con la aplicación y a la vez recibir una retroalimentación más precisa.

Una vez el niño ha terminado de interactuar con la aplicación, se continua con la encuesta, en donde se realiza un conjunto de preguntas muy cortas, relacionadas con la aplicación, tales como: si presentaron inconvenientes o se les dificultó interactuar con la aplicación, si comprendieron de que trataba, cómo se sintió durante la actividad, entre otras (Anexo 1), con el fin de evaluar la Interfaz gráfica de la aplicación y la experiencia de usuario al momento de su respectiva manipulación.

a. PRIMERA PARTE (Experiencia de usuario)

A partir del ejercicio que planteamos como evaluación de experiencia de usuario y después de observar la manipulación de los niños en el videojuego “*Granja Montessori*” pudimos observar lo siguiente de cada nivel:

Inicio:

La totalidad de los niños reaccionaron de forma positiva denotando algunas sonrisas en su rostro en el momento que abrió la aplicación. Por medio de la observación se pudo percibir que era clara y entendible, ningún niño tuvo preguntas sobre esta interfaz por lo que se concluye que es intuitiva (Fig. 27).

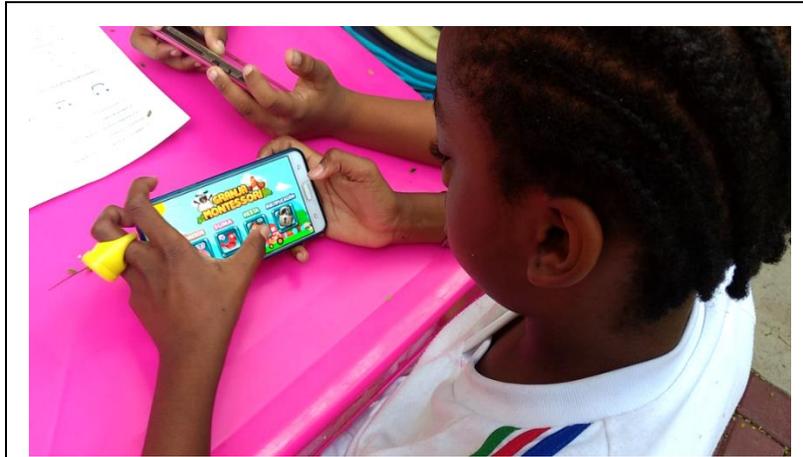


Fig. 27. Niña manipulando la pantalla inicio.

Números:

10 niños se mostraron confusos al iniciar la interfaz números debido a la falta de instrucciones y a la implementación de las fichas Montessori, por ejemplo, los niños más pequeños preguntaban desde el inicio cuál era la dinámica de juego, se les daban las indicaciones e iniciaban con la actividad, pero los niños un poco más grandes en especial los que ya saben leer manifestaban que debía tener una pregunta o letras que le indiquen qué hacer, una vez aclarada la forma de manipulación, entendían casi de forma inmediata la mecánica siendo muy clara y simple, por medio de la asociación de fichas y números (Fig. 28).



Fig. 28. Niña jugando el nivel números.

Suma:

Los niños en un principio no entendían la mecánica de juego, por medio de la prueba y el error intentaban manipularla, hundían las fichas pensando que eran botones, algunos empezaron a arrastrarlas y comenzaron a entender cómo se jugaba. Un total de 8 niños empezaron a realizar las operaciones matemáticas sin ninguna complicación y manipulaban de forma correcta la aplicación (Fig. 29). Los niños más pequeños al iniciar arrastraban fichas al azar, pero como factor común se observaba que no entendían la mecánica, por lo tanto, se entró a explicarles el funcionamiento, algunos entendían de manera simple y comenzaban a manipular la aplicación de forma correcta sin embargo otros niños no entendieron la mecánica del juego debido a que desconocen el concepto de suma.



Fig. 29. Niño jugando el nivel suma.

Resta:

Para el nivel de resta se presentaron las mayores dificultades. Para un total de 8 niños se percibieron dificultades y se mostraron muy confusos durante el ejercicio, al manipular la aplicación no entendían cómo era la mecánica, incluso aun explicándoselo verbalmente, ellos solicitaban que se les explicara nuevamente. Como no resultó claro, preferían abandonar el nivel e ingresar a otro anterior ya fuera suma o números (Fig. 30 y 31).

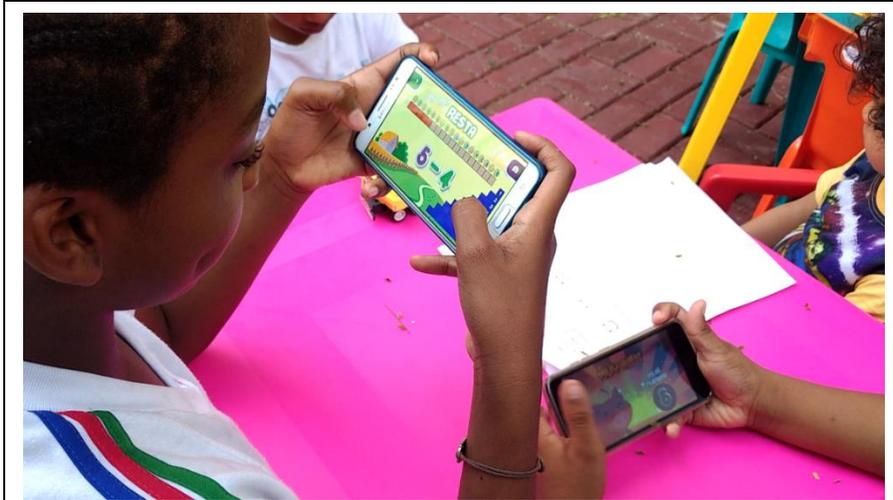


Fig. 30. Niña jugando nivel de resta.

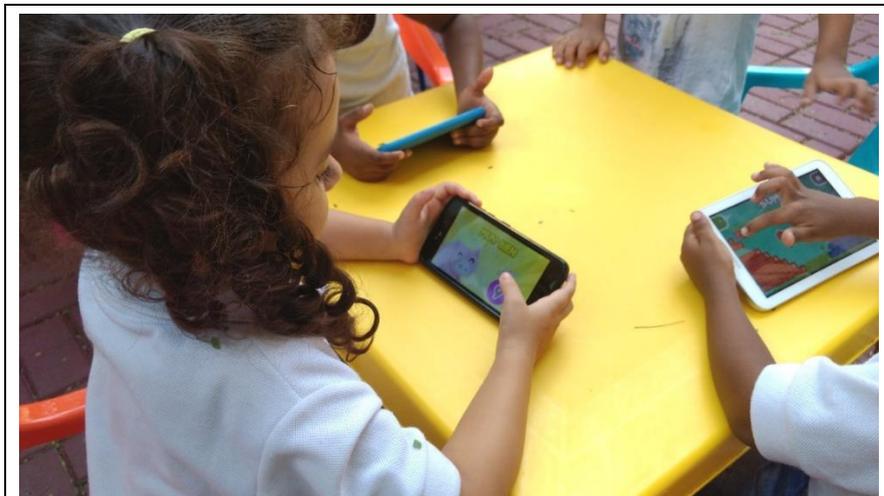


Fig. 31. Grupo de niños manipulando la aplicación.

b. SEGUNDA PARTE (Encuesta de satisfacción)

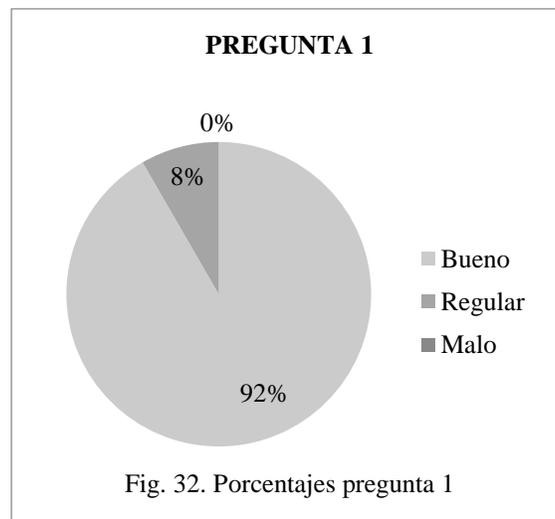
A continuación, se hará un recuento de las preguntas realizadas en la encuesta y su respectivo análisis.

Pregunta 1. ¿Cuál emoción que asocias al juego? (Bueno, Regular o Malo)

Dentro de la encuesta, los calificativos de bueno, regular y malo, están asociados con expresiones faciales para que el niño entienda y relacione de forma gráfica su emoción al jugar el videojuego. El 92% de los niños encuestados que tuvieron un acercamiento con el videojuego indicaron que las sensaciones que experimentaron fueron relacionadas con una “*carita feliz*” que se califica como bueno, lo cual se cree que este resultado fue potenciado por la paleta de colores que se utilizó y también a los gráficos caricaturescos que denotan un poco de informalidad. Un 8% eligió la cara seria que en este caso representa el calificativo regular y, por último, lo más positivo, es que ningún niño relacionó la aplicación con algo negativo (Tabla 7 y Fig. 32).

TABLA VII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 1

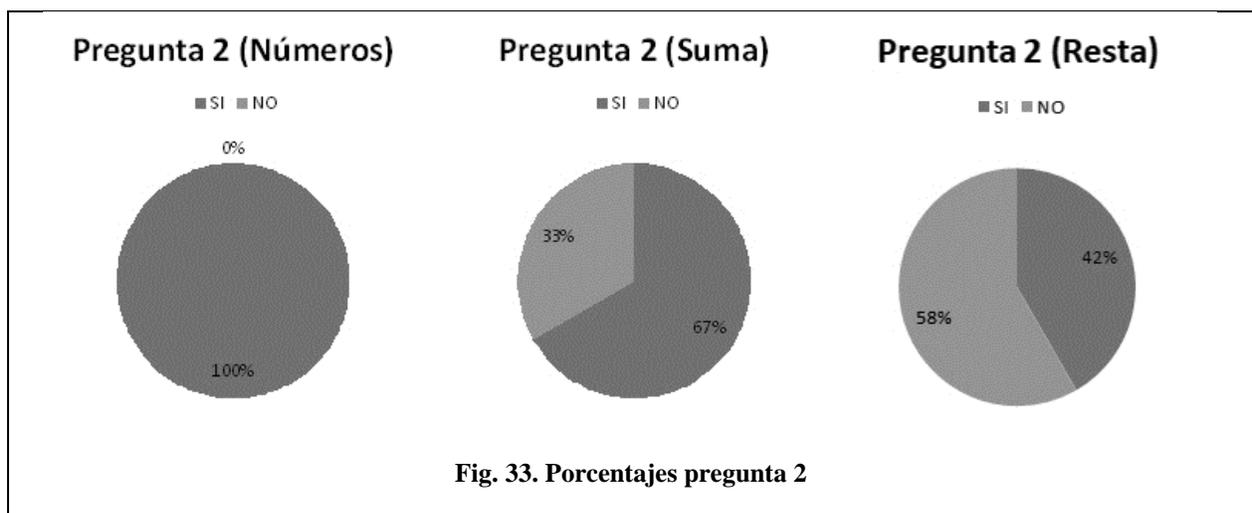
Calificación	Cantidad de respuestas	Porcentaje
Bueno	11	91,67
Regular	1	8,33
Malo	0	0
TOTAL	12	

**Pregunta 2.** ¿Has comprendido la actividad que tuviste que realizar?

La pregunta 2 estuvo segmentada para cada nivel, esto nos permite conocer si los niños son conscientes de lo que realizan en el videojuego. Para el nivel “*números*” el 100% de los niños comprendían cómo se debía realizar la actividad siendo este el más contundente para ellos. Para el nivel “*suma*” el 66,67% de los niños pudieron comprender el funcionamiento del videojuego sin embargo hubo un 33,33% que presentaron dificultades a la hora de manipular las fichas y fue confuso para ellos. Por último, podemos apreciar que fue el nivel con mayores inconvenientes, apenas el 33,33% comprendieron la mecánica de la resta y la mayoría (66,67%) tuvo una experiencia confusa (Tabla 8 y Fig. 33), los resultados negativos se relacionan con el desconocimiento de la utilización de los materiales Montessori por parte de los niños.

TABLA VIII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 2

Calificación	Números		Suma		Resta	
	Cantidad de respuestas	Porcentaje	Cantidad de respuestas	Porcentaje	Cantidad de respuestas	Porcentaje
SI	12	100,00	8	66,67	5	41,67
NO	0	0,00	4	33,33	7	58,33
TOTAL	12		12		12	

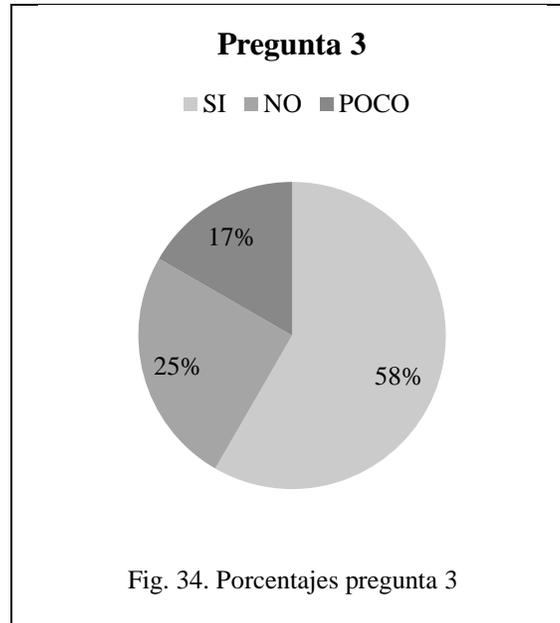


Pregunta 3. ¿Ha realizado mucho esfuerzo para realizar la actividad?

En esta pregunta se pretende valorar la dificultad que se tienen las preguntas de los niveles validando el esfuerzo que tuvo que realizar el niño al momento de manipular la app. Según la encuesta, para el 58,33% de los niños se esforzaron mucho para realizar las operaciones propuestas, dificultades que son generadas debido a que ningún niño encuestado conocía anteriormente el método Montessori o alguno de sus materiales didácticos, sin embargo, un 25% indicó que no presentó esfuerzo, algunos decían que era muy fácil (se observó que los niños mayores fueron quienes no presentaron esfuerzo) y un 16,67% tuvo poco esfuerzo (Tabla 9 y Fig. 34), también se cree que los resultados positivos incrementarían de manera significativa si se es probada con estudiantes conocedores del método.

TABLA IX. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 3.

Calificación	Cantidad de respuestas	Porcentaje
SI	7	58,33
NO	3	25,00
POCO	2	16,67
TOTAL	12	

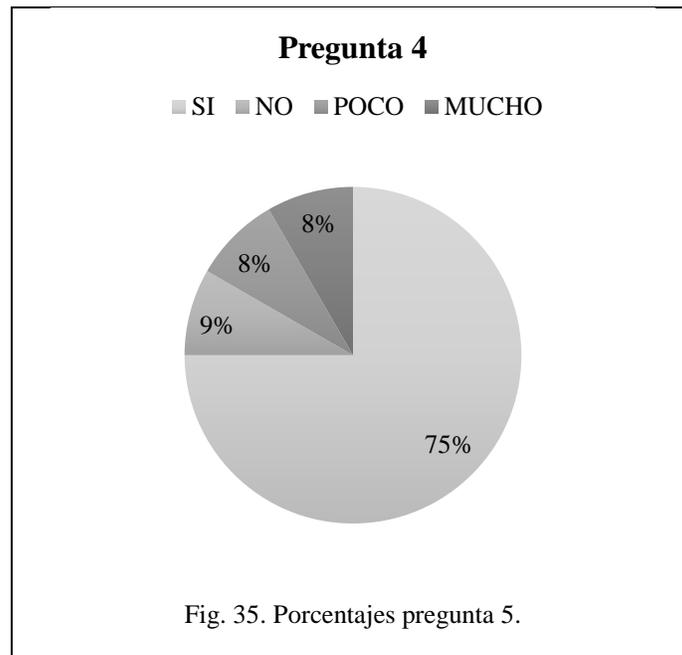


Pregunta 4. ¿Disfrutaste la experiencia? ¿O te has divertido?

Se les preguntó a los niños con el fin de validar si el videojuego es atractivo con los niños (engage). Fue un balance positivo, por medio de la observación se podía ver a los niños muy dispuestos a la realización de la actividad. La interfaz era llamativa para ellos, y los sonidos eran estimulantes produciendo sonrisas en el momento de la manipulación, más tarde esto se vería reflejado en la encuesta. La gran mayoría de los niños (91,67%) admitieron que tuvieron una experiencia agradable y divertida y tan sólo el 8,33% equivalente a un niño admitió que no se divirtió o no disfrutó de la experiencia (Tabla 10 y Fig. 35).

TABLA X. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 4

Calificación	Cantidad de respuestas	Porcentaje
SI	11	91,67
NO	1	8,33
TOTAL	12	



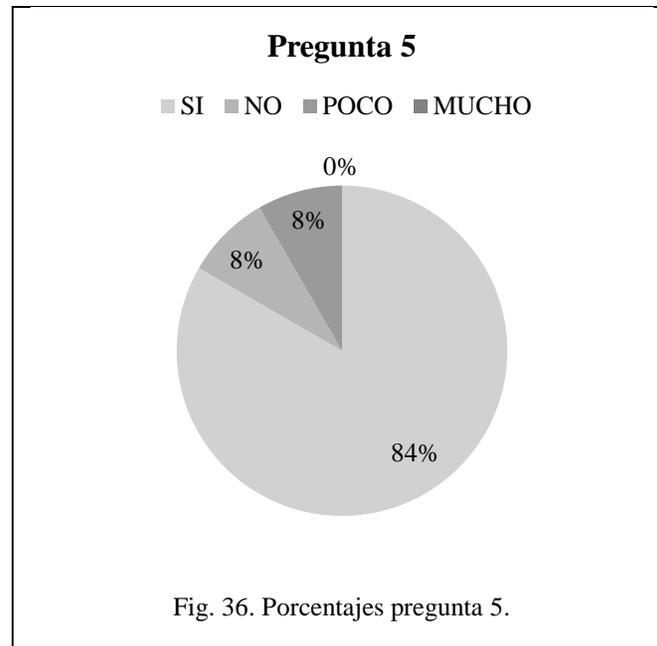
Pregunta 5. ¿Has tenido concentración para realizar el juego?

Durante la prueba se observó que los niños siempre estuvieron atentos al videojuego, en pocos casos hubo dispersión. El 83,33% de los niños manifestaron que durante la prueba se mantuvieron concentrados para resolver los diferentes problemas matemáticos, por el contrario, el 8,33% manifestó que no se concentró, otro 8,33% se concentraron poco sin embargo ningún niño manifestó haberse concentrado mucho (Tabla 11 y Fig. 36). Se cree necesario incrementar el nivel de las preguntas a medida que el niño progrese durante el juego para así asegurarse de que cada vez pueda ir resolviendo problemas más complejos.

TABLA XI. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 5.

Calificación	Cantidad de respuestas	Porcentaje
SI	10	83,33
NO	1	8,33
POCO	1	8,33

MUCHO	0	0,00
TOTAL	12	

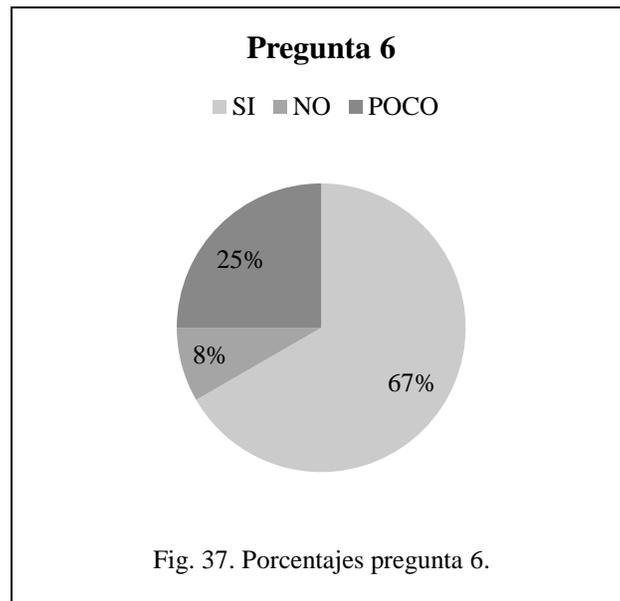


Pregunta 6. ¿Has comprendido claramente lo que tenías que hacer?

Se les preguntó a los niños con el fin de conocer si era claro para ellos la mecánica de uso con la que funciona el videojuego. Para el 66,67% de los niños fue claro la forma de uso del videojuego, para un 8,33% no lo fue y el otro 25% indicó haber tenido dificultades en el proceso (Tabla 12 y Fig. 37).

TABLA XII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 6.

Calificación	Cantidad de respuestas	Porcentaje
SI	8	66,67
NO	1	8,33
POCO	3	25,00
TOTAL	12	

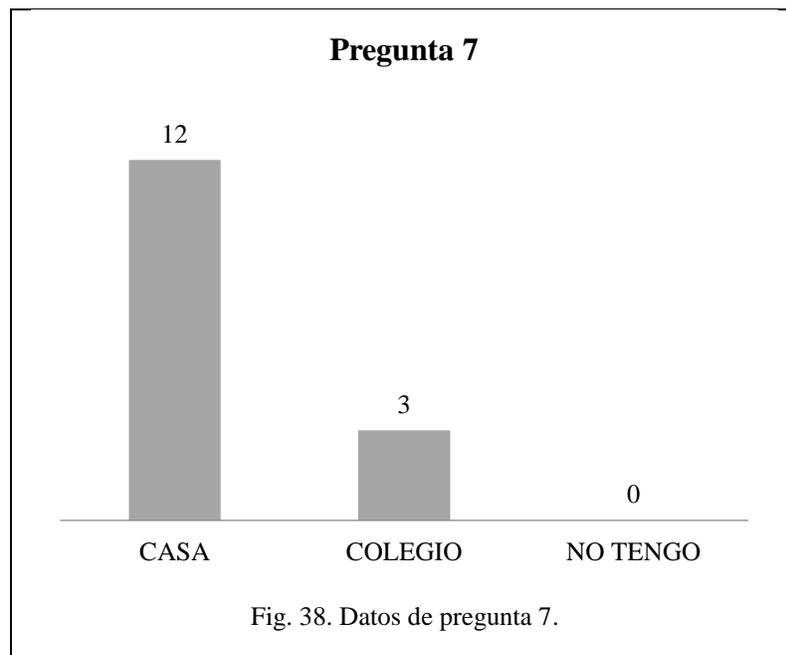


Pregunta 7. ¿En qué lugar tienes acceso con la tecnología? (En casa, Colegio)

El alcance de la tecnología utilizada es vital para el uso de la aplicación, por eso se pretende saber si el niño tiene acceso a ella en los dos lugares principales donde transcurre su vida educativa. La parte positiva es que ningún niño manifestó que no tiene acceso a esta tecnología, un 12 tienen acceso en la casa por medio de sus hermanos, padres o ellos mismos, y un total de 3 niños tienen contacto en el colegio (Tabla 13 y Fig. 38).

TABLA XIII. RESULTADO DE ENCUESTA PREGUNTA 7.

Lugar	Cantidad de niños
CASA	12
COLEGIO	3
NO TENGO	0



VIII. RESULTADOS

- Al indagar sobre las respuestas de los niños, se concluyó que la poca accesibilidad de los celulares o tabletas en el colegio se debe a la normatividad interna que no permite la manipulación de estos por lo tanto podemos concluir que, aunque las TIC s orientadas a la educación cada vez se están viendo más presentes en las aulas de clase, aún sigue habiendo falencias en cuanto a las restricciones de manipulación de estas en vez de utilizarlas para potenciar la educación en los niños.
- Se observó también que el esfuerzo requerido para jugar fue potencializado debido al desconocimiento de los niños encuestados en la manipulación de los materiales Montessori, por lo que generó confusión al inicio de la prueba, sin embargo, después de una breve explicación los niños se veían más familiarizados con el videojuego facilitando la experiencia.

- Para los niños es importante el acompañamiento de un adulto para realizar las actividades académicas, por lo tanto, cobra importancia el rol del docente al momento de integrar las actividades de aprendizaje y no pretender que sean autodidactas.

Observaciones adicionales.

- Ningún niño utilizó el botón de ayuda, todos empezaron probando la aplicación directamente sin verificar las instrucciones, por lo tanto, es recomendable utilizar un tutorial que se muestre de forma automática en el inicio del nivel seleccionado
- Los niños que colaboraron en las pruebas desconocen el ambiente Montessori por lo cual no estaban familiarizados con los materiales Montessori y esto impidió un mejor desempeño por parte de los niños dentro de las pruebas de experiencia de usuario.
- Todos los niños se encontraban familiarizados con la tecnología utilizada para el videojuego (Tabletas y smartphones), esto denota que desde temprana edad ya tienen la habilidad de manipulación de algunos artefactos tecnológicos.
- El sistema de retroalimentación positiva por medio de los sonidos y vibración cumplió con las expectativas previstas, los niños se notaban felices y les queda claro que realizaron una acción correcta. También se tuvo en cuenta el sistema de retroalimentación negativo el cual funciona por medio de la vibración. Se trató de seguir el paradigma del método Montessori el cual indica que no se debe decir a los niños que se equivocaron o perdieron ya que esto daña su autoestima, sin embargo, se evidenció que no es claro cuando cometen algún error por lo que se propone un replanteamiento para hacer entender que se está cometiendo un error de forma más clara.

IX. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La elaboración de este proyecto se involucró el uso de las tecnologías digitales con conceptos educativos, como el método Montessori, en donde por medio de la elaboración de un prototipo de videojuego se logró el objetivo de brindar una herramienta que sirva de apoyo para la enseñanza de las matemáticas básicas a los niños de 5 a 8 años. Además, se pudo determinar que los videojuegos son una manera muy efectiva de aprovechar los recursos tecnológicos en beneficio de la educación, ya que permiten desarrollar en el niño una mayor concentración en el momento de darle una información específica, generan mayor recordación, aumentan el interés, permiten que el aprendizaje de conocimientos se haga de manera más natural y eficaz por medio del juego.

Con respecto al videojuego “*Granja Montessori*” podemos concluir que el nivel números y suma cumplen con el objetivo de enseñar conceptos a los niños de una forma diferente y fácil. Además de servirles como herramienta para la resolución de problemas matemáticos básicos, sin embargo, se detectaron falencias en el diseño del nivel resta debido a que genera confusiones en los niños por su mecánica de juego.

Como trabajo futuro se plantea el uso de las tecnologías usando objetos tangibles, por lo que se propone lo siguiente:

Implementación de la tecnología RFID

RFID significa “*Identificación por Radio Frecuencia*” y permite de forma inalámbrica capturar automáticamente datos la cual utiliza ondas de radio para alimentar etiquetas o tags, el fin de la onda una vez que la alimenta es que devuelva la información alojada en el chip. Es una tecnología que nació en 1939 durante la segunda guerra mundial y se utilizaba para identificar los aviones aliados. En este contexto de ideas se plantea utilizar las tarjetas RFID como cartas de respuesta, las cuales vienen precargadas con las posibles respuestas que se puedan presentar en las diferentes operaciones (número del 1 al 18), así el videojuego se convierte en una herramienta de cálculo matemático y se motiva al estudiante al mejorar la interactividad entre el mundo físico y el digital. Una implementación secundaria en caso de no contar con tecnología RFID podría ser los códigos

QR, se propone que trabaje de la misma forma, teniendo cartas con la cantidad de fichas y en la parte inferior el código que posteriormente va a ser escaneado por medio del celular (Fig. 39). Por medio de la lectura en la carta se podrá verificar si es la respuesta correcta o no, casi de la misma forma que con las tarjetas RFID sin embargo no de forma automática.



Fig. 39. Implementación de códigos QR en Granja Montessori.

Aumento de operaciones matemáticas:

Nuestro proyecto plantea el implementar más operaciones matemáticas tales como división y multiplicación y también introducir conceptos de fraccionarios (mitades, dobles, triples), esto con el fin de abarcar de la mayor forma posible el aprendizaje de conceptos y operaciones matemáticas a través del método Montessori.

- [14] «www.tigríteando.com,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/j1CPVP>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [15] «vivomontessori.com,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/BtQ2eV>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [16] «Mi Cole Valencia,» 2013. [En línea]. Available: <https://goo.gl/vr3wMJ>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [17] «Hop Toys,» 2016. [En línea]. Available: <https://goo.gl/tpWhR1>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [18] «jugarijugar.com,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/cXsyu2>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [19] M. Montessori, *The Montessori Method*, Linnaean Press, 2003.
- [20] «Montessori en Casa,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/urjSr4>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [21] J. Moncada Jiménez y Y. Chacón Araya, «El efecto de los videojuegos en variables sociales, psicológicas y fisiológicas en niños y adolescentes,» *Retos*, vol. 21, pp. 43-49, 2012.
- [22] F. Altarriba Bertran, *The Revolution of Fun*, 2014.
- [23] E. Morales, «El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación,» *Diálogos de la Comunicación*, n° 78, pp. 1-11, 2009.
- [24] R. Bowman y J. Rotter, «Computer games: Friend or foe?,» *Elementary School Guidance & Counseling*, vol. 18, n° 1, pp. 25-34, 1983.
- [25] A. Sedeño Vandellós, «Videojuegos como dispositivos culturales: las competencias espaciales en educación,» *Revista Científica de Educomunicación*, vol. 17, n° 34, pp. 183-189, 2010.
- [26] M. Griffiths, «The educational benefits of videogames,» *Education and Health*, vol. 20, n° 3, pp. 47-51, 2002.
- [27] Dragon Box, «DragonBox.com,» [En línea]. Available: <http://dragonbox.com/products/algebra-5>. [Último acceso: 29 09 2017].

- [28] Dragon Box, «dragonbox.com,» 10 10 2017. [En línea]. Available: <http://dragonbox.com/about>. [Último acceso: 18 09 2017].
- [29] Edoki Academi SAS, «edokiacademy.com,» [En línea]. Available: <https://www.edokiacademy.com/en/>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [30] Edoki Academi SAS, «App Store,» Apple, 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/eA1BCf>. [Último acceso: 08 2017].
- [31] Edoki Academi SAS, «App Store,» Apple, 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/JdM1wD>. [Último acceso: 08 2017].
- [32] Apple, «App Store,» Apple, [En línea]. Available: <https://goo.gl/KPsCqo>. [Último acceso: 08 2017].
- [33] Edoki Academi SAS, «App Store,» Apple, 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/Sq3Eec>. [Último acceso: 08 2017].
- [34] Edoki Academi SAS, «Google Play,» Google, 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/Gccvcd>. [Último acceso: 08 2017].
- [35] Edoki Academi SAS, «App Store,» Apple, 2017. [En línea]. Available: <https://goo.gl/yg366f>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [36] Montessorium, «Montessorium.com,» 2017. [En línea]. Available: <https://montessorium.com/app/intro-to-math>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [37] Montessorium, «Montessorium.com,» 2017. [En línea]. Available: <https://montessorium.com/>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [38] Montessorium, «montessorium.com,» 2017. [En línea]. Available: <https://montessorium.com/app/intro-to-math>. [Último acceso: 15 05 2017].
- [39] Design Thinking en español, «designthinking,» 10 2017. [En línea]. Available: <http://designthinking.es/inicio/herramienta.php?id=19&fase=define>. [Último acceso: 22 09 2017].
- [40] M. López de Abechuco Calzada, «La granja escuela como recurso educativo para la etapa de educación infantil,» Universidad de Valladolid, Palencia, 2012.

- [41] E. M. García Carranco, «El valor de las salidas escolares" Propuesta de una salida a la granja-escuela para niños y niñas de 5 años,» *Papeles de educación*, vol. 2, p. 80, 2008.
- [42] J. E. Cañar Andrade, «Influencia de los programa de caritaturas de la televisión comercial en el comportamiento de los niños y niñas de 6 años,» Universidad Francisco Gavidia, Facultad de Ciencias Sociales, San Salvador, 2012.
- [43] V. Simmering, «Stronger neural dynamics capture changes in infants' visual working memory capacity over development,» *Developmental Science*, vol. 14, pp. 1379-1392, 2010.
- [44] M. Bernard, M. Mills, F. Talissa y J. McKown, «Which Fonts Do Children Prefer to Read Online?,» *Software Usability Research Laboratory*, 2001.
- [45] C. Moret-Tatay y M. Perea, «Do serifs provide an advantage in the recognition of written words?,» *Journal of Cognitive Psychology*, 2011.
- [46] E. Heller, *Psicología del color : cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*, Barcelona: Gustavo Gili, 2004.
- [47] Ministerio de Educación, «Derechos Básicos de Aprendizaje,» Bogotá D.C., 2016.
- [48] Montessori en Casa, «Montessori en Casa,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/urjSr4>. [Último acceso: 29 09 2017].
- [49] M. López de Abechuco Calzada, «La granaja escuela como recurso educativo para la etapa de educación infantil,» Universidad de Valladolid, Palencia, 2012.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación de satisfacción de usuario.

FORMATO DE EVALUACIÓN: NIÑOS								
Nombre Completo: _____								
Edad: _____								
Curso Escolar: _____								
CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN								
1. ¿Qué emoción que asocias al juego?								
								
2. ¿Has comprendido la actividad que tuviste que realizar?								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Números</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Números	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Suma</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Suma	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Resta</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Resta	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>
Números								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>								
Suma								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>								
Resta								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/>								
3. ¿Haz realizado mucho esfuerzo para realizar la actividad?								
SI___ NO___ Poco_____								
4. ¿Disfrutaste la experiencia? ¿O te has divertido?								
SI___ NO___ Poco_____ Mucho_____								
5. ¿Has tenido concentración para realizar el juego?								
SI___ NO___ Poco_____ Mucho_____								
6. ¿Has comprendido claramente lo que tenías que hacer?								
SI___ NO___ Poco_____								
7. ¿En qué lugar tienes acceso con la tecnología? (En casa, colegio)								