

**CIS1710AP04**

Numisma Col: Aplicación personalizada para el apoyo al aprendizaje de conceptos matemáticos básicos mediante el uso de metáforas

Fabiana Gabriela Díaz Cedeño

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.  
2017



CIS1710AP04

Numisma Col: Aplicación personalizada para el apoyo al aprendizaje de conceptos matemáticos básicos mediante el uso de metáforas

**Autor(es):**

Fabiana Gabriela Díaz Cedeño

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO  
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS

**Director**

Angela Cristina Carrillo Ramos

**Jurados del Trabajo de Grado**

Lizzeth Paola Camargo

José Bocanegra

**Página web del Trabajo de Grado**

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1710AP04>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.  
Mayo, 2017

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**Rector Magnífico**

Jorge Humberto Peláez Piedrahita, S.J.

**Decano Facultad de Ingeniería**

Ingeniero Jorge Luis Sánchez Téllez

**Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniera Mariela Josefina Curiel Huérfano

**Director Departamento de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniero Efraín Ortiz Pabón

### **Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946**

*“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”*

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera empezar agradeciendo a mi directora de tesis Angela Carrillo, pues sin ella nada de este proyecto hubiera sido posible, gracias a su apoyo y sabiduría brindada. Es una mujer que admiro mucho y agradezco su esfuerzo prestado.

Al colegio Florentino González por permitirme interactuar con sus alumnos y profesores dejándome como recuerdo una experiencia muy grata en cuanto a lo profesional como lo personal.

Agradezco también a mi familia por estar conmigo en todo momento. A mi mamá y a mi papá, por darme todo lo que tengo, por brindarme apoyo y motivación, y a mis dos hermanas porque sé que siempre puedo contar con ellas y siempre van a estar ahí para mí.

A mis amigos de la Universidad, por acompañarme durante toda la carrera haciéndola una experiencia muy divertida, pues son unas grandes personas que con su humor e inteligencia me enseñaron mucho.

Por último, a mi novio Elkin Giraldo, por apoyarme en mis últimos semestres de carrera brindándome alegría, ayuda y motivación en cada momento enfrentado, fuera difícil o no.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>I - DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	<b>3</b>
1.1 OPORTUNIDAD, PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES .....	3
1.2 <i>Formulación del problema que se resolvió</i> .....	4
1.3 <i>Justificación del problema</i> .....	4
1.4 <i>Impacto Esperado</i> .....	5
1.5 <i>Descripción del Proyecto</i> .....	5
1.5.1 <i>Objetivo general</i> .....	5
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.6 <i>Metodología</i> .....	6
1.6.1 <i>Fase Metodológica 1</i> .....	6
<i>Método</i> .....	6
<i>Actividades</i> .....	7
<i>Resultados Obtenidos</i> .....	7
1.6.2 <i>Fase Metodológica 2</i> .....	7
<i>Método</i> .....	7
<i>Actividades</i> .....	7
<i>Resultados Obtenidos</i> .....	7
1.6.3 <i>Fase Metodológica 3</i> .....	8
<i>Método</i> .....	8
<i>Actividades</i> .....	8
<i>Resultados Obtenidos</i> .....	8
1.6.4 <i>Fase Metodológica 4</i> .....	8
<i>Método</i> .....	8
<i>Actividades</i> .....	9
<i>Resultados Obtenidos</i> .....	9
<b>II – MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1.3.1 <i>Educación en niños</i> .....	12
2.1.3.2 <i>Herramientas TIC para niños</i> .....	13
2.1.3.3 <i>Aprendizaje de conceptos matemáticos apoyados por TIC</i> .....	14
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	15
<b>III – CONTRIBUCIONES</b> .....	<b>21</b>
3.1 DIAGNÓSTICO .....	21
3.1.1 IDENTIFICACIÓN DE METÁFORAS .....	21

---

3.1.2 PRUEBA INICIAL .....	23
3.1.2.1 VALIDACIÓN .....	32
3.1.2.2 CONCLUSIÓN .....	32
3.2 MODELO DE PERSONALIZACIÓN .....	33
3.2.1 FUENTES .....	33
3.2.2 SERVICIOS .....	34
3.2.2.1 SUGERIR PISTA.....	34
3.2.2.2 SUGERIR ACTIVIDAD .....	35
3.2.2.3 GENERAR REPORTE .....	35
3.2.2.4 REALIZAR SEGUIMIENTO .....	36
3.2.3 PERFIL DE USUARIO .....	36
3.2.4 PROCESO DE PRIORIZACIÓN .....	37
3.2.5 REALIMENTACIÓN .....	38
3.3 DESARROLLO DEL NUMISMA COL.....	39
3.3.1 CASOS DE USO .....	40
3.3.2 REQUERIMIENTO .....	41
3.3.2.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES .....	41
3.3.2.2 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES .....	42
3.3.3 ARQUITECTURA .....	42
3.4 IMPLEMENTACIÓN DE NUMISMA COL .....	43
3.5 VALIDACIÓN .....	59
3.6 PRUEBAS .....	61
<b>IV – RESULTADOS .....</b>	<b>68</b>
<b>V – CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
5.1 LECCIONES APRENDIDAS .....	74
5.1.1 ASPECTOS NO PREVISTOS .....	74
5.1.2 CAMBIOS O MEJORAS .....	74
5.2 POST-MORTEM .....	77
5.3 ANÁLISIS DE IMPACTO DEL DESARROLLO .....	77

5.3.1	DISCIPLINAR .....	78
5.3.2	SOCIAL.....	78
5.3.3	ECONÓMICA.....	78
5.4	CONCLUSIONES .....	78
5.5	TRABAJO FUTURO .....	79
<b>VI- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>81</b>
<b>VII - ANEXOS.....</b>		<b>87</b>

**Tabla de Ilustraciones**

Ilustración 1 - Metodología.....	6
Ilustración 2 - Proceso .....	21
Ilustración 3 Punto 1 Prueba Inicial.....	24
Ilustración 4 Resultados Sección 1 .....	24
Ilustración 5 Punto 2 Prueba Inicial.....	25
Ilustración 6 Resultados Sección 2 .....	26
Ilustración 7 Punto 3a Prueba Inicial .....	27
Ilustración 8 Resultados Sección 3a .....	28
Ilustración 9 Resultados Sección 3b .....	29
Ilustración 10 Resultados Sección 3c .....	30
Ilustración 11 Resultados Sección 4 .....	32
Ilustración 12 Servicio Sugerir Pista.....	34
Ilustración 13 Sugerir Actividad.....	35
Ilustración 14 Servicio Generar Reporte.....	35
Ilustración 15 Servicio Realizar Seguimiento.....	36
Ilustración 16 - Perfil de Usuario.....	37
Ilustración 17 Casos de Uso.....	40
Ilustración 18 Requerimientos Funcionales.....	41
Ilustración 19 Priorización de Requerimientos Funcionales.....	42
Ilustración 20 Requerimientos No Funcionales .....	42
Ilustración 21 Modelo MVC.....	43
Ilustración 22 Creación de Usuario.....	44
Ilustración 23 Creación de Usuario 2.....	45

---

Ilustración 24 Selección de Avatar para la Recta .....	45
Ilustración 25 Selección de Avatar para la Balanza.....	46
Ilustración 26 Actividades .....	47
Ilustración 27 Actividad Recta Numérica.....	47
Ilustración 28 Ejemplo Recta Numerica .....	48
Ilustración 29 Ejemplo 2 Recta Numerica .....	48
Ilustración 30 Ejemplo Equivocación Recta Numérica .....	49
Ilustración 31 Ejemplo de Acierto en Recta Numérica.....	49
Ilustración 32 Actividad Balanza.....	50
Ilustración 33 Ejemplo 1 Balanza .....	50
Ilustración 34 Ejemplo 2 Balanza .....	51
Ilustración 35 Ejemplo 3 Balanza .....	51
Ilustración 36 Acierto en Actividad Balanza .....	51
Ilustración 37 Actividad Recta Numérica de Colores.....	52
Ilustración 38 Ejemplo 1 Recta Numérica de Colores .....	53
Ilustración 39 Ejemplo 2 recta Numérica de Colores .....	53
Ilustración 40 Ejemplo Mecanismo de Vueltas .....	54
Ilustración 41 Error en Mecanismo de Vueltas.....	54
Ilustración 42 Acierto en Mecanismo de Vueltas .....	55
Ilustración 43 Nivel 2 Recta Numérica.....	55
Ilustración 44 Nivel 2 Balanza.....	56
Ilustración 45 Nivel 2 Mecanismo de Vueltas .....	56
Ilustración 46 Pistas .....	57
Ilustración 47 Menú .....	57

---

Ilustración 48 Administrador .....	58
Ilustración 49 Ejemplo Cambios en Administrador.....	58
Ilustración 50 Ejemplo de Puntajes.....	59
Ilustración 51 Conceptos a evaluar .....	60
Ilustración 52 Estudiantes Jornada Mañana.....	64
Ilustración 53 Estudiantes Jornada Tarde .....	64
Ilustración 54 Registro sin Personalización .....	65
Ilustración 55 Juegos sin Personalización.....	66
Ilustración 56 Actividad 1 sin Personalización.....	66
Ilustración 57 Actividad 3 sin Personalización.....	67
Ilustración 58 Actividad 3 sin Personalización.....	67
Ilustración 59 Resultados 1 .....	68
Ilustración 60 Resultados 2.....	69
Ilustración 61 Resultados 3.....	70
Ilustración 62 Resultados Comentarios.....	71
Ilustración 63 Asignación de Niveles .....	72
Ilustración 64 Resultados por Niveles .....	73
Ilustración 65 Mejora Recta Numérica .....	75
Ilustración 66 Mejora Balanza .....	75
Ilustración 67 Mejora recta Numérica de Colores .....	75
Ilustración 68 Mejora de Botones Aumentar y Disminuir .....	75
Ilustración 69 Mejoras en Mensajes de realimentación .....	76
Ilustración 70 Mejora en Aumento de Puntos.....	76
Ilustración 71 Post- Mortem .....	77

## **ABSTRACT**

This work is called Numisma Col: Personalized application for learning of basic mathematical concepts through the use of metaphors, developed in order to respond to an opportunity found in the area of mathematics applied to children of first grades, reinforcing the concepts learned through the use of metaphors applied to the use of money. All of this to give them help in the face of daily life.

## **RESUMEN**

Este trabajo lleva como nombre Numisma Col: Aplicación personalizada para el apoyo al aprendizaje de conceptos matemáticos básicos mediante el uso de metáforas, desarrollada con el fin de dar respuesta a una oportunidad encontrada en el área de matemáticas aplicada a niños de primeros grados, reforzando los conceptos aprendidos mediante el uso de metáforas aplicadas al uso del dinero. Todo esto para brindarles ayuda al momento de enfrentarse a la vida cotidiana.



## INTRODUCCIÓN

Por más de tres décadas los educadores matemáticos en Colombia han investigado sobre la importancia que tienen las matemáticas en la educación de los niños. Las matemáticas deben responder a las demandas nacionales y globales, teniendo en cuenta la interculturalidad y la diversidad que se encuentra en el mundo. La enseñanza de las matemáticas debe empezar por el conocimiento informal de los estudiantes y su relación con el medio en que conviven y sus relaciones prácticas, conllevando a que el aprendizaje de las matemáticas involucren factores de orden afectivo y social y no únicamente aspectos cognitivos. Uno de estos aspectos sociales es el manejo del dinero, el cual se utiliza diariamente en la vida de cualquier ser humano. [1] [2]

Los programas de enseñanza matemática se basan en resolver problemas matemáticos, y en algunos casos problemas aplicados a “Situaciones reales”. La falencia de este método radica en que los ejercicios involucrando problemas reales se presentan a una edad muy tardía. También se encuentra que en algunos países como Chile se está implementando desde el 2012 un programa para estudiantes que presentan NEE (Necesidades Educativas Especiales) que comenzaría a aplicar desde los grados tercero y cuarto de primaria. En este caso se observa la misma falencia ya que este tipo de métodos debería ser aplicado desde cursos anteriores. Ya que en esos cursos ya se ha dado una base matemática suficiente para que los niños pudieran manejar el dinero que implica sumas restas y en algunos casos más complejos multiplicación y división. En otro caso se observa que en programas de educación argentina, cuando los niños ya tienen un bagaje amplio en matemáticas, solamente hasta el grado cuarto es donde se comienzan a poner problemas relacionados a fondo con el dinero. [3] [4]

Debido a esto surgió Numisma Col, que ve esto como una oportunidad de poder llegar a reforzar conceptos matemáticos básicos por medio de metáforas relacionadas con el dinero, que permiten ver estos conceptos de una manera interactiva y llamativa a los estudiantes. Además, por medio del uso de la personalización permite que cada estudiante avance a su propio ritmo y nivel de conocimiento.

Este documento contiene todo el proceso que se llevó a cabo para la realización de Numisma Col dividiéndose en cinco secciones importantes: Descripción General, Marco Teórico, Contribuciones, Resultados y Conclusiones. En la sección de Descripción General, se explica la oportunidad encontrada junto con los objetivos y metodologías realizadas. En la sección de Marco Teórico, se encuentran los conceptos claves que se encontraron para entender el desarrollo del proyecto y adicionalmente el estado del arte de Numisma Col. En la tercera sección Contribuciones, se aplican todos los procesos propuestos en la metodología. En la sección de resultados, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas y validaciones realizadas. Por último, está la sección de conclusiones, donde se evidencian las lecciones aprendidas y los aspectos que se lograron desarrollar correctamente del proyecto.

## I - DESCRIPCIÓN GENERAL

### 1.1 Oportunidad, Problemática, Antecedentes

En la actualidad, el uso de las matemáticas es de suma importancia para todo el mundo, ya que con éstas se puede entender mejor algunas actividades cotidianas de las personas. La mayoría de estas tienen que ver con las matemáticas, por ejemplo, saber administrar el dinero, el conteo y las operaciones aritméticas básicas. Esto se aplica en la mayoría de los actos humanos e incluye los primeros años de vida [5].

Desde pequeños, los niños suelen tener contacto con el dinero en cualquier parte, ya que se sabe que este es esencial para obtener las cosas que deseen o necesiten. La mayoría de personas tienen diferentes conceptos acerca del dinero, basándose en experiencias de la infancia. Por lo tanto, se sabe que los niños aprenden por medio de la observación y el ejemplo, lo que genera un aprendizaje en cuanto a responsabilidad, toma de decisiones, comparación, prioridad y administración de dinero. [6] [7]

Por otro lado, en Europa, se suele recomendar el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) para un mejor aprendizaje, el cual aporta competencia y destreza en los estudiantes, pues es muy común que los hogares con niños cuenten con acceso a un computador. Al hacer uso de las TIC se puede mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a distintos recursos y servicios. [8] El uso de las TIC puede servir para el aprendizaje de las matemáticas, incrementando las habilidades de los niños. Su uso tiene aspectos positivos como:

- ❖ Posibilitar la interacción con las matemáticas para así facilitar su comprensión.
- ❖ Mejorar la capacidad de analizar y organizar datos.
- ❖ Ayudar al uso de los números y medidas.
- ❖ Aportar sobre la capacidad de toma de decisiones.
- ❖ Por medio de la observación, facilitar la comprensión de conceptos.

Con esto se puede apreciar que el uso de las TIC ayuda a mejorar ciertas capacidades intelectuales, dependiendo del caso en que se necesite, de modo que haga un efecto motivacional hacia el niño que haga de las diferentes herramientas. [9]

Por otro lado, el uso de metáforas para el aprendizaje facilita la manera en que el usuario comprende un concepto siendo relacionado por medio de comparaciones entre objetos o palabras, con el fin de dar a entender este concepto. [10] Las metáforas son una herramienta para las matemáticas, pues ayudan a darle un significado más simbólico. Existen ciertas actividades que las personas ven sencillas pero en el fondo son complejas, por lo tanto se hace uso de actividades sencillas para aprender lo complejo. [11]

Sin embargo, existen actividades muy sencillas que pueden ser complejas para cierta población, por ejemplo, el cálculo del cambio (a lo que se conoce coloquialmente como “vueltas”). Esta dificultad puede derivarse por su poco conocimiento adquirido (primera infancia o baja escolaridad). [12]

De allí surgió la necesidad de una solución informática dirigida a personas con baja escolaridad principalmente niños en los primeros grados del colegio.

## **1.2 Formulación del problema que se resolvió**

¿Cómo se puede apoyar, mediante una herramienta informática, el aprendizaje matemático básico, aplicable a actividades cotidianas de un usuario, considerando sus características?

## **1.3 Justificación del problema**

El aprendizaje en los niños es fundamental para el desarrollo de la vida de estos, especialmente el área de matemáticas básicas. Por otro lado, el uso de metáforas será utilizado para volver de manera visual el aprendizaje por medio de cuatro secciones importantes en las cuales serán trabajadas distintos conceptos. En la primera parte, se trata de saber cuánto dinero tiene la persona comparando un valor con otro. En la segunda, se trata sobre si un valor propuesto alcanza para lo que vale el objeto. En la tercera, es sobre el mecanismo de vueltas. La última, se trata de cuanto equivalen en valor unas monedas o billetes con respecto a otros de mayor valor. Además, por medio de la personalización, se llega a ajustar el contenido de esta teniendo en cuenta preferencias, interés y gustos.

Aprender sobre esto les podría servir para ser independientes en cuanto al uso de dinero, es decir, que no tengan que acudir a alguien para solicitar ayuda a la hora de comprar algo y

esperar vueltas a cambio. Por otro lado, ayuda a la comprensión de algunos conceptos matemáticos que se encuentran implícitos como la suma, la resta, métodos de conteo y equivalencias.

Teniendo en cuenta el gran uso de las tecnologías actualmente y el acceso que tienen las personas a estas, se pueden usar teniendo en cuenta un aprendizaje interactivo y útil para llegar de una buena forma a ellos, haciendo uso de las herramientas matemáticas y tecnológicas, con el fin de enseñar a manejar el dinero y algunos conceptos matemáticos básicos como los mencionados anteriormente. Por esto, se ve que la motivación de este trabajo es que los usuarios se familiaricen los conceptos y que los apliquen en su vida diaria. Y a pesar que algunos usuarios nunca los aprendan, la herramienta les puede ser de utilidad en el momento en que la necesiten lo que les puede motivar a usarla. Y a los niños les sería de gran ayuda, ya que aprenderían algunos conceptos sin darse cuenta y podrían tener este conocimiento del dinero para facilitar su vida cotidiana.

## **1.4 Impacto Esperado**

Se espera que con el desarrollo de la aplicación adaptativa se brinde apoyo al proceso de aprendizaje de matemáticas básicas a los niños en cursos primarios, con el cual por medio de la experiencia y el uso de metáforas puedan entender los conceptos y sean usados en la vida cotidiana.

## **1.5 Descripción del Proyecto**

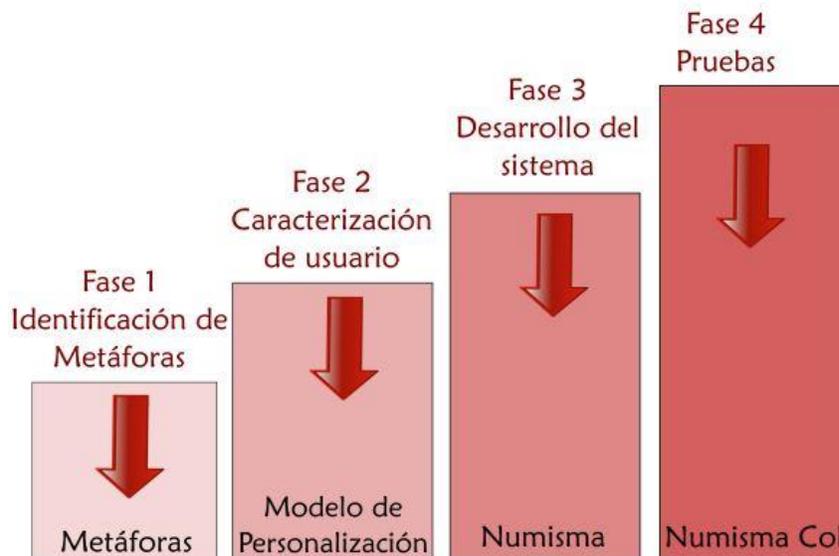
### **1.5.1 Objetivo general**

Desarrollar un sistema personalizado que apoye el aprendizaje de conceptos matemáticos básicos, por medio de metáforas relacionadas con el uso del dinero.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las metáforas que pueden contribuir al aprendizaje de matemáticas básicas.
2. Crear un modelo de personalización para el aprendizaje de matemáticas básicas.
3. Desarrollar una aplicación personalizada con base en el modelo anterior.
4. Probar la funcionalidad de la aplicación por medio de un prototipo funcional.

## 1.6 Metodología



**Ilustración 1 - Metodología**

En esta sección se muestra la metodología, la cual se desarrolló cuatro (4) fases consecutivas, teniendo en cuenta que cada fase se relaciona con cada objetivo específico planteado Sección 1.5.2 Objetivos Específicos, donde se muestra el método y las actividades propuestas para el desarrollo de cada fase.

### 1.6.1 Fase Metodológica 1

Fase 1: Identificación de metáforas que sean de gran utilidad para el aprendizaje de matemáticas básicas.

#### **Método**

La fase uno se refiere a la investigación de metáforas que serán seleccionadas con el fin de seleccionar cuáles son las mejores para que el aprendizaje sea el mejor teniendo en cuenta el público objetivo. Para hacerlo posible se investigará en artículos sobre matemáticas, educación con metáforas y el uso del dinero, adicionalmente, se tendrá en cuenta el conocimiento del docente del colegio en que se realizarán las pruebas.

### **Actividades**

- Realizar una búsqueda de metáforas aplicadas a las matemáticas básicas.
- Identificar los conceptos que se relacionan con el uso del dinero.
- Relacionar las metáforas seleccionadas con actividades sobre el uso del dinero.
- Investigar herramientas basadas en TIC que usen metáforas.
- Validar con el profesional en Educación

### **Resultados Obtenidos**

Se identificaron las metáforas que mejor se acoplaban al público objetivo con el fin de tener varias opciones para que cuando se realice la personalización. Lo cual se encuentra documentado en las contribuciones del proyecto.

## **1.6.2 Fase Metodológica 2**

Fase 2: Caracterización de usuario

### **Método**

Establecer el perfil de usuario para que la aplicación tenga en cuenta las características del éste, basándose en los conceptos recopilados en la fase 1. Por otro lado, en este perfil, se verán aspectos acerca del uso de las TIC en los niños, para saber de qué manera se puede hacer una mejor personalización y aprendizaje de metáforas.

### **Actividades**

- Diseñar el perfil de usuario.
- Generar el modelo de personalización teniendo en cuenta el perfil de usuario creado.
- Priorizaciones
- Proceso adaptador
- Fuentes de información
- Método de realimentación
- Identificar cuáles serán las funcionalidades de la aplicación.

### **Resultados Obtenidos**

Para los resultados se genera una identificación acerca del modelo de personalización encontrado en las contribuciones del proyecto.

### 1.6.3 Fase Metodológica 3

Fase 3: Desarrollo del sistema

#### **Método**

Para esta fase se tendrá en cuenta el diseño y desarrollo del sistema. Para el diseño será generarán los documentos necesarios teniendo en cuenta los datos obtenidos en las fases anteriores, y adicional mente un diseño de la arquitectura. Por el lado de desarrollo, se realizará con la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP). Con el fin de ir teniendo recopilaciones con el usuario, en el en intervalo de dos (2) semanas se realizará una planeación de tareas y sus tiempos correspondientes. Se tendrá en cuenta el uso de pruebas unitarias y refactorización [13]. Adicionalmente, la simplicidad en el código e integración secuencial.

#### **Actividades**

- Diseñar la aplicación personalizada
- Planificar las entregas
- Definir requerimientos
- Hacer los casos de uso
- Implementar la aplicación

#### **Resultados Obtenidos**

Como resultados se tienen los documentos en donde se muestren los requerimientos (SRS), los casos de uso y la arquitectura (SAD). Adicionalmente, una primera versión de la aplicación.

### 1.6.4 Fase Metodológica 4

Fase 4: Pruebas

#### **Método**

Esta etapa consiste en las pruebas que serán realizadas en un colegio, con el fin de validar las funcionalidades de la aplicación. Principalmente, se realiza un prueba Inicial es decir, sin aplicación, con el fin de verificar el nivel en que se encuentran los niños y cuáles son los temas en lo que se presentan fallas. Luego de esto, se validara con profesores de matemáticas y psicóloga

de la institución si en efecto el prototipo funciona como refuerzo para el aprendizaje del área de matemáticas básicas. Por último, se realizarán pruebas de funcionalidad y usabilidad del prototipo para verificar que este funcione como lo planeado y sean comprendidas las funcionalidades por los niños.

### **Actividades**

- Definir protocolo de pruebas
- Realizar prueba Inicial.
- Realizar una prueba de concepto con el profesional en Educación.
- Realizar pruebas de usabilidad.
- Realizar pruebas de funcionalidad.
- Realizar el análisis y los resultados de cada tipo de prueba.

### **Resultados Obtenidos**

Como entregable se generó la documentación en donde se reflejen los resultados de las pruebas y su correspondiente análisis.

## **II – MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Marco Conceptual**

En esta sección se muestran los conceptos fundamentales que se tuvieron presentes durante el desarrollo del proyecto los cuales tienen una gran importancia porque abarcan todos los temas importantes y necesarios para la concepción y entendimiento tanto de la problemática como del desarrollo de este. Se cuenta los conceptos de personalización, metáforas, educación y conceptos matemáticos básicos. Estos conceptos tienen muchas relación teniendo en cuenta que la personalización puede brindarse por medio de metáforas y con ella hacer mejoras en la enseñanza.

#### **2.1.1 Personalización de la información**

Personalización se define como “dar carácter personal a algo” [14]. En informática, especialmente en estrategias WEB, es definida como un importante elemento para la relación entre un software y sus clientes. Existen varias definiciones para este concepto desde distintas ciencias,

pero la más adecuada es la de las ciencias de la información. Según W. Bender, la personalización es la forma en la que se prioriza la información teniendo en cuenta aspectos relevantes para el público como la puntualidad y la importancia [15]. Por otro lado, para W. Kim, la personalización se refiere a la manera en la que se le entrega a un cliente información pertinente que anteriormente ha sido recuperada, transformada y deducida [16].

Para la personalización existe un esquema de clasificación para poderse implementar. Este esquema consiste en tres (3) dimensiones: la primera dimensión es el aspecto del sistema que se manipula para generar personalización, lo que se refiere a lo que será personalizado. La segunda dimensión es el objetivo de la personalización, es decir, a quien se va a personalizar. Y la última dimensión es quién va a hacer la personalización, ya sea el usuario o el sistema [17].

Para realizar la personalización es necesario crear un perfil de usuario el cual se refiere a la información que caracteriza a cada cliente. El fin de este es generar perfiles únicos que se acoplen a la información que afecte o se requiera al momento de personalizar. Los aspectos que se deben tener en cuenta para realizar un perfil de usuario son: información básica, hábitos, gustos, intereses, preferencias y restricciones [18].

Al tener el concepto de personalización ya se puede dar paso al siguiente concepto, Metáforas, ya que gracias a la personalización se escogerá el tipo de metáfora según se acople a las características del usuario.

### **2.1.2 Metáforas**

Según la Real Academia Española (RAE) una metáfora es la “Translación del sentido recto de una voz a otro figurado, en virtud de una comparación táctica”, es decir, la forma en la que se comparan a dos distintas entidades refiriéndose a una en función de la otra [19]. Existen diversas formas de clasificar las metáforas teniendo en cuenta un rol lingüístico cognitivo [20]. La primera es el convencionalismo de la metáfora refiriéndose a qué tan usada es una metáfora en el diario vivir de las personas.

La segunda es la función cognitiva de las metáforas que se muestra en tres (3) formas que son las estructurales, ontológicas y orientacionales. Las estructurales tienen como función cognitiva permitir comprender un concepto mediante la estructura de otro. Las ontológicas hacen percibir experiencias en términos de objetos, sustancias y contenedores, en general, sin especificar exactamente qué tipo de objeto, sustancia o contenedor es. Las orientacionales tienen que ver con una forma de metáforas que se expresan por medio de orientaciones espaciales básicas de las personas, como por ejemplo: arriba-abajo, centro-periferia, dentro-fuera, etc.

La tercera forma es la forma de clasificar la metáfora según su naturaleza que se refiere a las que están constituidas por algunos elementos básicos y son asignadas de un objeto a una meta. Por último, los niveles de generalidad de la metáfora son las metáforas que ayudan a interpretar proverbios y otras frases específicas.

Las metáforas son de gran utilidad, sobre todo en la educación, pues ayudan a los procesos educativos y además sirven como herramientas para mejorar y comprender los métodos de aprendizaje. Con esto puede ayudar a que los estudiantes aprendan estructuras de conocimiento de manera más eficiente [21]. En el área de matemáticas específicamente, las metáforas tienen la capacidad de hacer entender y reconocer muchos conceptos de ésta, ya que al ser un lenguaje abstracto algunos procesos pueden ser difíciles de entender sin la ayuda de alguna analogía o metáfora [22].

### **2.1.3 ¿Qué es la Educación?**

La educación es, etimológicamente, la acción de la "Guía hacia afuera", es decir, desarrollar y producir diferentes capacidades. Hoy en día comúnmente significa el aprendizaje y el desarrollo de intelectuales, morales y físicas, los medios y los resultados de esta actividad de desarrollo. La educación incluye capacidades humanas y elementos culturales característicos de la situación geográfica y período histórico. Todos los países del mundo tienen su propio sistema de educación, pero en todos hay tradicionalmente un papel importante de los padres de un niño, para llevarlo hacia las costumbres de la edad adulta, y con frecuencia creciente intervención de los Estados. La educación es considerada un elemento importante del desarrollo de las personas, por lo tanto, el desarrollo de un derecho a la educación. Por lo tanto, un sistema educativo

eficiente es una ventaja importante. Por el contrario, ser negada una educación será considerado como una falta grave. [23]

Para hablar que es la educación en y para Colombia, se debe hablar sobre cuáles son las diferentes facetas que tiene en el país. Comenzando por la educación inicial, pasando por educación preescolar, básica, media y terminando en educación superior.

La educación inicial es un derecho que no se puede postergar en la primera infancia la cual se constituye de una estructura integral, que tiene como objetivo potenciar de manera intencionada el desarrollo de las niñas y los niños hasta la edad de 6 años. Por otra parte, la educación preescolar, básica, media es aquella que se adquiere en el jardín y en el colegio con el fin de formar las bases fundamentales de la vida; por ende, en esta etapa de la vida, la educación se puede definir como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social, que pasa por diversas etapas y que se fundamenta en la formación integral humana, con sus derechos y sus deberes. Para finalizar, la educación superior es la que permite a las personas desarrollar plenamente sus competencias en diferentes campos del conocimiento, intentando enmarcar una sociedad con igualdad de oportunidades. [24]

### **2.1.3.1 Educación en niños**

Al nacer los niños son personas que no tiene información pero al crecer serán de algún tipo de persona dependiendo de la educación que se le fue dada y su entorno de crecimiento [25]. El rol que tiene la educación en los niños es de poder complementar y potenciar la educación que se inicia en un entorno familiar [26]. La educación es un proceso evolutivo en donde se transmiten conocimientos, valores, costumbres, comportamientos y actitudes las cuales las personas usarán a lo largo de su vida, para con esto hacer parte de la sociedad. La educación escolar tiene como principal función la presentación sistemática de ideas y técnicas a los estudiantes mediante un profesor. [27]

Por el lado de la educación matemática, es de gran ayuda en todos los grados escolares, pues son un instrumento para resolver problemas de la vida cotidiana. La finalidad de las matemáticas es lograr construir fundamentos de razonamiento lógico-matemático además del lenguaje simbólico-matemático. La doble funcionalidad de la matemática se ve reflejada en la utilidad

de esta, pues puede ser usada para aplicar en otros ámbitos como por ejemplo la vida cotidiana, también su aprendizaje ayuda a desarrollar una formación intelectual y a potenciar algunas capacidades cognitivas en los niños [28].

### **2.1.3.2 Herramientas TIC para niños**

A través del tiempo, se ha tenido una evolución constante en la manera como se debe educar y especialmente como se debe educar a los niños en la sociedad actual. Mientras que, en la sociedad analógica, la manera de educar es tener acceso a lectura, escritura, calculo y nociones de cultura general, en una sociedad digital se debe tener acceso igualmente a los medios y redes digitales para poder corroborar resultados, analizarlos y eventualmente poner un nuevo conocimiento en manos de los demás. Igualmente, con el paso del tiempo, más docentes de educación infantil van incorporando en sus clases diferentes tipos de herramientas TIC para poder transmitir el conocimiento a sus alumnos de manera más clara y donde el alumno tenga la posibilidad de aprender más rápido y con herramientas más didácticas que un tablero y un marcador. [29]

Se debe tener en cuenta que, en la actualidad, los niños tienen interacción directa con la web y con dispositivos móviles, como celulares o tabletas y esto ayuda fuertemente a que se puedan tomar como herramientas para su aprendizaje. Pero a pesar que los niños tengan una alta capacidad de aprendizaje, se debe tener en cuenta muchos factores a la hora de realizar una aplicación o un sitio web, ya que los niños si no se encuentran atraídos en un comienzo o no logran encontrar lo que buscan rápidamente, se van a aburrir y no van a volver a intentar nuevamente ingresar a la aplicación o al sitio web. [30]

En Colombia, el ministerio de las TIC tiene un sitio web especialmente diseñado para que los niños aprendan a manejar las herramientas que proporciona la tecnología de manera segura y eficiente. En este sitio web exponen diferentes videos, diseños, colores, los cuales son muy atractivos a los niños. Igualmente dan un buen ejemplo de las partes fundamentales que debe tener un sitio web o una aplicación para que los niños quieran interactuar con ella. Los primeros que pueden toparse con este tipo de páginas son los nativos digitales; los cuales buscan desde las palabras que no entienden hasta video tutoriales para aprender una nueva actividad en internet. [31]

Ya que los niños entre 3 o 4 años son los primeros en interactuar con tabletas, es importante que sea táctil ya que ellos están aún desarrollando habilidades motoras con su cuerpo, especialmente con sus manos. Cuando los niños llegan a una edad de 7 años, comienzan a buscar un poco más allá con herramientas un poco más poderosas y desarrolladas, como un computador, donde puedan buscar inquietudes en internet. Con el pasar del tiempo y hacia los 12 años los niños saben muy bien cómo manejar cualquier dispositivo electrónico y pasan a descargar por si ismos aplicaciones deseadas para objetivos más claro, ya sea aprender o divertirse. Esta diferenciación es bastante importante ya que nos va a ayudar un poco más, a como emplear diferentes patrones de interacción con la aplicación o el sitio web durante esta primera etapa de la vida. [32]

El primer contacto con la tecnología (3 o 4 años), debe poseer una interfaz con imágenes, iconos, botones de interacción y posos contenido en forma de texto a que el objetivo es generalmente diversión a través de juegos. Cuando se habla de niños un poco mayores se debe colocar un poco más de texto, pero no demasiado para que se vaya familiarizando con leer un poco más, pero de manera divertida y sin demasiado esfuerzo. [33]

Otros factores importantes en una aplicación web son las diferentes ayudas que puede tener un niño para que le sea más fácil adaptarse a la aplicación, tales como [34]:

- Narraciones de voz que den instrucciones de lo que se debe hacer en cierta actividad
- Guardar los botones importantes en los mismos lugares al hacer un rediseño de la aplicación ya que se le facilitara más al niño adaptarse a esos pequeños cambios
- Realización de una interfaz donde los niños puedan aprender jugando de una manera divertida con un sistema de premios para que exista una motivación a seguir en el juego.
- Por último se deben realizar pruebas con la población objetivo para corroborar que se va a tener el resultado deseado.

### **2.1.3.3 Aprendizaje de conceptos matemáticos apoyados por TIC**

El uso de tecnologías en los salones de clases de matemáticas ha estado presente durante mucho tiempo, empezando con las calculadoras. En la actualidad, los computadores están equipados con diversos softwares que emplean usos de la matemática de manera gráfica y simbólica. Si se considera que las matemáticas son un conjunto de conocimientos que se deben aprender,

entonces el papel de la tecnología en este proceso sería principalmente el de brindar eficiencia por medio de herramientas que permitan a los estudiantes ver de una mejor manera las matemáticas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la tecnología no cambia ningún concepto matemático, sino que con ayuda de los conceptos existentes refuerza y mejora los métodos de enseñanza de estos [35].

Al crear un software educativo se deben tener en cuenta cinco (5) características que definen la forma de abordar los contenidos de las matemáticas [36]:

1. Son elaborados con la finalidad de ser realizado de manera didáctica.
2. Tienen como principal recurso de uso el uso del computador.
3. Se manejan de manera interactiva ya que es un dialogo que se realiza entre el estudiante y el computador con el fin de intercambiar información.
4. Permiten al estudiante realizar un trabajo individual, donde el software se va adaptando al ritmo de cada uno, con el fin de cambiar actividades según su proceso.
5. Resultan fáciles de usar porque tiene funcionalidades básicas.

#### 2.1.4 Conceptos matemáticos básicos

Como principal concepto se tiene el cálculo de vueltas, debido a que es uno de los conceptos que más se trabajaran en el ámbito del manejo del dinero.

Cálculo de vueltas: dinero que sobra cuando, al pagar algo, la cantidad entregada es superior al precio [37].

A continuación se presentan tres (3) definiciones importantes para poder realizar el cálculo de vueltas:

**Suma:** es la unión de dos o más números juntos para generar un nuevo valor [38].

**Resta:** quitarle un valor de uno a otro número [38].

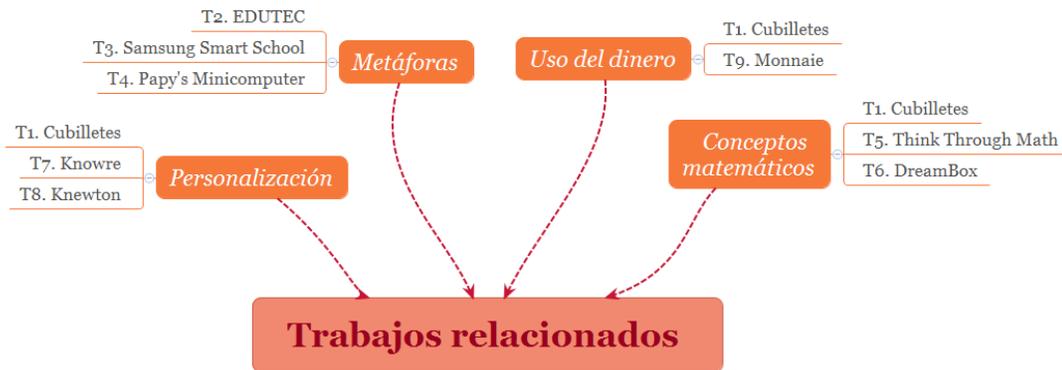
**Equivalencias:** condición de tener el mismo valor o ser el mismo [39].

**Conteo:** igualar sumas de dinero, montos del mismo valor para asegurar una transacción equilibrada. [40]

## 2.2 Marco Contextual

En esta sección se muestran algunos trabajos importantes en el área, los cuales se clasifican como trabajos de inspiración, que manejan personalización, acerca de metáforas, acerca del

uso del dinero y sobre matemáticas básicas. Cabe destacar que estos trabajos son aplicados específicamente a niños.



**Ilustración - Trabajos Relacionados**

En cuanto a trabajos relacionados, se logró encontrar una variedad en cuanto los enfoques dados para el proyecto teniendo en cuenta los temas claves como lo son la personalización, metáforas, uso del dinero y conceptos matemáticos.

Como primer trabajo se encuentra Cubilletes [41], el cual fue un trabajo de grado la Universidad Javeriana desarrollado por la estudiante Alejandra Cubillos. Consiste en un sistema adaptativo enfocada a niños con Síndrome de Down con el fin de enseñar el uso del dinero, reconocimiento de este y a su vez las matemáticas aplicadas a la vida cotidiana. Se realizó una profundización sobre este Síndrome, teniendo en cuenta sus factores, características físicas, sensoriales y cognitivas, con el fin de llegar a una adaptación de un software que les brindara una ayuda en el aprendizaje. Cubilletes se tomó como trabajo de inspiración debido a la gran relación que tiene con este proyecto. Sin embargo, cubilletes no cuenta con el desarrollo de la actividad de vueltas la cual sería de gran ayuda para el día a día de los niños con Síndrome de Down, pues con ello podrían dejar de depender de otras personas a la hora de realizar alguna compra.

El segundo de los trabajos relacionados lleva el nombre de EDUTECH [42], un proceso liderado por instituto PRONIE MEP – FP junto con el Ministerio de educación, localizados en Costa Rica, en donde crearon un Campus Virtual que consiste en aplicar metáforas para dinamizar el proceso de aprendizaje generando mayor interés en sus estudiantes. Sin embargo, a pesar que se maneje el uso de metáforas, sería de gran utilidad hacer uso de la personalización ya que cada estudiante podría tener su propio avance dependiendo de tu nivel de conocimiento.

Smart School, el tercer trabajo relacionado, fue planteado por Samsung Electronics y la Universidad del Cauca a través del Grupo de investigación de inteligencia Computacional GICO [43] [44]. Consiste en cursos relacionados con aprendizaje de idiomas y matemática desarrollados con la ayuda de las metáforas. Como resultado se observó que la deserción en los cursos fue mínima, los estudiantes terminan los cursos que empiezan. Adicionalmente, se realizaban de manera más óptima, donde el estudiante avanzaba rápidamente en los diferentes módulos. Con ayuda de las metáforas los estudiantes retenían más rápidamente los resultados deseados por el curso. Sin embargo, sería de gran utilidad hacer más énfasis en las metáforas aplicada a las matemáticas, pues se enfocan en todas las áreas en general. Adicionalmente, el uso de las características del usuario le sería de gran ayuda para poder ofrecer una mejor enseñanza.

El cuarto trabajo relacionado es Papy's Minicomputer (Minicomputadores de Papy) [45], un método utilizado para introducir a los niños en la aritmética mecánica y mental, empleando metáforas y las distintas ventajas del sistema binario sobre otros sistemas posicionados, al igual que tiene en cuenta el entorno decimal en el que estamos inmersos. Inspirado en un trabajo de Lemaitre, esta variedad de ábacos de dos dimensiones, utiliza el sistema binario en tableros, los cuales se alinean según el sistema decimal. Este método aporta el entendimiento y conversión de cifras decimales a binario y viceversa, de manera didáctica y simple, con un juego de trenes y vagones de diferentes tamaños y equivalencias. Sin embargo, no cuenta con el uso de la tecnología ni el uso de la personalización ya que es un método convencional para todo tipo de personas y edades.

Think Through Math [46], quinto trabajo relacionado, es una aplicación web que se centra en el uso de las matemáticas brindándoles apoyo a los profesores en el aula de clases. Su fin último

es generar múltiples pasos para enseñar matemáticas a estudiantes desde tercer grado. Se maneja un concepto de puntos en donde el estudiante va ganando a medida que va avanzando con el fin de motivarlo y que no se aburra. Adicionalmente, cuenta con funcionalidades como: ayuda que le permite al estudiante recibir pistas o sugerencias para que el estudiante puedan resolver sus dudas, generación de informes y seguimiento del progreso de cada estudiante. Sin embargo, el sistema no cuenta con el uso de metáforas que serían de gran utilidad para hacer que las actividades sean más fáciles de entender.

El sexto trabajo relacionado DreamBox [47], es una aplicación adaptativa, con programa interactivo que les ofrece un aprendizaje a niños en preescolar, logrando que cada usuario lleve su propio ritmo de aprendizaje logrando así entender habilidades matemáticas. Esta aplicación se centra en el usuario teniendo en cuenta como principales características los intereses y preferencias de estos. Está disponible tanto para plataformas basadas en web y iPad, y se lleva un progreso del estudiante se a través de ambos. Adicionalmente, se implementa el uso de metáforas dependiendo del grado y la edad del usuario. Sin embargo, cuenta únicamente con actividades para los estudiantes de grado cuarto y sería útil realizarlo para cursos más pequeños, pues los estudiantes tienen interacción con el dinero desde temprana edad.

El séptimo trabajo relacionado Knowre [48], es una aplicación personalizada que se enfoca en el aprendizaje estudiantil. Lo que desea atacar es la forma en la que se dictan clases de manera tradicional, proponiendo el sistema personalizado para que cada estudiante reciba la tensión y el apoyo que necesite en su etapa de aprendizaje. Tiene como funcionalidades evaluar las fortalezas y debilidades de cada estudiante mediante algoritmos de personalización. Posee una interfaz flexible y fácil de usar tanto para estudiantes como para profesores. Sin embargo, sería de gran utilidad hacer uso de metáforas para lograr una mejor personalización en cuanto al aprendizaje.

Knewton [49], el octavo trabajo relacionado, es una empresa de aprendizaje adaptable que ha desarrollado una plataforma para personalizar contenidos educativos para estudiantes según sus necesidades y habilidades, las cuales son diferentes y únicas de cada uno. La plataforma Knewton aporta tecnología de enseñanza adaptativa que permite a otros la construcción de

aplicaciones en enseñanza igualmente adaptativas a cada estudiante. Sin embargo, la aplicación cuenta con soluciones para distintas áreas y le faltaría enfocarse en el área de matemáticas y adicionalmente, hacer uso de metáforas para facilitar el desarrollo de las actividades propuestas.

Como último trabajo relacionado esta Monnaie [50], una aplicación Flash que pone a disposición del profesor y sus alumnos material para manipular sobre TBI (Tableau Blanc Interactif o Tablero Digital Interactivo) /TBN (Tipo de archivo para las imágenes raster, desarrollado por XBMC), video proyector, o simplemente en la pantalla de un computador, en este caso el material es el conjunto de monedas y billetes de Euros. La aplicación propone tres tipos de ejercicios como aportes: Componer una suma de dinero, escribir la suma de dinero y dar vueltas de dinero. Igualmente se pueden encontrar opciones como fijar el valor mínimo y máximo a generar aleatoriamente, el cual se va a mostrar en la aplicación, como también elegir entre números decimales o enteros (con o sin centavos). Sin embargo, no cuenta con el uso de la personalización y se encuentra únicamente para el tipo de moneda Euro, que limita esto a países europeos.

**Tabla resumen**

Categoría	Característica	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Tipo de aplicación	Es un software o aplicación	x	x	x		x	x	x	x	x
	Es aplicación Web	x	x			x	x	x	x	x
	Es aplicación móvil			x						
Conceptos matemáticos	Enfocado a conceptos de equivalencia	x			x	x				x
	Enfocado a conceptos de suma y resta	x			x	x	x	x	x	x
	Enfocado a conceptos de conteo	x			x		x			x
Uso del dinero	Enseña uso del dinero	x					x			x

<b>Personalización</b>	<b>Usa personalización y/o adaptación en cuanto al progreso</b>	x				x	x	x	x	
	<b>Usa personalización y/o adaptación en cuanto a preferencias y gustos.</b>	x					x			
<b>Metáforas</b>	<b>Hace uso de metáforas</b>	x	x	x	x		x			x
<b>Apoyo de docentes</b>	<b>Se puede usar sin ayuda de un docente</b>				x	x	x			x
	<b>Tiene modulo para el docente</b>		x			x	x	x	x	
<b>Tipo de orientación</b>	<b>Usa ejemplos de la vida cotidiana</b>	x		x	x					
	<b>Es dirigida a niños</b>		x	x	x	x	x	x	x	x

**Tabla 1 - Tabla Resumen Trabajos Relacionados**

Teniendo en cuenta la relación anterior, se puede ver que cada uno de los trabajos relacionados cuenta con varios ítems y/o actividades importantes y necesarias para lograr aprendizaje en cada una de las áreas a las que se enfocan. Adicionalmente, aplican buenas prácticas de desarrollo de herramientas enfocadas a niños como por ejemplo, el manejo de metáforas y el manejo de ayudas en las actividades, y la mayoría de éstas lo realizan por medio de un software o aplicación. A pesar de que estos trabajos relacionados tengan estas características, no cumplen con toda la necesidad a la cual se atacó debido a que contemplan algunos aspectos pero no todos. Por esta razón se creó Numisma Col, con el fin de brindar una solución que tiene en cuenta las metáforas y la personalización para brindar un aprendizaje didáctico sobre conceptos matemáticos básicos y el uso del dinero.

## III – CONTRIBUCIONES

Para el desarrollo de Numisma Col se siguió el siguiente proceso:



**Ilustración 2 - Proceso**

### 3.1 Diagnóstico

En esta sección se lleva a cabo las características que ayudaron con el diagnóstico y construcción para Numisma Co, que consiste en la identificación de metáforas y la prueba inicial aplicada.

#### 3.1.1 Identificación de metáforas

En esta sección se explican las metáforas encontradas y adicionalmente su relación con los conceptos a desarrollar.

Con el fin de seleccionar las metáforas correspondientes, se siguió un proceso de búsqueda, selección y validación de estas, explicado a continuación.

Como primera medida se presentan las metáforas investigadas teniendo en cuenta el tema de las matemáticas básicas y del entendimiento aplicado a niños:

- El ábaco es un instrumento que permite efectuar de manera manual cálculos aritméticos. Cuenta con 10 líneas o cuerdas en donde se sostienen 10 fichas las cuales se van

- moviendo para generar un conteo de manera visual, lo cual genera una comprensión fácil de entender para realizar los cálculos. [51]
- La recta numérica se refiere a la línea en la que se representan gráficamente con puntos, los números enteros teniendo una distancia equivalente entre estos. Esta metáfora trata de explicar por medio de la atención de los movimientos oculares que al mover a la derecha quiere indicar una suma y cuando se mueve a la izquierda, una resta [52].
  - Las regletas de cuisenaire es un mecanismo creado para que las personas, en especial los niños, comprendan de una mejor manera los números y así mismo facilita el cálculo mental. Consiste en un sistema de regletas de 1 a 10 cm, en donde cada centímetro cuenta con un color definido. Teniendo estos colores se hace más fácil el reconocimiento y manejo de los valores. [53]
  - La metáfora de la balanza sugiere que una ecuación es una balanza en equilibrio, en la cual indica que si la balanza se inclina hacia un lado, este lado tiene más carga que el contrario, y si llega a estar en equilibrio sugiere que ambos lados cuentan con el mismo valor o cantidad a comparar [54].

Teniendo en cuenta estas metáforas se seleccionan las más relacionadas a los conceptos sobre el uso del dinero. En esta caso las secciones del prototipo.

**Sección “Cuanto Tengo”:** se relaciona la Recta Numérica, debido a que al tener este concepto sobre el avanzar indicando suma y retroceder indicando resta, puede hacer comprensible para el estudiante la forma en la que se puede llegar a un valor indicado. Adicionalmente, con la ayuda de un avatar que incremente y disminuya su tamaño a medida que la recta vaya variando los valores, se hará más interactivo para los niños.

**Sección “¿Me alcanza?” - “Vueltas”:** se seleccionan las Regletas de Cuisenaire debido a que gracias a la escogencia de colores de las regletas, facilita asignar un color a cada valor de dinero (monedas o billetes), para con éste, llegar a comprar uno o varios objetos deseados. Al ser el mecanismo de “vueltas”, el estudiante primero deberá llegar al valor total del o los productos, y a continuación se le asignará un valor con el cual él debe comparar cuántas vueltas debería obtener con respecto a los productos.

**Sección Equivalencias:** se selecciona la metáfora de la Balanza debido a que puede indicar de manera visual las equivalencias entre los valores de dinero que se llegaran a comparar poniendo un valor seleccionado a un lado de la balanza, y al otro lado ir mostrando los valores a los que va aumentar o disminuir con el fin de llegar a obtener el mismo valor para equilibrar la balanza. Con la ayuda de dos avatares iguales se realiza la comparación de la balanza, debido a que un avatar es asignado al valor al que se debe llegar, y el otro avatar va variando su tamaño dependiendo del valor que se vaya aumentando o disminuyendo, con el fin de tener los dos avatares del mismo tamaño.

Se descarta la metáfora del Abaco debido a que por el momento no es la mejor opción para las actividades propuestas.

### 3.1.2 Prueba Inicial

Con el fin de verificar y realizar un diagnóstico de la población, se realizó un contacto con Lizzeth Camargo, profesora de talentos del Colegio Distrital Florentino González. Teniendo en cuenta que esta institución tiene como finalidad la identificación y desarrollo de los talentos académicos de cada estudiante, se presentó el proyecto de Numisma Col ante el consejo académico y las profesoras de matemáticas del grado segundo, recibiendo una aprobación por parte de ellos.

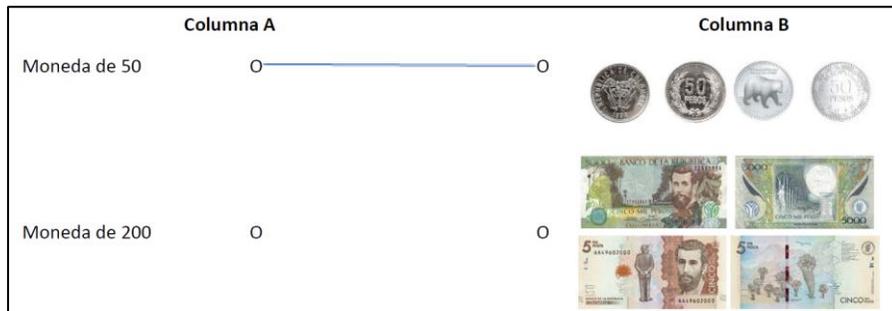
Como siguiente paso, se realizó una prueba Inicial la cual fue validada con Lizzeth Camargo para que fuera apta para los estudiantes.

Para la realización de esta prueba se seleccionaron los cuatro grados de segundo pertenecientes a la institución, dos de la mañana y dos de la tarde, dando un total de 128 estudiantes entre el rango de edad de 6 a 10 años. La prueba consistía en cuatro secciones cada una refiriéndose a un tema en específico. Ver prueba completa en *anexo Ejemplos Prueba Inicial*.

Con el fin de validar la información, se pueden ver los resultados de las pruebas en el documento *anexo Análisis de Resultados Prueba Inicial.xlsx*. Adicionalmente se escogieron 5 pruebas al azar las cuales fueron escaneadas como soportes de la realización de la prueba. Ver documento *anexo Ejemplos Prueba Inicial.zip*

**Primer Sección**

Esta sección consiste en una relación de columnas donde en la columna A se encuentra el nombre del billete en números y valores, y en la columna B se encuentran las correspondientes de los valores. La idea es conectar por medio de una línea el valor con su respectiva imagen las siete opciones encontradas. Con este punto se pudo verificar si los estudiantes reconocen las monedas y billetes respectivos. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:



**Ilustración 3 Punto 1 Prueba Inicial**

Para este caso, la relación se genera entre el primer valor de la Columna A con el primer valor de la Columna B. Los estudiantes entendieron la instrucción y lo realizaron de manera rápida. En caso de que algún estudiante no reconociera el dinero, se le solicitaba que lo dejara en blanco.

**Resultado**



**Ilustración 4 Resultados Sección 1**

Como se evidencia en la ilustración 5, el 69% de la población, es decir 89 estudiantes, obtuvo la totalidad de los puntos acertados de la actividad. El 12% de la población, es decir 15 estudiantes, obtuvo una totalidad de seis aciertos y un error. El 9% de la población, es decir 12 estudiantes, acertaron cinco puntos de la actividad. El 5% de la población, es decir seis estudiantes, obtuvo cuatro aciertos del total. El 2% de la población, es decir tres estudiantes, obtuvieron únicamente tres aciertos. Otro 2% de la población, en este caso dos estudiantes, acertaron dos puntos del total. Por último, el 1% de la población, acertaron únicamente a un punto. Todos los estudiantes obtuvieron por lo menos un acierto, esto quiere decir que ninguno de estos obtuvo cero aciertos.

Al evaluar las pruebas se pudo concluir que la mayoría de los desaciertos obtenidos se deben a la confusión entre dos casos específicos. El primer caso se debe a denominación de las cifras del billete de \$1.000 pesos y el billete de \$10.000 pesos. El segundo caso, menos recurrente que el primero, se debe a una confusión entre los billetes de \$2.000 pesos y \$5.000 pesos.

Debido a la notable población que obtuvo entre seis y siete aciertos, se decide no tener una alta prioridad en cuanto al reconocimiento de dinero.

### Segunda Sección

Esta sección consiste en realizar comparación entre cantidades por medio de equivalencias, teniendo como opciones igual a ( $=$ ), mayor que ( $>$ ) y menor que ( $<$ ). La idea es comparar la columna Valor 1 con la columna Valor 2. Esta sección consta de seis ejercicios que pretenden evaluar los conceptos de equivalencia y conteo. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:

Valor 1	Equivalencia	Valor 2
	a) = <b>b) &lt;</b> c) >	

**Ilustración 5 Punto 2 Prueba Inicial**

Para este ejemplo, la opción correcta es la b), debido a que en la columna Valor 2 tiene una cantidad de \$2.000 pesos y la columna Valor 1 tiene una cantidad de \$1.000 pesos.

Para los estudiantes no fue muy clara la actividad, por lo tanto, con la ayuda de Lizzeth Camargo, se indicó la actividad por medio de una actividad que consistía en ponerle nombres a las columnas. La columna de Valor 1 correspondía al nombre “Laura” y la columna Valor 2 correspondía al nombre de “Juan”, por lo tanto la indicación fue que si Laura tenía la misma cantidad que Juan la respuesta correcta era la opción a), si Laura tenía menos cantidad que Juan la respuesta correcta era b) y si por el contrario Juan tenía más cantidad que Laura la respuesta correcta era c).

### Resultado



**Ilustración 6 Resultados Sección 2**

Como se observa en la ilustración 7, el 25% de la población, es decir 32 estudiantes, obtuvieron el total de los puntos correctamente. Un 16% de la población, correspondiente a 20 estudiantes, acertaron cinco puntos del total. El 19% de la población, correspondiente a 25 estudiantes, obtuvieron cuatro aciertos. El 18% de la población, correspondiente a 23 estudiantes, obtuvieron tres aciertos. El 19% de la población, correspondiente a 24 estudiantes, obtuvo dos aciertos. El 2% de la población, correspondiente a 3 estudiantes, obtuvo únicamente un acierto. Por último, el 1% de la población, es decir un estudiante, no logró obtener ningún acierto.

Al evaluar las pruebas se pudo concluir que existe una deficiencia en cuanto a las relaciones de equivalencia, especialmente cuando se muestran altas cantidades de monedas, pues suelen asociar que si hay mayor cantidad de monedas, esto indica que tiene más valor que un billete aunque no lo tenga.

Debido a la variación de los resultados, se toma este tema con una alta prioridad para contemplar en el proyecto con el fin de realizar un refuerzo y/o explicación del tema de vueltas a la hora de comprar algún objeto.

### Tercer Sección

Esta sección consta de cuatro actividades. La primera actividad consiste en comparar dos valores distintos de billetes o monedas, con el fin de seleccionar cuál de los dos tiene mayor valor. La actividad cuenta con cuatro puntos que pretenden evaluar el concepto de equivalencia. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:



**Ilustración 7 Punto 3a Prueba Inicial**

En este caso se selecciona la primera opción indicando que el billete de \$2.000 pesos tiene más valor en comparación al billete de \$1.000 pesos.

Los estudiantes entendieron la instrucción y fue realizada de manera rápida debido a que como se evidencio en el primer ejercicio, tiene un buen reconocimiento de los billetes.

## Resultado



**Ilustración 8 Resultados Sección 3a**

Como se observa en la ilustración 9, el 74% de la población, es decir 95 estudiantes, obtuvieron cuatro aciertos de la actividad. El 15% de la población, es decir 20 estudiantes, obtuvo tres aciertos. El 5% de la población, es decir seis estudiantes, obtuvieron dos aciertos. Otro 5% de la población obtuvo únicamente un acierto. Por último, el 1% de la población correspondiente a un estudiante, no obtuvo ningún acierto.

Al evaluar la prueba se identificó que la mayoría de los estudiantes reconoce que valor es mayor al comparar dos de estos. Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados del punto anteriormente evaluado, se mantendrá este tema con una prioridad alta.

La segunda actividad consiste en hacer una relación sobre cuántas monedas equivalen a un valor más grande. La actividad consta de dos puntos que pretenden evaluar el concepto de conteo. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:

¿Cuántas monedas de  necesito para un billete de  ?

\_\_\_\_\_

Como respuesta de esta actividad se tiene que para llegar a un billete de \$2.000 pesos con monedas de \$100 pesos son necesarias 10 de estas.

Los estudiantes no comprendieron muy bien la actividad y fue realizada de una manera más despacio a las anteriores realizando muchas preguntas sobre el ejercicio, como por ejemplo “¿Se deben sumar los dos valores de dinero?” y “Si para llegar a \$5000 de necesitan 10 monedas de \$500 ¿Para llegar a \$2000 con monedas de \$100 se necesitan 11 monedas?”.

### Resultado



**Ilustración 9 Resultados Sección 3b**

De acuerdo a la ilustración 10, se puede observar que el 27% de la población, correspondiente a 34 estudiantes, obtuvo la totalidad de respuestas acertadas. El 30% de la población, correspondiente a 39 estudiantes, obtuvo únicamente un acierto. Por último, el 43% de la población, correspondiente a 55 estudiantes, no obtuvieron ningún acierto.

Al evaluar la prueba se logró concluir que los estudiantes no tienen claro el tema sobre el conteo, por lo tanto se tendrá este tema con una alta prioridad.

La tercera actividad consiste en alcanzar un valor haciendo uso de monedas, billetes o la mezcla de estos. La idea es poner la cantidad necesaria de cada moneda o billete, para si al final llegar al valor deseado. Esta actividad consta de tres puntos que pretenden evaluar los conceptos de suma y conteo. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:

4. Pedro comprará un De Todito BBQ, ya que vio a su hermana Luisa con un paquete igual y se antojó. El De Todito BBQ cuesta \$ 1.750. Escriba la cantidad de monedas que necesita para comprar el De Todito BBQ. (Si no se necesita ese valor, puede poner 0)

Como respuesta de esta actividad se pueden generar varias alternativas. Como ejemplo para llegar al valor de \$1.750 pesos se pueden usar tres monedas de \$500 pesos, una de \$200 pesos y una moneda de \$50 pesos.

Esta actividad fue de gran confusión para algunos estudiantes debido a que no entendían que valores deberían poner en las casillas vacías.

### Resultado



Ilustración 10 Resultados Sección 3c

Como se observa en la ilustración 11, el 14% de la población, correspondiente a 18 estudiantes, lograron obtener todos los puntos acertados. El 15% de la población, correspondiente a 19 estudiantes, obtuvo dos aciertos. El 32% de la población, obtuvo únicamente un acierto. Por último, un 39% de la población correspondiente a 50 estudiantes, no lograron obtener ningún acierto.

Al evaluar la prueba, se tomó como conclusión que para esta actividad se presentaron muchos casos los cuales no obtuvieron ningún acierto, por lo que se toma la actividad con una prioridad alta para reforzar.

#### Cuarta Sección

Esta sección consiste en evaluar el conocimiento que se tiene acerca de las “vueltas” recibidas a la hora de pagar. La idea es seleccionar ✓ si las vueltas son correctas, y en caso de no serlo seleccionar X. En este punto se pretendía evaluar los temas de suma y resta. A continuación un ejemplo de la actividad realizada:

1. Los papás de Andrea le dieron \$ 2.000 (Dos mil pesos) para comprar tres huevos los cuales costaron \$ 750 (Setecientos cincuenta pesos) en total. En la tienda le devolvieron devolver \$ 1.250 (Mil doscientos cincuenta pesos). ¿Lo siguiente corresponde a esa cifra?  
Encierra con un círculo ✓ si las vueltas son correctas, o ✗ si las vueltas **NO** son correctas.



Como resultado de esta actividad, es correspondiente marcar ✓, debido a que las imágenes corresponden al valor de las “vueltas”.

Para los estudiantes no fueron muy claros los problemas, por lo cual se les indicó únicamente que verificaran si las imágenes de las monedas o billetes que se encontraban correspondían al valor indicado en el problema, mas no hacer el cálculo de las “vueltas”, debido a falta de comprensión.

## Resultado



**Ilustración 11 Resultados Sección 4**

Como se puede apreciar en la ilustración 12, el 40% de la población, 51 estudiantes, obtuvo toda la actividad con aciertos. El 30% de la población, 38 estudiantes, obtuvo únicamente un acierto. Por último, el 14% de la población, 14 estudiantes, no lo obtiene ningún acierto.

Al evaluar la prueba, se toma este tema con una alta prioridad, debido a la falta de comprensión sobre el término de “vueltas.”

### 3.1.2.1 Validación

Con el fin de verificar y validar las metáforas de la sección 3.1.2, se realizó una reunión con las profesoras de matemáticas de los estudiantes y la profesora de talentos del colegio, para verificar que las metáforas fueran acertadas, y en caso que no lo fuera escuchar sugerencias o cambios. Por parte de ellas se recibió una aprobación de las metáforas relacionadas con cada temática escogida, no hubo ninguna sugerencia por lo cual se decide aplicar lo escogido.

### 3.1.2.2 Conclusión

Teniendo en cuenta lo realizado en esta sección, se concluye que para la realización de Numismática Col se tendrán en cuenta los temas en los cuales se vio más falencia en la prueba Inicial. Estos son:

- Sumas y restas
- Equivalencias
- Conteo
- Mecanismo de vueltas

Por lo tanto, al tener estos conceptos como importantes, se relacionan con las metáforas seleccionadas para las actividades propuestas. De esta forma se aplican los conceptos en las actividades con el fin de hacer refuerzo en las falencias encontradas en la pruebas, para lograr una manera didáctica de llamar la atención y gusto al aprendizaje de matemáticas.

### **3.2 Modelo de personalización**

En esta sección se presentan los pasos que se hicieron para la realizar la personalización en Numisma Col.

#### **3.2.1 Fuentes**

Como principal fuente de información se tiene el Marco Conceptual y Marco Contextual, debido a que en estos se evidencia tanto los conceptos necesarios para el desarrollo, como los trabajos relacionados que cuentan con fortalezas y debilidades las cuales son útiles para este proyecto.

Con el fin de obtener información acerca de la población y de las necesidades de esta, se realizaron reuniones con los profesores del colegio para validar.

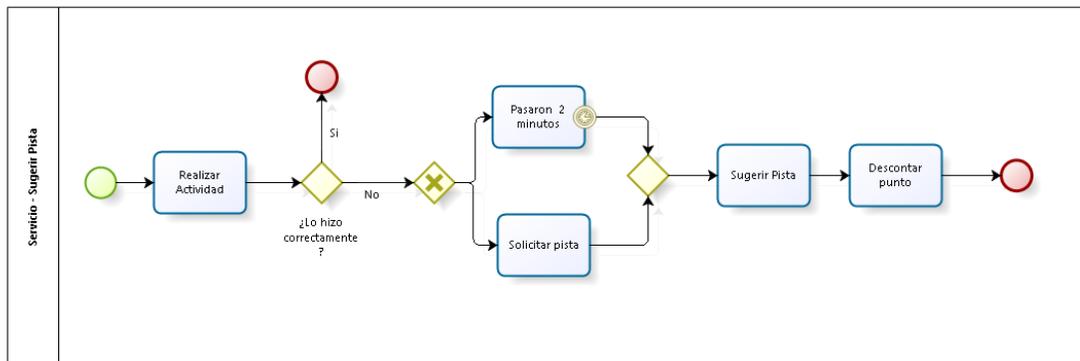
El colegio cuenta con un plan de Talentos en el cual se intenta desarrollar el talento que más prevalezca en cada estudiante. En el área de matemáticas, específicamente, se dictan clases tradicionales, pero se tuvo la idea de empezar a desarrollar aplicaciones con el fin de generar una clase didáctica y con un mayor aprendizaje. Teniendo en cuenta esto, los estudiantes son quienes brindan la información que se utiliza en la aplicación, y adicionalmente las profesoras brindan información en cuanto lo vean necesario.

Por otro lado, se realizó una prueba diagnóstico, analizada en la sección 3.1.2 Prueba Inicial, en donde se obtuvo un resultado acerca de cuáles eran los temas en los cuales se identificó de mayor problema para los estudiantes.

### 3.2.2 Servicios

A continuación se muestran los servicios que enriquecerán la personalización para Numisma Col:

#### 3.2.2.1 Sugerir Pista



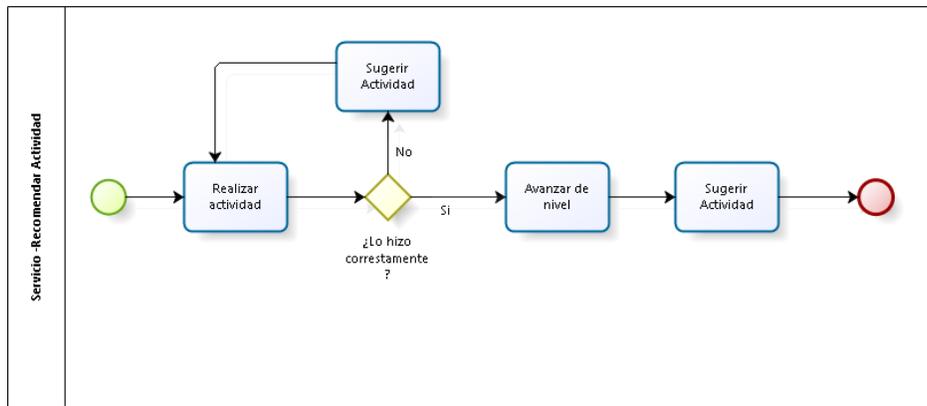
**Ilustración 12 Servicio Sugerir Pista**

En la *Ilustración 13 Servicio Sugerir Pista* se evidencia el servicio que se refiere a la ayuda brindada para cada actividad y cada nivel. Se tiene un botón de “Pistas” el cual tiene dos opciones de uso:

- En caso que el estudiante requiera ayuda para llegar a la solución de la actividad, se hará uso del botón y este indicara una solución al problema.
- En caso que el estudiante tarde más de dos minutos en llegar a la solución, la pista se mostrara sola de manera que el estudiante pueda avanzar en la actividad.

Cabe resaltar que a medida que el estudiante haga uso de este servicio, será descontado parte del puntaje que permite avanzar de nivel.

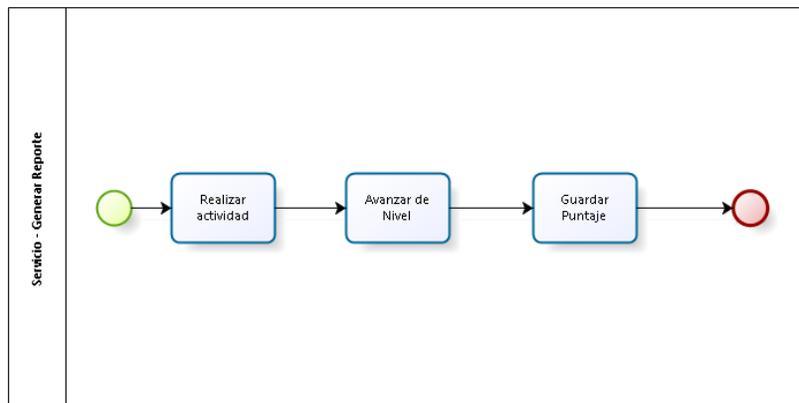
### 3.2.2.2 Sugerir actividad



**Ilustración 13 Sugerir Actividad**

En la Ilustración 14 Sugerir Actividad se evidencia el servicio que se encarga de realizar es sugerir una actividad dependiendo de los puntos acertados y fallidos del estudiante. Si el estudiante sobrepasa la cantidad de desaciertos en un nivel, no podrá seguir y por consiguiente se le sugerirá realizar una nueva actividad del nivel en el que se encuentra. Por otro lado, al tener la cantidad de aciertos necesarios, se avanza de nivel sugiriendo opciones de valores más altos.

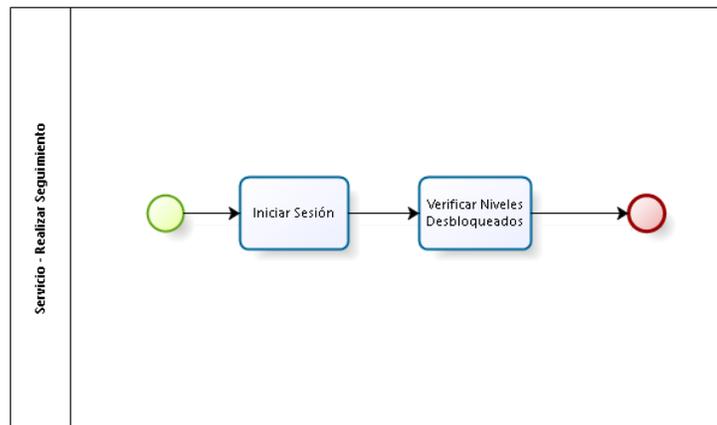
### 3.2.2.3 Generar reporte



**Ilustración 14 Servicio Generar Reporte**

En la Ilustración 14 Servicio Generar Reporte se muestra el servicio el cual cuenta con una base de datos a la cual los docentes tendrán acceso con el fin de ver el nivel y el puntaje en el que se encuentra cada alumno. Este servicio facilitará al docente verificar que estudiantes son los que necesitan reforzar más y que temas.

### 3.2.2.4 Realizar seguimiento

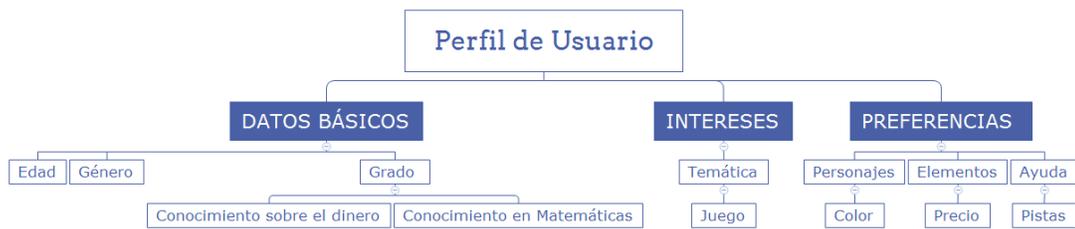


**Ilustración 15 Servicio Realizar Seguimiento**

Este servicio de seguimiento, que se muestra en la Ilustración 15 Servicio Realizar Seguimiento, se realizará en cada usuario, pues cada vez que inicia sesión se le muestra en qué nivel se encuentra de cada actividad teniendo en cuenta que cada una de estas consta de cuatro niveles y se van activando a medida que van superando el nivel inmediatamente anterior. Los niveles en los que se encuentra el estudiante se encuentran guardado en la base de datos cada vez que realiza alguna actividad, teniendo en cuenta los puntos acertados.

### 3.2.3 Perfil de Usuario

Con el fin de conocer al usuario se realizó un perfil de usuario que se presenta en la siguiente imagen:



**Ilustración 16 - Perfil de Usuario**

Teniendo en cuenta la imagen, el perfil de usuario es dividido en tres (3) secciones; datos básicos, intereses y preferencias.

En cuanto a datos básicos, se tuvo presente la edad de estudiante, debido a que las metáforas están enfocada a niños de edad pequeña teniendo en cuenta animales y colores para estas. El género también es de gran importancia debido a que en algunas ocasiones, los niños y las niñas tienen gustos diferentes, por lo cual se tiene en cuenta este aspecto. Como tercer dato, se tuvo en cuenta cuál era el grado en el que se encontraban los niños, es decir, qué tanto sabía acerca de los temas de matemáticas y acerca del dinero. Esta información fue tomada en cuenta en los resultados de la prueba diagnóstica.

Los intereses se basan específicamente en la temática de Numisma Col, es decir, en las tres (3) distintas actividades que se presentaran para que los niños refuercen las áreas en las que más necesiten ayuda.

Las preferencias se dividen en tres (3): personajes, elementos y ayuda. Los personajes se refieren a los avatares que los niños pueden escoger para la actividad de la recta numérica y para la balanza, teniendo en cuenta el color de preferencia para estos dos personajes. La preferencia de elementos está enfocada a la selección que se debe hacer para la actividad de las regletas de cuisenaire. Por último, se encuentra la ayuda que se refiere a las pistas que se brindan en cada actividad, teniendo la opción de solicitarla o si llegan a transcurrir más de 30 segundos

### 3.2.4 Proceso de priorización

La priorización para la personalización del sistema se realizó en cuatro niveles:

1. Progreso del estudiante.
2. Interfaz Gráfica con las características aptas para los niños.
3. Preferencias.
4. Nivel de conocimientos de matemáticas y del dinero.

El progreso del estudiante se encuentra en primer lugar debido a que la idea de Numisma Col ayude a reforzar el área de las matemáticas, teniendo en cuenta cada estudiante pueda avanzar a su propio ritmo a medida en que va superando las actividades y niveles propuestos. Teniendo este progreso el docente podrá ver los estudiantes que tienen más dificultades que otros. Por otro lado, se puede ver el nivel en el que se encuentran los estudiantes con el fin de saber cuál no han logrado superar.

La interfaz gráfica con características para niños se encuentra en segundo lugar, debido a que al tener esta interfaz se hace que el estudiante tenga una mayor interacción y aprenda de manera distinta a la tradicional. Haciendo uso de avatares de animales y personajes que ellos escojan se logra tener más atención a las actividades.

Las preferencias se encuentran en tercer lugar, pues si los estudiantes interactúan con la aplicación teniendo en cuenta los avatares que ellos escogen entre las opciones, generara mayor participación y ganas de realizarlas actividades.

Por último, se encuentra el nivel de conocimiento de matemáticas y del dinero. Por parte del dinero es de gran importancia que los estudiantes reconozcan los billetes y monedas, pero esto fue verificado en el prueba Inicial tenencia en cuenta que una gran mayoría lo reconocía. Ya por las matemáticas se refiere a los conceptos que van a reforzar por medio de las metáforas. Al ser un refuerzo no es necesario que tener todos los conceptos aprendidos pues la idea es que al ver los conceptos en la clase puedan asociarlos con la herramienta.

### **3.2.5 Realimentación**

Con el fin de obtener una realimentación continua y válida, el usuario con la posibilidad de realizar sugerencia si lo desea. Se muestra un botón en el menú que dice “Quiero hacer una sugerencia” y al activar el botón se direcciona a una encuesta de satisfacción y adicionalmente

un campo libre para sugerencias. Por otro lado, se tendrá contacto con los profesoras, pues ellos son los encargados de hacer el uso de la herramienta con sus estudiantes y se tendrán en cuenta sugerencias por parte de ellos.

### 3.3 Desarrollo del Numisma Col

En esta sección se muestra el proceso de desarrollo del software teniendo en cuenta la metodología propuesta de XP (Extreme Programming).

La metodología Extreme Programming cuenta con cuatro valores guías durante el desarrollo [55]:

- 1. Comunicación:** la comunicación es un concepto clave teniendo en cuenta que las necesidades del usuario son las que afectan directamente al desarrollo e implican cambios al tenerlas en cuenta.  
Para este proyecto se llevó una buena comunicación tanto con los dirigentes del público objetivo como con la directora de trabajo de grado Angela Carrillo, escuchando las necesidades de la población y tomando en cuenta esto como parte del desarrollo.
- 2. Simplicidad:** la metodología XP se esfuerza por realizar sistemas simples, significando que deben ser tan sencillos como se pueda, pero no significa que no debe funcionar, pues así sea sencillo debe estar de manera correcta con sus funcionalidades en orden.
- 3. Realimentación:** se debe mantener una realimentación continua por parte del usuario o desarrollador con el fin de mejorar la calidad y el tiempo de desarrollo.  
Se obtuvo realimentación por parte de los docentes de la población objetivo y por parte de la directora de trabajo de grado con el fin de ir mejorando el prototipo.
- 4. Valor:** consiste en estar muy involucrado con el usuario con el fin de lograr una buena implementación del sistema, como por ejemplo estar dispuesto a cambiar el código siempre que sea necesario.

Para este proyecto cada vez que se realizaba realimentación de cualquiera de las partes, si era necesario, se generaban cambios en el código con el fin de mejorar el prototipo para lograr un mejor entendimiento por parte del público objetivo.

Extreme Programming es un proceso iterativo e incremental. Un proyecto XP crea lanzamientos frecuentes (en este caso cada dos semanas) con el fin de tener realimentación temprana y a menudo para poder estimar tiempos de entrega.

Para el proceso de elaboración del software se tiene en cuenta los casos de usos definidos, requerimientos funciones y no funcionales, y una arquitectura desarrollada.

### 3.3.1 Casos de Uso

Los casos de uso se evidencian en la Ilustración 17 Casos de uso. Este contiene los casos de uso identificados en el sistema y sus respectivas relaciones. Para más detalle ver *Anexo Casos de Uso*.

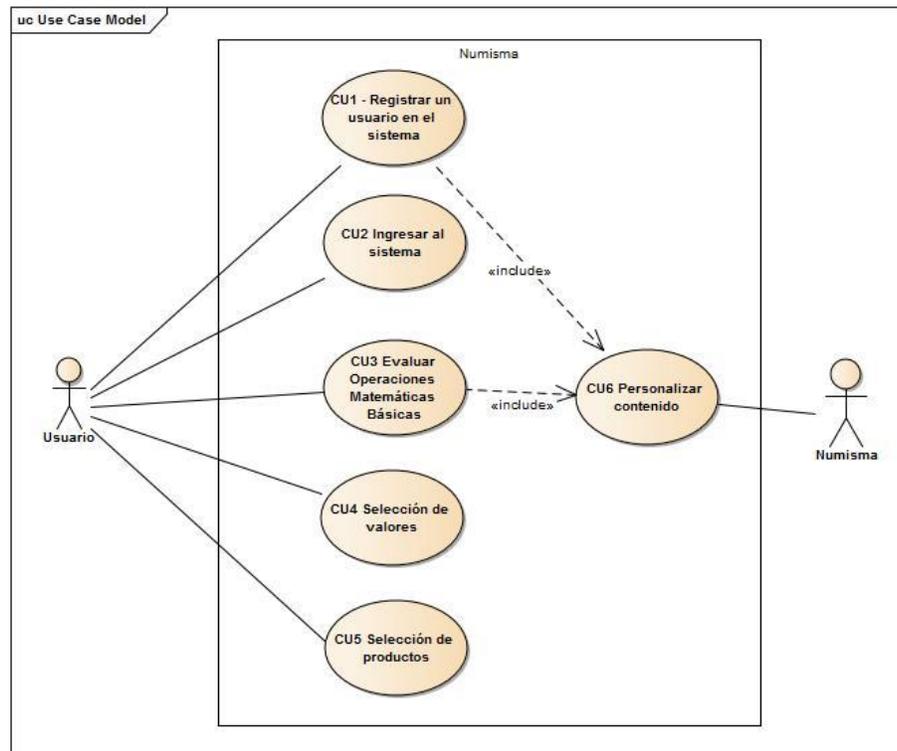


Ilustración 17 Casos de Uso

### 3.3.2 Requerimiento

En esta sección se muestran los requerimientos que se identificaron para el sistema, requerimientos funcionales con un total de 15 requerimientos y requerimientos no funcionales con un total de 9.

#### 3.3.2.1 Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales, listados en la Ilustración 18, identificados son las condiciones necesarias para que el sistema funcione de una buena forma, llevándose de la mano con los casos de uso.

Requerimientos Funcionales	
ID	Especificación
F1	El sistema debe permitir registrar usuarios nuevos
F2	El sistema debe permitir modificar información de usuario
F3	El sistema debe autenticar un usuario
F4	El sistema debe mostrar el conteo que indique el usuario
F5	El sistema debe permitir imitar el mecanismo de recta numerica
F6	El sistema debe permitir seleccionar un objeto para ser comprado
F7	El sistema debe mostrar las "vueltas" respectivas
F8	El sistema debe mostrar si aun no se llega al valor solicitado
F9	El sistema debe permitir imitar el mecanismo de la balanza
F10	El sistema debe reforzar el concepto de operaciones basicas
F11	El sistema debe realizar encuestas para reatrealimentaciones
F12	El sistema debe mostrar pistas
F13	El sistema debe permitir escoger avatar
F14	El sistema debe permitir cambiar color de fondo
F15	El sistema debe permitir seleccionar el valor al cual se quiere llegar

**Ilustración 18 Requerimientos Funcionales**

Teniendo estos requerimientos se realizó una priorización con el fin de identificar el orden de importancia que tienen con respecto a otros por medio del método propuesto por Karl E. Wieger (*Ver detalle en el documento Anexo SRS*), el cual género como resultado lo evidenciado en la Ilustración 19.

ID	Prioridad	Resultado
F1	1,188565697	1
F11	1,09160696	2
F12	0,786687631	3
F4	0,714716526	4
F5	0,696035242	5
F10	0,65253304	6
F7	0,65253304	7
F8	0,65253304	8
F14	0,626431718	9
F2	0,606448311	10
F9	0,566443595	11
F3	0,558523174	12
F13	0,538259958	13
F15	0,478524229	14
F6	0,478524229	15

**Ilustración 19 Priorización de Requerimientos Funcionales**

### 3.3.2.2 Requerimientos No Funcionales

Estos requerimientos no funcionales, listados en la ilustración 20, se refieren a los criterios necesarios para realizar las operaciones del sistema. A continuación el listado de los requerimientos no funcionales identificados. Para más detalle ver documento *Anexo SRS*.

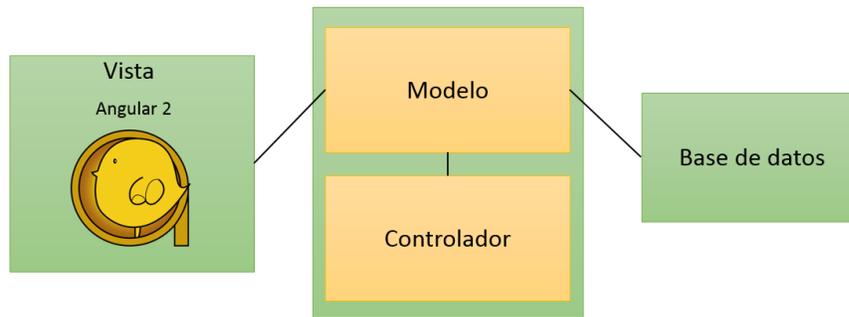
Requerimientos No Funcionales	
ID	Especificación
NF1	El sistema debe almacenar puntaje
NF2	El sistema debe aumentar dificultad
NF3	El sistema debe disminuir dificultad
NF4	El sistema debe tener una interfaz grafica
NF5	El sistema debe soportar al menos 20 usuario al mismo tiempo
NF6	El sistema debe permitir ser accedido por medio de un dispositivo que cuenta con acceso a internet
NF7	El sistema debe permitir ser accedido por medio del navegado Mozilla Firefox
NF8	El sistema debe tener una arquitectura MVC
NF9	El sistema debe tener manual de usuario

**Ilustración 20 Requerimientos No Funcionales**

### 3.3.3 Arquitectura

La arquitectura desarrollada para Numisma Col se basa en el modelo de diseño Modelo, Vista Controlador que consiste en hacer una separación entre los datos y la lógica implementada. Teniendo en cuenta esto, la vista de este proyecto se encuentra en el Fron-end desarrollado en Angular 2, el cual es escuchado por el controlador encontrado en el Back-end, donde también

se encuentra con el modelo que contiene la información con la cual el sistema puede operar. Adicionalmente se cuenta con una base de datos que guarda todo lo recibido por el controlador. Para más información acerca de la arquitectura ver documento *Anexo SAD*. En la Ilustración 21 se muestra el modelo MVC usado en Numisma Col.



**Ilustración 21 Modelo MVC**

### 3.4 Implementación de Numisma Col

A la hora de desarrollar el prototipo se tienen en cuenta dos partes, Front-end que se refiere a la presentación del prototipo y Back-end que se refiere al acceso de los datos. Para la parte de Front-end se usó el Framework Angular 2 de Javascript haciendo uso de un superset de Javascript. El Back-end se realizó con Django que es un Framework de Python haciendo uso de rest Framework para hacer los servicios. Como base de datos se usó SQL Lite. Adicionalmente, para los estilos se hizo uso de bootstrap. [56] Se hizo uso un (Servidor virtual Privado) VPS de Digital Ocean.

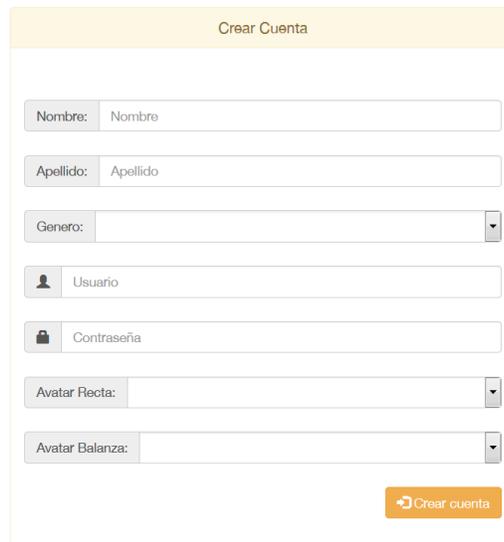
Por otro lado, todas las imágenes de productos utilizadas se obtuvieron de la página [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com), quienes brindan imágenes libres con la condición de referenciar al respectivo autor. Para mayor información ver el *Anexo Licencia Imágenes*. Los avatares creados para la interacción de las actividades fueron creados por Catalina Pastas Sierra, Diseñadora Industrial de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Como funcionalidades, se tiene la creación de usuario, inicio de sesión y tres actividades, Recta Numérica, Balanza y Recta Numérica de Colores, cada una contiene cuatro niveles

A continuación se muestran pantallas de las funcionalidades implementadas.

## Crear Usuario

Para la creación de usuario se realiza un formulario solicitando información necesaria para el usuario y su desarrollo en el prototipo. La información diferenciada aquí queda registrada en un SQL lite, al cual pueden acceder El administrador y Los profesores.



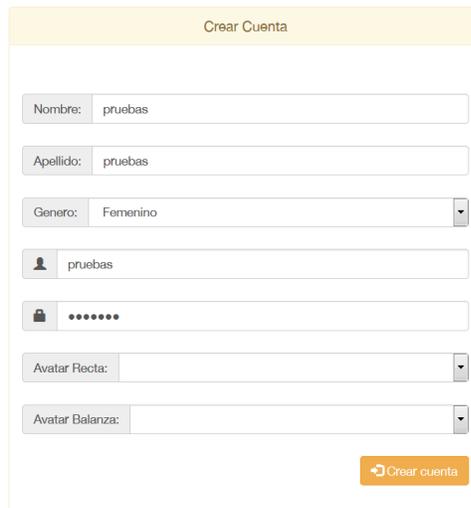
El formulario, titulado "Crear Cuenta", contiene los siguientes campos:

- Nombre: Nombre
- Apellido: Apellido
- Genero: (lista desplegable)
- Usuario: (con ícono de persona)
- Contraseña: (con ícono de candado)
- Avatar Recta: (lista desplegable)
- Avatar Balanza: (lista desplegable)

En la parte inferior derecha del formulario hay un botón naranja con el texto "Crear cuenta" y un ícono de flecha.

### Ilustración 22 Creación de Usuario

Los datos que se diligencian son, el nombre y apellido del estudiante, una lista de elección acerca del género, un nombre de usuario y una correspondiente contraseña. Como se ven en la siguiente imagen.



Crear Cuenta

Nombre: pruebas

Apellido: pruebas

Genero: Femenino

pruebas

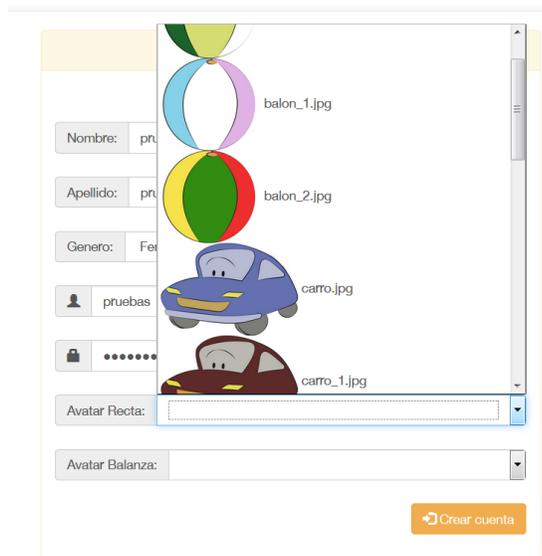
Avatar Recta:

Avatar Balanza:

Crear cuenta

### Ilustración 23 Creación de Usuario 2

Al tener esta información completa se despliega una lista de avatares que serán usados en la recta numérica, variando su color. Para esta lista se encuentran cuatro distintos tipos de avatares: Un balón, un carro, una flor y una muñeca. Todo esto con el fin que sea seleccionado el que el estudiante prefiera.



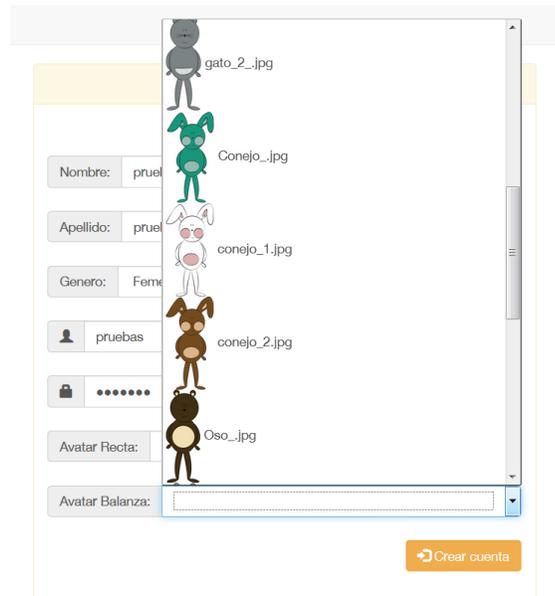
Avatar Recta:

Avatar Balanza:

Crear cuenta

### Ilustración 24 Selección de Avatar para la Recta

Luego de escoger el avatar para la recta, se hace la selección para el avatar que será usado para la balanza. Para esta lista se encuentran cinco distintos avatares de animales: Un perro, un gato, un conejo, un león y un oso. Todo esto con el fin que sea seleccionado el que el estudiante prefiera.



**Ilustración 25 Selección de Avatar para la Balanza**

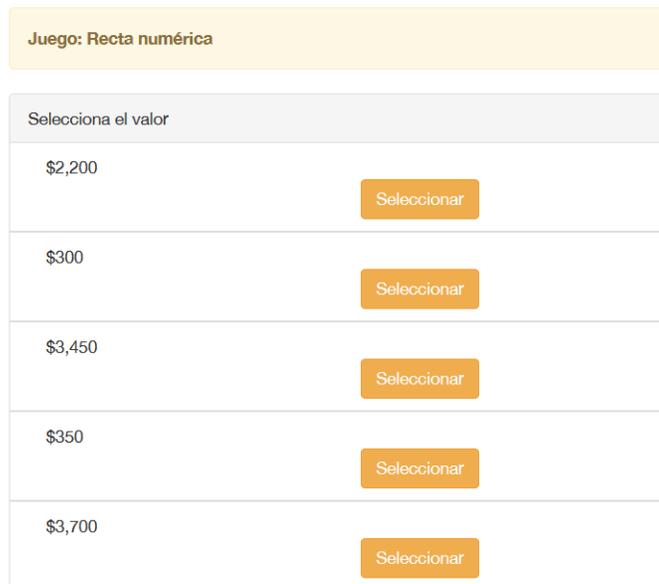
### Actividades

Al crea el usuario o al iniciar sesión, se muestran los niveles de la aplicación con el fin de saber en cuál de estos se encuentra el usuario. Al este un usuario creado, solo se le muestra el nivel uno de la primera actividad, pues no debería estar activo ningún otro ya que no ha superado niveles anteriores. Cada actividad cuenta con cinco puntos de los cuales se van descontando dependiendo del número de desaciertos que se tenga en cada intento. Para lograr avanzar a un nuevo nivel se deben tener mínimo tres puntos, de lo contrario debe realizar la actividad nuevamente.



### Ilustración 26 Actividades

Una vez se selecciona el nivel uno de la actividad de la recta numérica, se despliega una lista de valores al azar para seleccionar uno de estos y desarrollar la actividad con la selección.



### Ilustración 27 Actividad Recta Numérica

Después de seleccionar el valor, se muestra este en la parte de arriba de la pantalla, con el fin de que el usuario llegue a este valor. La forma de llegar al valor se realiza con los botones que se encuentran al lado de cada moneda. Al darle clic en el botón color azul oscuro indica que se aumenta la cantidad de la moneda, es decir si se hace un clic en el botón azul oscura de la moneda de \$500 (Quinientos pesos), la cantidad de esta moneda ya no es de cero si no de uno,

y en la recta numérica se aumenta el valor a Quinientos pesos, y el avatar va aumentando de tamaño dependiendo de del valor en el que se vaya avanzando o disminuyendo. Para disminuir se realiza de manera igual, solo que se hace clic en el botón de color azul claro, y esta disminuye la cantidad de monedas que se encuentren. Este ejercicio pretende reforzar los temas de suma y resta, y adicionalmente el conteo teniendo en cuenta las cantidades de monedas o billetes que se vayan aumentando y disminuyendo.

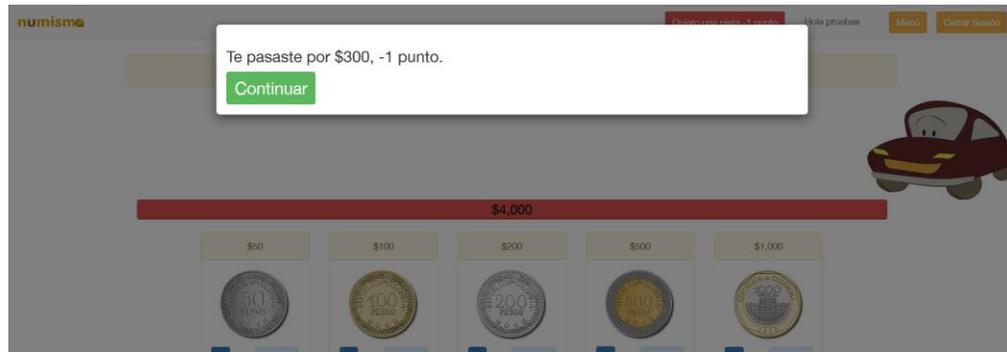


**Ilustración 28 Ejemplo Recta Numerica**



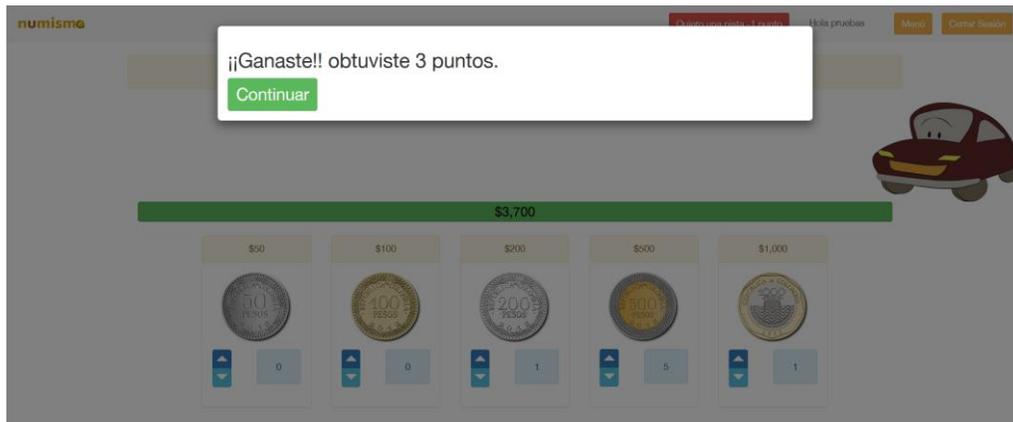
**Ilustración 29 Ejemplo 2 Recta Numerica**

Existe la posibilidad de sobrepasar el valor al cual se debe llegar, poniendo una alta cantidad de monedas que exceden el valor, esto ocasiona que el usuario pierda un punto cada vez que esto suceda. Adicionalmente se le indica cuanto fue el valor por el cual excedió el valor final.



**Ilustración 30 Ejemplo Equivocación Recta Numérica**

Cuando el usuario llega al valor indicado, se le es notificado, y por ende puede continuar al siguiente nivel.



**Ilustración 31 Ejemplo de Acierto en Recta Numérica**

Para la actividad de la balanza, nuevamente se despliega una lista de valores aleatorios los cuales el usuario selecciona uno de estos, y este seleccionado será el valor al cual se debe equilibrar en la balanza.

**Juego: Balanza**

Selecciona el valor

\$700	Seleccionar
\$550	Seleccionar
\$1,600	Seleccionar
\$2,600	Seleccionar
\$3,950	Seleccionar

### Ilustración 32 Actividad Balanza

En la balanza se tiene dos valores. El valor de la izquierda que se encuentra de color azul, que indica el valor que el usuario tiene acumulado. El valor de la derecha que se encuentra de color amarillo, indica el valor al cual se debe llegar. A medida que se van moviendo los botones que se encuentran al lado de cada moneda para aumentar y disminuir la cantidad de estas, el valor acumulado va aumentando, asimismo el tamaño del avatar varía con el fin de que el tamaño sea el mismo del que se encuentra al lado derecho. La balanza hacer el trabajo de mostrar cuál de los dos lados tiene más valor, con el fin de equilibrarla y que este balanceada. En esta actividad de intenta reforzar el concepto de equivalencia.



### Ilustración 33 Ejemplo 1 Balanza



**Ilustración 34 Ejemplo 2 Balanza**

Como se ve en la siguiente imagen, al llegar al mismo valor, los avatares se muestran del mismo tamaño y la balanza se encuentra equilibrada. Con esto, aparece un mensaje de finalización de la actividad para poder continuar al siguiente nivel.

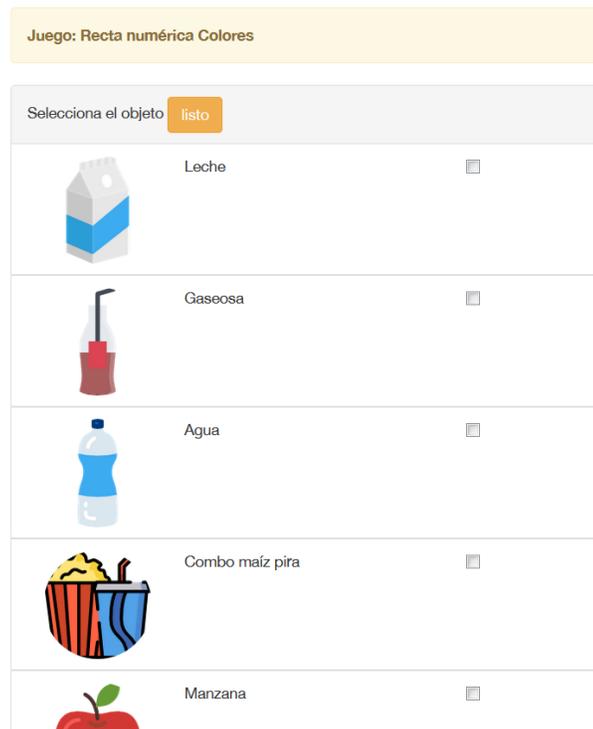


**Ilustración 35 Ejemplo 3 Balanza**



**Ilustración 36 Acierto en Actividad Balanza**

La última actividad tiene como nombre recta numérica. Al llegar a esta actividad, a diferencia de las anteriores, se muestran productos que el usuario puede escoger. Si el usuario desea puede escoger más de un objeto, y si lo realiza deberá hacer la suma de los precios de los escogidos.



**Ilustración 37 Actividad Recta Numérica de Colores**

La actividad consiste en dos divisiones. La primera es una recta numérica que consta de los mismos botones azules, para aumentar o disminuir las cantidades de las monedas, pero en este caso a cada moneda se le asigna un color correspondiente, por lo tanto cuando se aumenta alguna moneda, en la recta se irán reflejando. Esta actividad se realiza con el fin de que los usuarios relacionen las monedas o billetes con un color respectivo.



**Ilustración 38 Ejemplo 1 Recta Numérica de Colores**



**Ilustración 39 Ejemplo 2 recta Numérica de Colores**

Al completar el precio del producto escogido, se genera la segunda división, que consiste en el mecanismo de vueltas. Se realiza una pregunta, teniendo en cuenta el valor que fue seleccionado anteriormente, para que este pueda escoger entre tres opciones la respuesta correcta acerca de las vueltas que debe recibir. En esta actividad se intenta reforzar los conceptos de suma y resta.

¿Cuales serían las vueltas si pagas \$1,800 con 2 monedas de \$1,000?



x 2

Selecciona las vueltas correctas

\$1,000

Seleccionar

\$200

Seleccionar

\$200

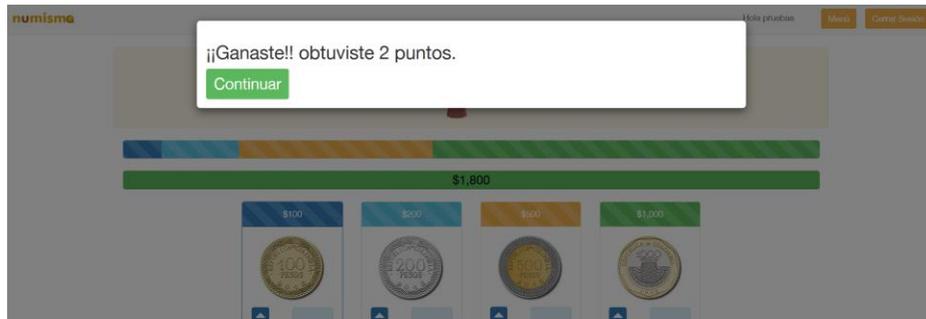
Seleccionar

#### Ilustración 40 Ejemplo Mecanismo de Vueltas

Esta actividad solo consta de tres puntos, por lo tanto solo avanzara si obtiene dos puntos de estos tres. Si escoge una opción incorrecta, se descontará un punto.



#### Ilustración 41 Error en Mecanismo de Vueltas



### Ilustración 42 Acierto en Mecanismo de Vueltas

Al alcanzar los puntos necesarios de esta actividad, se activa el nivel dos de la primera actividad. En este caso, los valores que se despliegan tienen un valor más alto.

Juego: Recta numérica

Selecciona el valor

\$44,000	Seleccionar
\$55,000	Seleccionar
\$46,000	Seleccionar
\$63,000	Seleccionar
\$171,000	Seleccionar

### Ilustración 43 Nivel 2 Recta Numérica

En los segundos niveles, de todas las actividades ya no se muestran monedas si no billetes, con el fin de alcanzar los valores altos de un manera rápida.



**Ilustración 44 Nivel 2 Balanza**

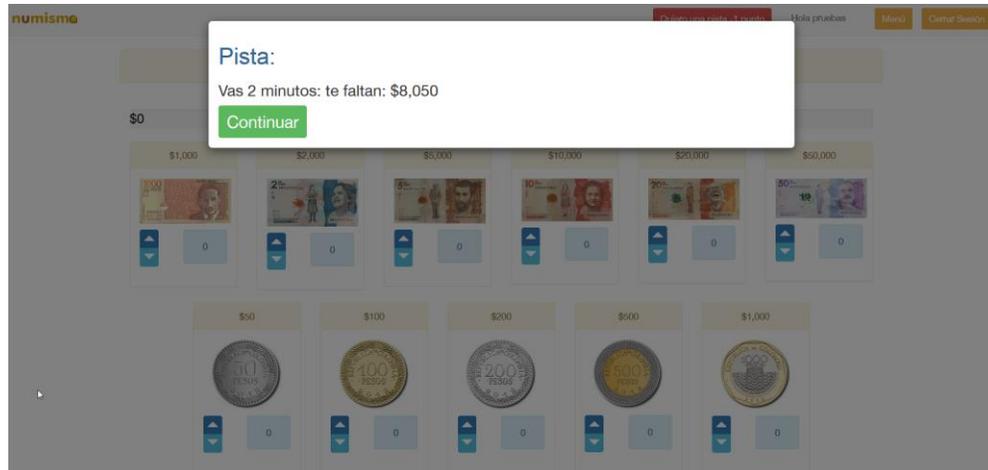
Asimismo, en la tercera actividad se incrementan los valores de las preguntas y las vueltas que debe seleccionar el usuario con respecto a estos.



**Ilustración 45 Nivel 2 Mecanismo de Vueltas**

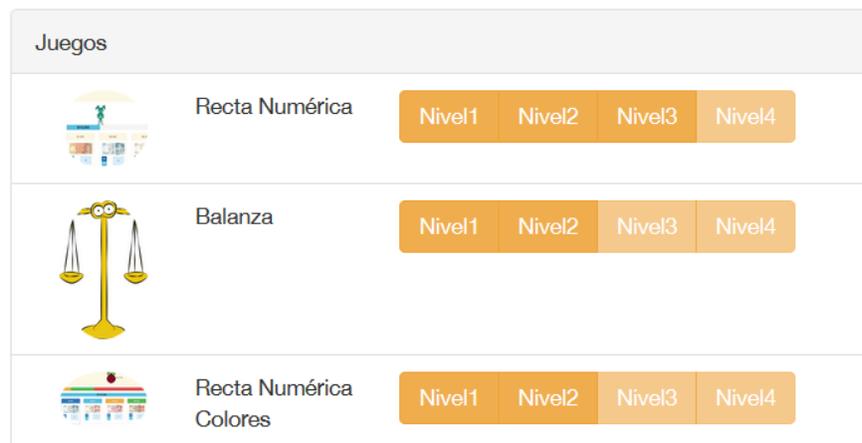
En todas las actividades, se encuentra un botón que se activa si el usuario desea obtener una pista, pero al ser usada se le descontara un punto. Adicionalmente, si el usuario no ha logrado llegar al valor ni a sobrepasarlo en dos minutos, se le mostrara una pista automática que le indicara el valor faltante para lograr acertar, pero será descontado un punto.

En los niveles tres y cuadro de cada actividad, los valores van aumentando y debido a esto, para poder llegar a estos valores, se dará la posibilidad de lograrlo juntando monedas y billetes.



**Ilustración 46 Pistas**

Cada actividad cuenta como un botón de Menú, en el cual se es activado se dirigirá al inicio de las actividades con el fin de verificar en que novel se encuentra de estos, y también puede realizar de nuevo cualquier actividad que se encuentre activa.



**Ilustración 47 Menú**

## Administrador

El administrador puede manejar, modificar o eliminar cada artículo relacionado con las actividades y los usuarios. Se muestra como ejemplo los objetos que se refieren a los productos para la actividad de la recta numérica de colores, donde se evidencia que se puede adicionar, modificar o eliminar cualquiera de estos.

NUMISMA		
Avatars	+ Add	✏ Change
Juegos	+ Add	✏ Change
Niveles	+ Add	✏ Change
Objetos	+ Add	✏ Change
Puntajes	+ Add	✏ Change
Usuarios	+ Add	✏ Change

### Ilustración 48 Administrador

Select objeto to change ADD OBJETO +

Action:   0 of 27 selected

ID	NOMBRE	VALOR	TIPO	
<input type="checkbox"/>	30	Reloj	62500	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	29	Billetera	23000	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	28	Celular	435000	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	27	Lupa	10200	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	26	Portafolio	58300	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	25	Ping Pong	33000	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	24	Bicicleta	432900	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	23	Mesa de noche	105000	MONEDAS_Y_BILLETES
<input type="checkbox"/>	22	Sofá	156000	MONEDAS_Y_BILLETES

### Ilustración 49 Ejemplo Cambios en Administrador

Por último, el administrador puede ver los puntajes de que los usuarios obtienen en cada una de las aplicaciones, y ver el estado de los niveles que son: bloqueado, finalizado y en proceso.

ID	ESTADO	JUEGO	NIVEL	PUNTOS
452	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	BALANZA MIN	5
451	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	BALANZA 2	5
450	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	BALANZA B	5
449	FINALIZADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	BALANZA M	5
448	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	RECTA_NUMERICA MIN	5
447	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	RECTA_NUMERICA 2	5
446	BLOQUEADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	RECTA_NUMERICA B	5
445	FINALIZADO	40 EN_PROGRESO usuario: usuario26	RECTA_NUMERICA M	4
444	BLOQUEADO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	RECTA_NUMERICA_COLOR MIN	5
443	BLOQUEADO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	RECTA_NUMERICA_COLOR 2	5
442	BLOQUEADO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	RECTA_NUMERICA_COLOR B	5
441	EN_PROGRESO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	RECTA_NUMERICA_COLOR M	0
440	BLOQUEADO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	BALANZA MIN	5
439	BLOQUEADO	39 EN_PROGRESO usuario: usuario12	BALANZA 2	5

### Ilustración 50 Ejemplo de Puntajes

## 3.5 Validación

Para realizar la validación pruebas de personalización se tuvo en cuenta dos puntos importantes:

- Funcionalidad
- Usabilidad
- Contenido

### Pruebas de Funcionalidad

Las pruebas funcionales consisten en examinar que el sistema cumpla con las especificaciones funcionales de acuerdo a lo estipulado en el diseño. Todas estas especificaciones deben ser alcanzables con el sistema. [57] [58]

En este caso verán de las siguientes formas:

- **Validación con directora:** En las reuniones con la directora Angela Carrillo se fueron mostrando avances los cuales eran retroalimentados con sugerencias de mejoras. Ver documento *anexo Actas*.
- **Validación profesional en educación:** Se realizó encuentro con las profesoras para recibir realimentación por parte de ellas. Ver documento *anexo Actas*.
- **Validación con estudiantes:** A la hora de aplicar las pruebas con los estudiantes se tienen en cuenta las preguntas que ellos realizan para verificar si alguna de estas pertenecen a algún problema funcional.

- **Pruebas entradas y salidas:** Se tienen un conjunto de entradas y salidas definidas, en cambio de no cumplirse en algún momento, estas serán solucionadas.

### Pruebas de Usabilidad

La usabilidad como atributo, se define como la facilidad de usar y de aprender un componente o sistema de acuerdo al uso intuitivo y a las normas. [59]

Las pruebas de usabilidad evalúan la capacidad de uso que posee un sistema. Por lo cual, es necesario una cantidad de usuarios para probar el sistema teniendo en cuenta las actividades de este y su funcionalidad. Estas prueba lo que determina es la accesibilidad e intuitivita que poseen las interfaces del usuario. [60]

La usabilidad se puede descomponer en tres factores [58]:

- **Comprensibilidad:** refiere al esfuerzo realizado para comprender el sistema.
- **Facilidad de aprendizaje:** se refiere a cuando es minimizado el grado de esfuerzo que el usuario necesita para comprender el sistema.
- **Operabilidad:** se refiere a la integración del funcionamiento del sistema con el propósito el ambiente y las características de este.
- **Comunicatividad:** se refiere a el grado en que el sistema es diseñando teniendo en cuenta las características del usuario.

Para la aplicación de estas pruebas se tomaran cuatro grupos de estudiantes correspondientes a los cuatro cursos de segundo año del colegio Florentino González. Los temas evaluados en las pruebas corresponden a los ilustraos en la siguiente imagen.



**Ilustración 51 Conceptos a evaluar**

Los cuales dieron como resultados en la aplicación de las pruebas Iniciales, como los conceptos en los cuales se tienen más falencias en comparación con otros. Cada actividad propuesta intenta fortalecer uno o más de estos conceptos.

### **Pruebas de contenido**

Para llevar a cabo estas pruebas, se obtuvo validación por parte de la profesora de Talentos de la institución y las profesoras de matemáticas de segundo grado con el fin de identificar las falencias que ellas veían en el prototipo para corregir antes de realizar las pruebas. Como resultado de esta reunión se tuvieron comentarios de aceptación acerca de las actividades del prototipo, pero se sugirieron los siguientes puntos:

- Aumentar tamaño de avatares en la actividad de la balanza
- Para todas las actividades, en cuanto el usuario exceda el valor al cual se debe llegar, se debe avisar que este fue excedido por medio de una ventana de información y adicionalmente, indicarle la cantidad del valor el cual excedió.
- Para la actividad tres “Recta numérica de colores”, al finalizar la actividad, realizar actividad de mecanismo de vueltas en donde el usuario tenga tres opciones de respuesta para la actividad.

Todas estas sugerencias fueron tomadas en cuenta para el desarrollo y se encuentran aplicadas en la sección 3.4 implementación de Numisma Col.

## **3.6 Prueba**

### **3.6.1 Pruebas con estudiantes**

Para la planeación de la aplicación de las pruebas se tenía previsto que se realizaría únicamente a un salón de cada jornada. Pero al conversarlo con la docente de educación, se decidió realizarlas a los cuatro salones del grado segundo para obtener una mejor realimentación acerca de la funcionalidad y usabilidad. Todo esto pensado para el colegio Florentino González.

Lo primero que se quería probar era la usabilidad del prototipo con los usuarios para validar la personalización de este. Por otro lado, la funcionalidad con el fin de validar si todo funcionaba como debía. Los estudiantes y sus profesores correspondientes de matemáticas, estuvieron presente durante la prueba. Por otra parte, se obtuvo el apoyo de Lizzeth Camargo, para realizar la explicación a los estudiantes.

Con el fin de estimar tiempos para la realización de la prueba, ocho días antes de esta aplicación, se realizó una prueba con dos estudiantes para medir los tiempos en los que se demoraban en la creación de usuario y en la interacción con el prototipo. De estos dos estudiantes seleccionados, uno de estos tiene habilidades en matemáticas y el otro no. Los tiempos resultantes de los dos estudiantes fueron de 19 minutos con 49 segundos y 23 minutos. Siendo estos los tiempos, se decide que para la aplicación de las pruebas se tomara un tiempo de 60 minutos para cada curso, pues cuentan con 30 a 33 estudiantes.

### **Metodología**

En esta sección se menciona cómo se realizaron las pruebas de prototipo funcional en el colegio Florentino González.

### **Estudiantes Jornada de la mañana**

Para los estudiantes de la jornada de la mañana se prestó el salón de sistemas de los grados superiores que cuentan 40 computadores portátiles y con esto, lograr que cada estudiante interactuara con el prototipo de manera individual.

Como primera medida las actividades fueron explicadas antes de la interacción para que se presentaran tener un mejor entendimiento. Al momento de crear los usuarios, se les indico que el nombre y contraseña de cada estudiante era el número de la mesa en que se encontraban, por lo tanto, si la mesa tenía el número tres, el usuario y la contraseña deberían ser “usuario3”, con el fin de agilizar el proceso de creación.

Al tener los usuarios creados, se ingresa al sistema de manera automática teniendo habilitado únicamente un nivel por lo cual los estudiantes prosiguieron a interactuar con las actividades propuestas. Durante el proceso de interacción se tuvo atención para las dudas que surgían por parte de los estudiantes las cuales eres resuelta por todos los asistentes que se encontraban en la sala.

Al finalizar el tiempo estimado en la prueba, los estudiantes respondieron una encuesta que tenía preguntas acerca de la apreciación acerca del prototipo. Encuentra se encuentra en el documento *anexo Análisis de resultados Prueba Practica*.

### Estudiantes Jornada de la tarde

En cuanto a los estudiantes de la tarde no se tuvo la posibilidad de realizar la prueba en la misma sala de los estudiantes de la mañana, pero se fue prestada la sala de inglés del salón la cual cuenta con 20 computadores. Por lo tanto se decidió hacer la prueba de a parejas.

Las actividades de interacción con el prototipo, se realizaron de la misma manera en la que se hizo con los estudiantes de la mañana. Cabe resaltar que al realizar esta actividad de a dos personas, las preguntas generadas eran menores a las del grupo de la mañana.

### **Realimentación**

Como realimentación, durante la aplicación de las pruebas, se habló con las profesoras de matemáticas y la profesora de talentos para compartir las preguntas más frecuentes de los estudiantes y adicionalmente, los temas que se fueron evidentes para ellas que necesitaban algún ajuste o mejora. Por otro lado, se logran obtener comentarios y resultados por medio de la encuesta aplicada a los estudiantes después de finalizar la actividad.

### **Resultados**

En esta sección se describen los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al prototipo funcional.

### **Registro de usuario**

Al momento de registrar usuario se brindó ayuda debido a la cantidad de estudiantes, se dificultaba un poco explicarlo y realizarlo. Se vio una gran familiarización con los computadores por parte de los estudiantes, lo cual facilitó este proceso. Como excepción, una estudiante que realizaba muchas preguntas dijo que ella no conocía que era un computador ni cómo manejarlo.

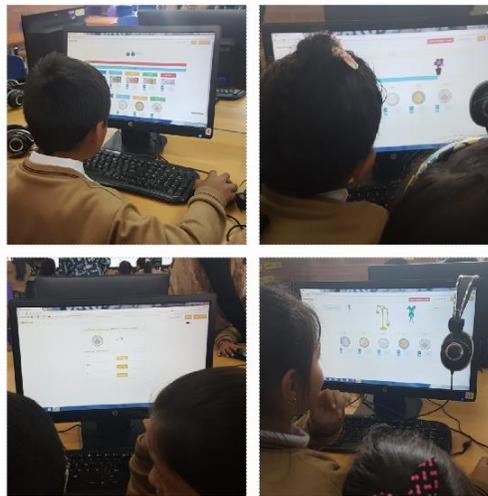
### **Interacción con Numisma Col**

Durante la interacción con las actividades, se logró observar que los estudiantes entendían la actividad una vez fuera explicada, pero algunos estudiantes cometieron muchos errores para llegar a los valores y debían volver a repetir el nivel en que se encontraban. Se tenía pensado que los estudiantes lograsen experimentar el primer nivel de cada actividad, pero la mayoría de

estos logrado llegar a los segundos y terceros niveles de las actividades. En la siguiente imagen se observa la interacción de los estudiantes de la jornada de la mañana y de la tarde interactuando con el prototipo funcional.



**Ilustración 52 Estudiantes Jornada Mañana**



**Ilustración 53 Estudiantes Jornada Tarde**

Los estudiantes de la jornada de la mañana no comprendían cuando habían excedido el valor al que había que llegar debido a que se mostraba una pantalla con un mensaje y un botón verde para continuar y al observar el botón verde asumían que había logrado superar el nivel.

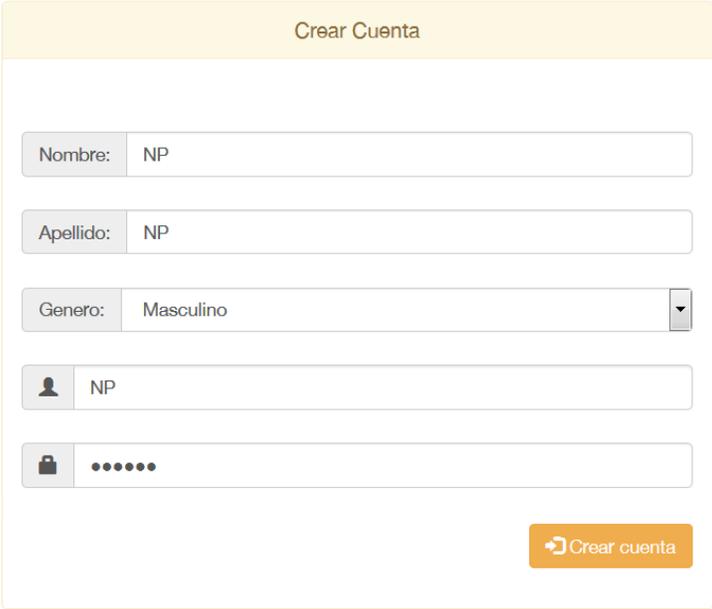
Por otra parte, los estudiantes de la jornada de la tarde no entendían muy bien a qué valor se debía llegar debido a que no lo lograban ver ya que estaba en una letra muy pequeña y en un color no muy notorio, por lo cual se les dificultaba entender hasta que se les era indicado el valor.

La actividad que más se dificultó fue la del mecanismo de vueltas, debido a que debían hacer el cálculo y les tomaba tiempo realizarlo, pero al final se logró superar.

### 3.6.1 Prototipo sin personalización

En esta sección se quiere mostrar cómo sería Numisma Col si no contara con personalización del usuario, es decir no tener en cuenta las preferencias si su nivel de progreso. Adicionalmente, no contaría con el uso de metáforas. Este ejercicio mostrara unas pantallas que no muestran la personalización, por lo tanto todos los usuarios que ingresen verán la misma información.

Como primer cambio, es el momento en el que se realiza el registro de la aplicación. Como se evidencia en la Ilustración 54, el momento de registro no cuenta con selección de avatares para las actividades, ya que estos permitirían hacer referencia a las metáforas usadas.



Crear Cuenta

Nombre: NP

Apellido: NP

Genero: Masculino

NP

•••••

Crear cuenta

**Ilustración 54 Registro sin Personalización**

Por otra parte, la aplicación no contaría con una realimentación del procesos, es decir no indicaría en qué nivel se encuentra cada persona, sino que se guardaría internamente. Como se muestra en el Ilustración 55, cada actividad cuenta con un solo botón para poder acceder a los noveles, es decir no guarda los niveles del usuario y este tiene que volver a hacer todas las actividades cada vez que inicie.



**Ilustración 55 Juegos sin Personalización**

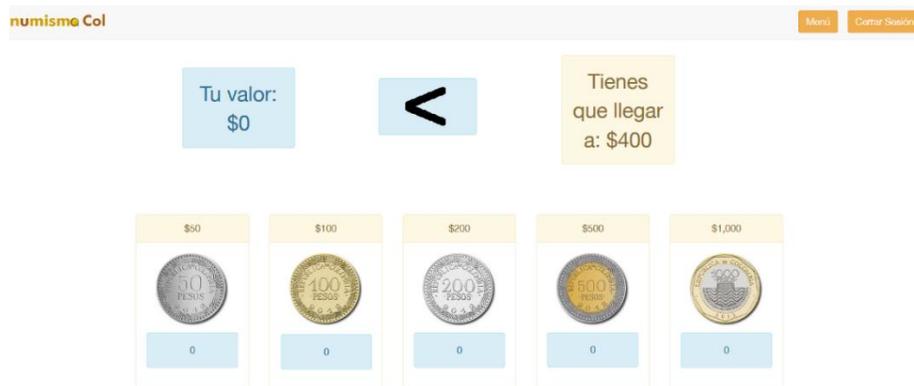
Para la primera actividad, al no hacer uso de la metáfora de la recta numérica, el usuario debe tener el re cuenta de su valor. Adicionalmente no se contaría con botones de aumentar y disminuir, dando la opción al usuario de ingresar la cantidad de moneda o billetes por medio del teclado.



**Ilustración 56 Actividad 1 sin Personalización**

En la segunda actividad, no se hace uso de la balanza, pero se cuenta con una imagen cambiante que imita los símbolos que pertenecen a las equivalencias. Lo cual permite comparar el valor del usuario con respecto al valor al que se desea llegar. En caso que el valor del usuario sea menor al del valor que se debe llegar, la imagen mostrara el símbolo “<”, si el usuario excede la cantidad del valor al que se debe llegar la imagen mostrar el símbolo “>”. Por ultimo si el usuario llega al valor deseado indicara el símbolo “=”.

La actividad se evidencia en la ilustración 57.



**Ilustración 57 Actividad 3 sin Personalización**

Por último, la tercera actividad que quiere reforzar el concepto de “Vueltas”, Genera una pregunta al usuario para que este calcule cual es la cantidad de dinero que se debe devolver. Para poder dar respuesta a este, el usuario debe digitar con el teclado el valor respectivo de las vueltas.

¿Cuales serían las vueltas si pagas \$1,200 con 2 monedas de \$1,000?



x 2

\$

Escriba la cantidad de las vueltas

**Ilustración 58 Actividad 3 sin Personalización**

Teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente, se analiza que si la aplicación no contaras con personalización ni metáforas podría ayudar a los conceptos necesarios, la personalización facilitaría más el aprendizaje de los estudiantes y por medio de las metáforas hacerlo entretenido y agradable.

## IV – RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la realización de las pruebas descritas en la sección 3.6 Prueba.

### 4.1 Encuestas

En cuanto a las encuestas realizadas a los estudiantes se obtuvieron 125 respuestas por parte de estos. Esta encuesta consta de tres preguntas para responder “Si” o “No” y una última que indica un espacio libre para escribir cualquier comentario de mejora para el prototipo.

#### Pregunta 1.

Esta pregunta consistía en evaluar si al momento de interactuar con el prototipo funcional todos los botones y actividades funcionaban de forma correcta. La pregunta fue “¿Te funcionó todo cuando estabas usando la aplicación?”, con la posibilidad de responder Si o No de acuerdo a su experiencia. A la hora de realizar la encuesta se fue explicado que esta pregunta correspondía a que al momento de hacer uso de la aplicación, todos los botones y actividades funcionaban de manera correcta o si por lo contrario ocurrió algún error. En la siguiente imagen se evidencian los resultados de esta pregunta.

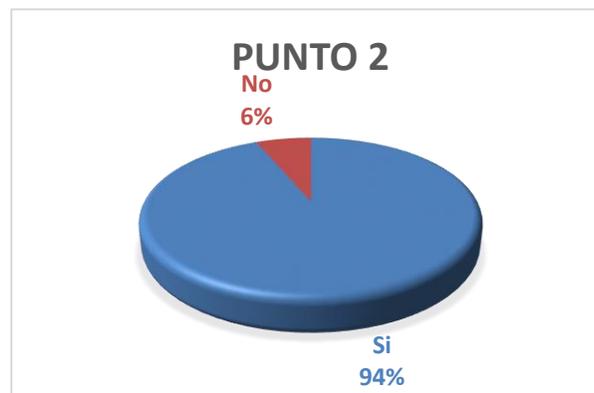


Ilustración 59 Resultados 1

Como se puede ver, el 10% de la población, es decir 13 estudiantes, indicaron que no funciono por completo la aplicación cuando estaba interactuando en ella. Mientras que el 90% de la población que corresponde a 112 estudiantes respondieron que si funciono de manera correcta.

### **Pregunta 2.**

Esta pregunta consistía en evaluar si al momento de interactuar con el prototipo funcional, las actividades encontradas en este presentaban alguna dificultad para ser entendidas. La pregunta fue “¿Te fue fácil entender cómo se usaba la aplicación?”, con la posibilidad de responder Si o No de acuerdo a su experiencia. A la hora de realizar la encuesta se fue explicado que esta pregunta correspondía a que si las actividades realizadas fueron claras o si por el contrario no entendieron algunas de estas. En la siguiente imagen se evidencian los resultados de esta pregunta.



**Ilustración 60 Resultados 2**

Para el 6% de la población, es decir 8 estudiantes, indicaron que no les fue fácil entender la manera de usar la aplicación, mientras que el 94% de la población que pertenece a 117 estudiantes, respondieron que no tuvieron problemas para comprender el uso de esta.

Se intentan evaluar los cuatro aspectos de usabilidad comprensibilidad, facilidad de aprendizaje, tolerabilidad y comunicatividad. Se hizo observación acerca de si fue fácil de aprender, lo cual dio como resultados que una vez comprendido el primer ejercicio los estudiantes comprendían fácil el resto de estos. Adicionalmente, el sistema al tener un buen funcionamiento, logra permitir que la usabilidad se preste de mejor manera. Por último, al tener aspectos propios para

lograr interacción con los niños, facilita el entendimiento y la comprensión por medio del uso de avatares y metáforas

### **Pregunta 3.**

Esta pregunta consistía en evaluar si a los estudiantes les gustó usar la aplicación, con el fin de saber si la volverían a usar. La pregunta fue “¿Te gustó la aplicación?”, con la posibilidad de responder Si o No de acuerdo a su experiencia. A la hora de realizar la encuesta se fue explicado que esta pregunta correspondía a que la aplicación había sido de su agrado y si les gustaría volverla a usar. En la siguiente imagen se evidencian los resultados de esta pregunta.



**Ilustración 61 Resultados 3**

El 2% de la población, que corresponde a tres estudiantes, indicaron que no les gustó la aplicación, mientras que el 98% de la población, es decir 122 estudiantes, respondieron que si les gustó.

### **Comentarios.**

Para los comentarios opcionales de la encuesta se obtuvieron únicamente 24 comentarios los cuales se muestran en la siguiente imagen:

Comentarios
yo voy a mejorar, me gusto la actividad, Estaba chevere, el computador me gusto, me gusto el segundo nivel seria mejor con tigres
no
si me gusto
muy
Muy bien me fue fantastico me diverti
aprender mas
la aplicación es muy divertida
aprender mas
si entendi
si me gusto
si me gusto por favor volvamos a hacer graciaas
si me gusto porque aprendi mas
me gusto la aplicación mucho, me diverti mucho estuvo excelente
no entendi cuando estaban muchos billetes
si entendi
no me gusto porque no le entendi
me equivoque un poco
si me gusto, quiero volver a hacer
que pongan precios mas altos
esjugar, divertirse, estar en la aplicación, numisma, entender
que lo pongan mas dificil
tener cada moneda y billete en aplicación
para mejora la aplicación

### Ilustración 62 Resultados Comentarios

Como se evidencia la mayoría de comentarios indican que la aplicación les gustó, y otros indican algunas sugerencias para tener en cuenta.

## 4.2 Docentes

Al validar con las profesoras asistentes a la prueba se encontraron las siguientes mejoras para el prototipo funcional:

- En las actividades de Recta Numérica y Recta Numérica de Colores, se sugiere realizar un aumento de tamaño al valor al cual el usuario debe llegar.
- En las tres actividades se sugiere escribir un mensaje para que se pueda observar cuál es el valor al que se debe llegar y cuál es el valor acumulado que tiene el usuario.
- Para facilitar el funcionamiento de los botones de aumentar y disminuir las cantidades de las monedas, se sugiere indicar un título al lado de los botones que indiquen su función de aumentar o disminuir.
- Para la realimentación de los desaciertos, se sugiere cambiar el color debido a que al estar en color verde, el estudiante piensa que completo el puntaje suficiente.
- Por último, al ver la cantidad de desaciertos que los estudiantes obtenían, se decide aumentar la cantidad de puntos de cada nivel para que los estudiantes tengan más posibilidades de equivocarse y aprender.

### 4.3 Resultados niveles

En esta sección se evalúan los resultados obtenidos de los usuarios teniendo en cuenta el nivel al que lograron llegar mientras se desarrollaban las pruebas. Cada actividad de Numisma Col tiene cuatro niveles, por esta razón, se nombraron de una forma específica para identificar el nivel exacto de la actividad. En la ilustración 63, se muestran los nombres asignados.

Actividades	Nombre de Nivel
Recta Numerica Nivel 1	Nivel 1
Balanza Nivel 1	Nivel 2
Recta Numerica de Colores Nivel 1	Nivel 3
Recta Numerica Nivel 2	Nivel 4
Balanza Nivel 2	Nivel 5
Recta Numerica de Colores Nivel 2	Nivel 6
Recta Numerica Nivel 3	Nivel 7
Balanza Nivel 3	Nivel 8
Recta Numerica de Colores Nivel 3	Nivel 9
Recta Numerica Nivel 4	Nivel 10
Balanza Nivel 4	Nivel 11
Recta Numerica de Colores Nivel 4	Nivel 12

**Ilustración 63 Asignación de Niveles**

Al tener esta asignación, se realizó la búsqueda de los resultados con un total de 95 usuarios. Cabe aclarar que no se cuenta con usuarios iguales a la cantidad de estudiantes debido a que los estudiantes de la tarde realizaron el ejercicio de a parejas. Debido a esto se refleja en los resultados que los estudiantes de la tarde lograron llegar a niveles más avanzados que los estudiantes de la mañana. Para información detallada de estos resultados ver documento *anexo Análisis de Resultados Prueba Practica.xmls Hoja "Niveles"*. En la ilustración 64 se muestran los resultados obtenidos.



**Ilustración 64 Resultados por Niveles**

Con esto se puede analizar que:

- En el primer el 2,11% de los usuarios no lograron pasar ningún nivel debido a que no superaron este.
- El 8,42% de los usuarios, llegaron al Nivel dos.
- El 35,79% de los usuarios lograron avanzar hasta el Nivel tres, que era lo esperado en las pruebas.
- El 25,26% de los usuarios alcanzaron a llegar al Nivel cuatro.
- El 16,84% de los usuarios lograron llegar al Nivel cinco.
- El 6,32% de los usuarios alcanzaron el nivel seis.
- El 3,16% de los usuarios llegaron al Nivel siete.
- El 1,05% de los usuarios lograron llegar a los niveles nueve y diez.

Por lo tanto se observa que se tuvo una gran aceptación por parte de los estudiantes, debido a que se esperaba que llegaran al Nivel 3 y algunos usuarios lograron este objetivo y otros lo lograron superar. Además, la mayoría de los comentario realizados por ellos fueron de aceptación que indicaban que les gusta la aplicación.

## V – CONCLUSIONES

### 5.1 Lecciones aprendidas

En esta sección se muestran cuáles fueron esos puntos en los cuales se encontró falencia o no se tenían previstos para el desarrollo de Numisma Col. Además, se muestran los cambios realizados que dieron como resultados de las pruebas realizadas. (Sección IV Resultados)

#### 5.1.1 Aspectos no previstos

Al hacer la aplicación de la prueba, una de las estudiantes mencionó que no sabía manejar un computador, debido a que el colegio les brinda clases de tecnología a partir del grado sexto, por lo tanto no todos los estudiantes han interactuado con un computador o tienen uno de estos en sus casas. Este es un aspecto que no se tuvo en cuenta ya que se asumió que todos los niños habían tenido contacto con un computador, lo cual dificultó el entendimiento del prototipo para algunos estudiantes.

La cantidad de computadores no fue suficiente para los cuatro grupos que realizaron la prueba lo cual impidió que cada uno lograra interactuar individualmente, y algunos de estos computadores se encontraban dañados. Por otro lado, algunos de los computadores no contaban con el navegador necesario y se probó en un navegador diferente.

#### 5.1.2 Cambios o mejoras

Teniendo en cuenta lo conversado con las docentes del colegio, se realizaron los cambios respectivos con el fin de mejorar la interacción de los estudiantes con el prototipo.

1. El primer cambio a realizar consiste en aumentar el tamaño de letra de los valores a los cuales se debe llegar en las actividades. Por otro lado, indicar con un título cuál es el valor al que se debe llegar. Como se puede apreciar en la siguiente imagen se indican los cambios realizados.

Actividad recta numérica



**Ilustración 65 Mejora Recta Numérica**

Actividad Balanza



**Ilustración 66 Mejora Balanza**

Actividad recta numérica de colores



**Ilustración 67 Mejora recta Numérica de Colores**

2. El segundo cambio se realiza en cuando a los botones que se utilizan para aumentar y disminuir la cantidad de monedas y billetes, indicando un nombre en el botón con su respectiva función. A continuación una imagen con la mejora realizada.



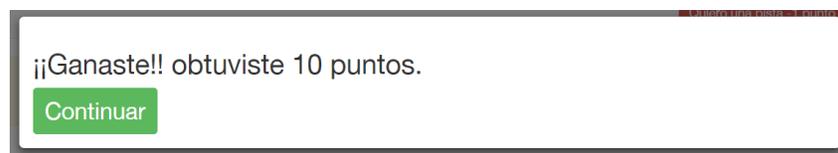
**Ilustración 68 Mejora de Botones Aumentar y Disminuir**

3. Por otro lado, se realizó el cambio de color al botón de las ventanas que indican un desacierto durante la realización de las actividades, se escoge de color rojo para que identifiquen ese como un error.



**Ilustración 69 Mejoras en Mensajes de realimentación**

4. Por último, se realiza el cambio en cuanto la cantidad de puntos acertados y desacertados que debe obtener cada usuario para avanzar el nivel. Los nuevos puntos que se tienen son 10 puntos con los cuales 5 de estos acertados permiten avanzar a un siguiente nivel. A continuación una imagen que muestra el cambio realizado.



**Ilustración 70 Mejora en Aumento de Puntos**

### 5.1.3 Contexto

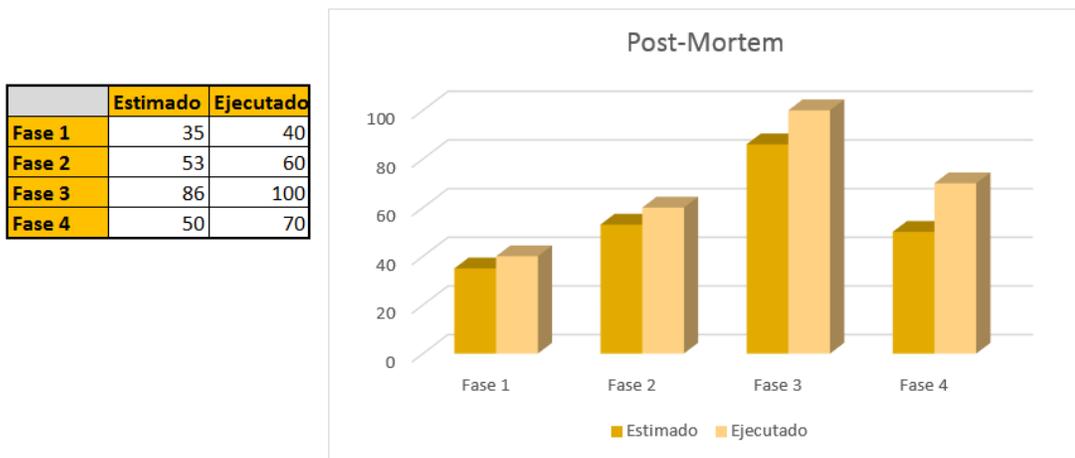
Teniendo en cuenta la población escogida para las pruebas, que son los estudiantes del Colegio Florentino González, se tenía pensado comprender muchos aspectos de estos estudiantes, pero no se tuvieron en cuenta debido al alcance del proyecto. Uno de estos aspectos, se relaciona con la labor que hacen estos estudiantes, teniendo en cuenta que algunos de estos cuentan con padres que manejan alguna tienda o mercado en donde los niños ayudan, por lo cual mantienen constante uso del dinero permitiendo tener un nivel más avanzado en cuanto a conceptos matemáticos y uso del dinero.

Adicionalmente, tener en cuenta al manera de aprendizaje correspondiente a cada niño, ya sea visual, auditiva, táctil o cinestético, logrando adaptar la aplicación a este método de cada usuario, para que lograse aprender de la forma de mayor gusto.

Por otro lado, el nivel socio-económico influye en el grado de escolaridad de los estudiantes, pues se ve gran variedad en las edades de los estudiantes notando que algunos de esto tienen una edad mayor a la edad promedio del grado.

## 5.2 Post-Mortem

En esta sección se realiza una comparación entre lo que se planeó para el desarrollo del proyecto y lo que finalmente resultó. En la Ilustración 71 se muestra el tiempo estimado en horas u el tiempo ejecutado. Las horas estimadas fueron dichas en el documento de la Propuesta.



**Ilustración 71 Post- Mortem**

Como se puede evidenciar, en todas las fases se excedió un poco la cantidad de horas estimadas, debido a que en algunos casos se debió hacer búsquedas o aprendizaje de información para poder ejecutar las fases del proyecto. En especial en la fase tres, que consistía en el diseño y desarrollo del prototipo, debido al auto estudio que se realizó en cuanto a aspecto de lenguajes de programación. A pesar de esto, se logró cumplir con los objetivos planteados.

## 5.3 Análisis de Impacto del Desarrollo

En esta sección se muestra el impacto que obtuvo la solución dependiendo de tres perspectivas: perspectiva disciplinar, perspectiva social y perspectiva económica.

### **5.3.1 Disciplinar**

La carrera de Ingeniería de Sistemas normalmente se conoce como una carrera muy técnica y muy separada de otras áreas; sin embargo, por medio de las técnicas que se brindan en la carrera es muy fácil hacer una vinculación con distintas áreas. Por medio de la tecnología que se logra desarrollar se puede beneficiar y mejorar muchos aspectos de la vida cotidiana de las personas en cualquier área disciplinar.

### **5.3.2 Social**

La motivación de Numisma Col se refería a un sistema que ayude a reforzar conceptos matemáticos a los niños de segundo grado. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el uso de metáforas acerca del dinero para que los estudiantes empezaran a relacionarse con este. Al tener esta relación, se intenta que los estudiantes manejen el dinero en su diario vivir sin la necesidad de un adulto a la hora de recibir el cambio de vueltas.

### **5.3.3 Económica**

Debido a que Numisma Col interactúa con el uso del dinero, permite que los niños se integren a la sociedad y vayan entendiendo como funciona el mecanismo de economía que se presenta en el país.

## **5.4 Conclusiones**

### **Conclusiones Generales**

Se logró desarrollar un sistema que permite a los estudiantes hacer un refuerzo en el área de las matemáticas básicas, haciéndolos interactuar con el dinero por medio de metáforas. Numisma Col cuenta con un modelo de personalización, que permite al estudiante avanzar según sea su conocimiento en el tema. Adicionalmente, se tiene la posibilidad de ser accedido desde un computador, siempre y cuando cuente con acceso a internet.

### **Conclusiones en Educación**

Numisma Col logró contextualizar aspectos importantes a la hora de enseñar a estudiantes en sus grados primarios, teniendo en cuenta las preferencias de los niños y el avance de cada uno

de ellos, respecto al curso en el que se encuentran. Se aplicaron los conceptos de mayor falencia obtenidos en las pruebas y con estos se generaron las actividades apropiadas para ser reforzadas.

### **Conclusiones en Tecnología**

Numisma Col hizo uso de aspectos importantes a la hora de ser desarrollada, debido a que se tuvo en cuenta aspectos como el uso de pistas para los estudiantes a la hora de tener algún error, mensajes de aciertos o desaciertos, avatares y metáforas. Igualmente el diseño de la aplicación está orientado a que sea de fácil entendimiento y a la vez entretenida para los niños que hagan uso de la aplicación.

### **Conclusiones de Validación**

Se contó con un gran apoyo por parte del Colegio en el cual se realizaron las pruebas, teniendo en cuenta que se generaron reuniones con las profesoras del área de matemáticas y la profesora de talentos para ver avances y así validar tanto la prueba inicial como el prototipo. Adicionalmente, los estudiantes de segundo grado brindaron una muy buena disposición en el transcurso del proyecto. Esto da a entender que la ingeniería de sistemas tiene un campo muy amplio en la relación con el área de educación y el desarrollo tecnológico y cultural.

### **Conclusiones de Cambios**

Después de realizar las validaciones se resaltaron las falencias encontradas en la aplicación para poder mejorar la experiencia del usuario teniendo en cuenta tamaños de letras y colores. Adicionalmente, una mejor explicación en cuanto a la forma de aumentar y disminuir cantidades. Por último, se realizó el cambio de los puntajes para que los estudiantes tuvieran la oportunidad de poder equivocarse y mejorar sus respuestas.

## **5.5 Trabajo Futuro**

En esta sección se describen el posible trabajo futuro que se podría realizar una vez se finalice el proyecto.

### **Agregar sonidos de realimentación**

El incluir sonidos de Numisma Col para la realimentación de las actividades puede entender un alto beneficio debido a que haría que los niños comprendieran mejor los mensajes de realimentación que se general a la hora de avanzar de nivel o perder algún punto. Los sonidos pueden motivar a los niños, ya que estos son estimulantes y generan que el estudiante se concentre más en cada actividad.

### **Agregar conceptos matemáticos y/o actividades**

La idea de agregar conceptos y/o actividades sería de gran utilidad, debido a que el área de matemáticas cuenta con un extenso repertorio de conceptos que al hacer uso de metáforas podrían facilitar el método de aprendizaje. Teniendo en cuenta esto, podría ser útil para grados avanzados, donde las sumas y restas no aportan demasiado al aprendizaje y se tornaría un escenario aburrido.

### **Brindar aplicación a más instituciones**

Como es notorio, todas las instituciones tratan el área de matemáticas en su pensum académico, ya que las matemáticas dan un pensamiento analítico a los estudiantes, permitiendo aplicarlo en cualquier área del conocimiento. Numisma Col se podría ofrecer a otras instituciones interesadas para tener un apoyo en sus clases dictadas de manera tradicional.

### **Realizar versión para Tablet**

Teniendo en cuenta que en la actualidad, la mayoría de niños cuentan con un dispositivo de Tablet, podría hacerse los ajustes necesarios, para que Numisma Col se pueda acceder a través de esta, facilitando la interacción a los niños que prefieran y les guste acceder por este medio.

### **Aportar Numisma Col a otro público**

Algunas personas adultas en Colombia no cuentan con un grado alto de escolaridad, por lo tanto no conocen los conceptos matemáticos básicos. Por otro lado, existen personas con ciertas dificultades cognitivas las cuales no les permiten aprender Matemáticas con facilidad. Con Numisma Col podrían hacer uso de las metáforas para lograr aprender estos conceptos y adicionalmente aplicarlos a la vida cotidiana.

## VI- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Garcia, «ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS - Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!», pp. 46 - 95, 2013.
- [2] Revista Dinero, «La importancia de las matemáticas para la vida,» [En línea]. Available: <http://www.dinero.com/economia/multimedia/la-importancia-matematicas-para-vida/139401>. [Último acceso: 15 05 2017].
- [3] M. d. E. G. d. Chile, «Matemática Funcional para estudiantes que presentan NEE - MANUAL DEL DOCENTE,» 2014.
- [4] S. Silvana y S. Betina, «Matemática Material para Docentes Tercer Grado Educación Primaria,» 2012.
- [5] C. B. F. U. M. P. d. A. D. Y. y. J. F. M. Nicuesa, «Importancia una guía de ayuda,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.importancia.org/matematica.php..>
- [6] K. Pearson, «Smartfirst Graders,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.smartfirstgraders.com/teaching-kids-about-money.html..>
- [7] S. M. D. y. T. Dunrud, «Children and Money: Teaching Children Money Habits for Life,» vol. 6116, 1993.
- [8] Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural , «Cifras clave sobre el uso de las TIC para el aprendizaje y la innovación en los centros escolares de Europa 2011,» Mayo 2011.
- [9] J. E. Arrieta, «Las TIC y las matemáticas, avanzando hacia el futuro,» 2013.
- [10] C. V. Rivera, « EL USO DE LAS METAFORAS EN EL APRENDIZAJE Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.». ».
- [11] Grupo educarchile, «Enseñar matemática con metáforas,» 2009.

- [12] P. P. Daniel B. Berch y P. Michèle M.M. Mazzocco, «Why Is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities,» *Brookes Publishing Company*, 2007.
- [13] K. Beck, «Una explicación de la Programación Extrema. Aceptar el cambio, Pearson Educación,» 2000.
- [14] Asociación de academia de la lengua española, «Real Academia española,» 2016. [En línea]. Available: <http://dle.rae.es/?id=SjfQTpg..>
- [15] W. Bender, «Twenty years of personalization: All about the ‘daily me, EDUCAUSE Review,» vol. 37, nº 1, pp. 20-29, 2002.
- [16] W. Kim, «Personalization: Definition, status, and challenges ahead, Journal of Object Technology,» vol. 1, nº 1, pp. 29-40, 2002.
- [17] H. F. y. M. S. Poole, «What is personalization? Perspectives on the design and implementation of personalization in information systems. Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce,» pp. 179-202, 2006.
- [18] J. A. C. F. L. F. V. y. A. C. R. A. M. O. Z. Ana, «MAIPU: Modelo de adaptación de información basado en perfil de usuario para personalizar las ventas de productos a través de portales Web.,» *Revista Avances en Sistemas e Informática*,» p. 93.
- [19] A. d. a. d. l. l. española, «Real academia española,» 2016. [En línea]. Available: <http://dle.rae.es/?id=P4sce2c..>
- [20] Kövecses, «Metaphor: A practical introduction. Oxford University Press,» 2010. [En línea].
- [21] M. Quigley, «The centrality of metaphor in the teaching of mathematics,» *Veredas-Revista de Estudios Linguísticos* , pp. 57-70, 2011.
- [22] M. Aubry, «Metaphors in Mathematics Available at SSRN 1478871,» 2009.
- [23] M. d. E. e. C. y. OECD, «Revisión de políticas nacionales - La educación en Colombia,» 2016.

- [24] <http://www.mineducacion.gov.co/portal/>, «MINEDUCACIÓN,» [En línea]. [Último acceso: 3 2017].
- [25] «ETAPA INFANTIL,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.etapainfantil.com/la-importancia-de-la-educacion-en-los-ninos..>
- [26] A. B. C. R. y. C. M. G. Díaz, «Sentido de la educación inicial,» Ministerio de educación,,» n° 20, 2014.
- [27] M. V. Trigueros, « La importancia de la educación en la actualidad. Guía con las bases metodológicas e investigadoras para una mejora de la educación,» 2011.
- [28] I. F. Fernández, «MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA,» *Digital Eduinnova*, n° 24, 2010.
- [29] sosiphone, «10 règles d'or pour développer une application iOS pour les enfants [Conseils],» [En línea]. Available: <http://www.sosiphone.com/blogiphone/2012/05/27/10-regles-dor-pour-developper-une-application-ios-pour-les-enfants-conseils-54355/>. [Último acceso: 3 2017].
- [30] c. Najanjo, «Effective Use of Color and Graphics in Applications for Children, Part I: Toddlers and Preschoolers,» 3 10 2011. [En línea]. Available: <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2011/10/effective-use-of-color-and-graphics-in-applications-for-children-part-i-toddlers-and-preschoolers.php>. [Último acceso: 3 2017].
- [31] [blog.skoolbo.com](http://blog.skoolbo.com), «Ten Essential Components of Successful e-Learning,» 17 3 2014. [En línea]. Available: <https://blog.skoolbo.com/ten-essential-components-great-e-learning/>.
- [32] aulaformativa, «Pautas para el diseño de aplicaciones para niños,» [En línea]. Available: <http://blog.aulaformativa.com/pautas-para-el-diseno-de-aplicaciones-para-ninos/>. [Último acceso: 3 2017].
- [33] Intef, «Recursos TIC para Educación Infantil,» [En línea]. Available: <http://www.educacontic.es/blog/recursos-tic-para-educacion-infantil>. [Último acceso: 3 2017].

- [34] C. Naranjo, «Effective Use of Typography in Applications for Children,» 7 6 2011. [En línea]. Available: <http://www.uxmatters.com/mt/archives/2011/06/effective-use-of-typography-in-applications-for-children-3.php>.
- [35] M. Goos, «Using Technology to support effective mathematics teaching and learning: what counts?,» 2010.
- [36] P. Marqués, «El software educativo. J. Ferrés y P. Marqués, Comunicación educativa y Nuevas Tecnologías,» pp. 119-144, 1996.
- [37] Ferlex, «The Free Dictionary,» 2016. [En línea]. Available: <http://es.thefreedictionary.com/vuelta..>
- [38] Maths is fun, «Maths is fun,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.mathsisfun.com/basic-math-definitions.html..>
- [39] WebFinance, «InvestorWords,» 2916. [En línea]. Available: <http://www.investorwords.com/9587/equivalence.html..>
- [40] «DefiniciónABC,» [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/general/contar.php>. [Último acceso: 3 2017].
- [41] A. C. Carvajal y A. C. Ramos, «Cubilletes: Sistema Adaptativo de Apoyo al Aprendizaje Experiencial de Reconocimiento y Uso de Dinero».
- [42] A. L. Arias, «Aplicación de metáforas en cursos virtuales,» 2013.
- [43] ACIS, «Apps para la educación, un desafío apoyado por Samsung y UniCauca,» 2015. [En línea]. Available: <http://acis.org.co/portal/content/apps-para-la-educaci%C3%B3n-un-desaf%C3%ADo-apoyado-por-samsung-y-unicauca>.
- [44] Samsung, «Colombia, primer país latinoamericano en implementar aulas digitales de investigación para el uso de tablets en pro de la educación pública,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.samsung.com/co/news/local/smart-school>.
- [45] J. A. Ríos y M. Almeida, «El Minicomputador de Papy: Una Estrategia Didáctica para Comprender y Fortalecer las Operaciones Básicas,» 2010.

- [46] Imagine Learning, «Think Through Math,» [En línea]. Available: <https://www.thinkthroughmath.com/>.
- [47] «DreamBox Learning,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.dreambox.com/teachertools>.
- [48] knowre, «knowre,» 2016. [En línea]. Available: <http://knowre.com/>.
- [49] knewton, «knewton,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.knewton.com/>.
- [50] P. Finot, «Informatique-Enseignant,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.informatique-enseignant.com/monnaie/>.
- [51] M. N. Saad, «El abaco».
- [52] G. C. D. C. L. L. P. M. A. T. É. S.-A. J. Gálvez, «Estrategias cognitivas para el cálculo mental. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa,» vol. 14, n° 1, 2011.
- [53] SEEDUCANSOLOS, «Qué Son Las Regletas De Cuisenaire,» 7 2011. [En línea]. Available: <https://seeducansolos.wordpress.com/2011/07/11/que-son-las-regletas-de-cuisenaire/>.
- [54] J. Soto Andrade, «Un monde dans un grain de sable: Métaphores et analogies dans l'apprentissage des mathématiques,» 2006.
- [55] M. Nicuesa, C. Bembibre, F. Ucha, M. P. d. Andrade, D. Yanover y J. Ferrer, «Importancia una guía de ayuda,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.importancia.org/matematica.php>.
- [56] K. Pearson, «Smartfirst Graders,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.smartfirstgraders.com/teaching-kids-about-money.html>.
- [57] S. M. Danes y T. Dunrud, «Children and Money: Teaching Children Money Habits for Life,» vol. 6116, 1993.
- [58] J. E. Arrieta, «Las TIC y las matemáticas, avanzando hacia el futur,» 2013.

- [59] C. V. Rivera, «EL USO DE LAS METAFORAS EN EL APRENDIZAJE,» Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- [60] P. D. B. B. y P. M. M. Mazzocco, «Why Is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilitie,» *Brookes Publishing Company*, 2017.
- [61] W. Bender, «Twenty years of personalization: All about the ‘daily me, EDUCAUSE Review,» vol. 37, nº 1, pp. 20-29, 2002.

## VII - ANEXOS

En esta sección se listan los anexos del Trabajo de Grado, todos ellos pueden ser descargados de la página *web* de pegasus:

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1710AP04/documentos.html>

- I. Póster
- II. Propuesta
- III. Casos de Uso
- IV. SRS
- V. Especificación de Requerimientos
- VI. SAD
- VII. Licencia de Imágenes
- VIII. Análisis de resultados Prueba Inicial
- IX. Análisis de resultados Prueba Practica
- X. Actas
- XI. Carta del colegio
- XII. Ejemplos Prueba Inicial
- XIII. Código Fuente

En cuanto a anexos visuales, donde se encuentran el manual de usuario que en este caso es un tutorial, y además el video de la experiencia con Numisma Col, se puede ver en la página *web* de pegasus:

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1710AP04/videos.html>

- I. Tutorial
- II. Experiencia