



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

POSTGRADO TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN

Y PRÁCTICA DOCENTE

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN
TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE**

TEMA:

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL PARA REFORZAR LAS
HABILIDADES MATEMÁTICAS NECESARIAS EN EL APRENDIZAJE DEL
ALGEBRA**

Elaborado por:

Ing. Jorge F. Sierra Pérez

Director:

Ing. Francisco Rodríguez Clavijo, Msc

Quito - 2015

Dedicatoria

A mi Rosy por su apoyo, compañía y grandes ideas

A mis papás Jorge y Guadalupe por su ejemplo de vida

A mis hijos Juan, Naty y Martín por ser mi impulso para superarme

Agradecimiento

Yo quiero agradecer a mi amiga y gran maestra

María Luz Turriaga que me enseñó su metodología

Y me permitió digitalizarla, con ella recorrimos parte del camino de esta tesis, gracias

También quiero agradecer a mis profesores de la maestría

Por brindarme sus valiosos conocimientos

Por último quiero agradecer a mis queridos estudiantes

De quienes yo aprendo cada día

Tabla de contenidos

1	Marco Teórico.....	1
1.1	Sentido matemático	1
1.2	Cantidad y números en neurociología.....	2
1.3	De la aritmética la algebra.....	4
1.4	Problemas de aprendizaje.....	5
1.5	Discalculia.....	5
1.5.1	Tipos de discalculia	6
1.5.2	Síntomas de la discalculia.....	6
2	Marco Tecnológico.....	8
2.1	Dispositivos móviles.....	8
2.1.1	Beneficios de enseñar con tablets	8
2.2	Sistema operativo Android.....	11
2.2.1	Historia	11
2.2.2	Arquitectura.....	12
2.2.3	Crecimiento de Android.....	13
2.3	Metodología SCRUM.....	14
2.4	MIT App Inventor	16
3	Metodología de la enseñanza	19
3.1	Uso de material concreto para la enseñanza de operaciones básicas con signo	19
3.2	Metodología “Conexiones”	19
3.2.1	Descripción de la metodología.....	19
3.2.2	Modelar el cero.....	20
3.2.3	Modelar la suma	20
3.2.4	Modelar la resta	21

3.2.5	Modelar la multiplicación	21
3.2.6	Modelar la división	22
4	Análisis y desarrollo de la herramienta	23
4.1	Menú Inicial	23
4.2	1er Sprint: “SUMA”	24
4.2.1	Reunión de planificación del Sprint	24
4.2.2	Objetivos del Sprint	24
4.2.3	Historia de usuario	24
4.2.4	Ejecución del Sprint	25
4.2.5	Funcionalidad	28
4.2.6	Revisión de Sprint	29
4.3	2do Sprint: “RESTA”	29
4.3.1	Reunión de planificación del Sprint	29
4.3.2	Objetivos del Sprint	30
4.3.3	Historia de usuario	30
4.3.4	Ejecución del Sprint	30
4.3.5	Funcionalidad	32
4.3.6	Revisión de Sprint	33
4.4	3er Sprint: “MULTIPLICACIÓN”	33
4.4.1	Reunión de planificación del Sprint	33
4.4.2	Objetivos del Sprint	34
4.4.3	Historia de usuario	34
4.4.4	Ejecución del Sprint	34
4.4.5	Funcionalidad	39
4.4.6	Revisión de Sprint	40

4.5	4to Sprint: “DIVISIÓN”	40
4.5.1	Reunión de planificación del Sprint.....	41
4.5.2	Objetivos del Sprint	41
4.5.3	Historia de usuario.....	41
4.5.4	Ejecución del Sprint.....	41
4.5.5	Funcionalidad	43
4.5.6	Revisión de Sprint.....	44
5	Aplicación del proyecto digital	45
5.1	Usuarios de la aplicación.....	45
5.2	Metodología de la aplicación de la herramienta a los casos A y B	46
5.3	Aplicación del módulo SUMA	47
5.4	Aplicación del módulo RESTA	50
5.5	Aplicación del módulo MULTIPLICACIÓN	54
5.6	Aplicación del módulo DIVISIÓN	57
6	Conclusiones y Recomendaciones	61
6.1	Conclusiones	61
6.2	Recomendaciones.....	62

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1-1 Modelo de triple código de Dehaene (Dehaene S. y., 1995).....	1
Ilustración 1-2 Surco intraparietal IPS (Radford & André, 2009).....	3
Ilustración 1-3: Porcentaje de estadios piagetianos según la edad (Valdosta State University, 2003).....	4
Ilustración 2-1Tecnologías emergentes (Horizon Report NMC, 2013)	10
Ilustración 2-2: Distribución de versiones de Android a abril 2014 (Androlib, 2014).....	12
Ilustración 2-3: Sistema de capas de Android (Báez, y otros, sf).....	13
Ilustración 2-4 Comparación del mercado de OS para smartphone a marzo 2014 (Kantarworldpanel ComTech, 2014)	14
Ilustración 2-5: Proceso SCRUM (Albaladejo, 2014).....	15
Ilustración 2-6: Pantalla inicial de MIT App (Sierra, 2015).....	16
Ilustración 2-7: Pantalla de Blocks (Sierra, 2015)	17
Ilustración 3-1: Relación cantidad número (Turriaga, Metodología. Parte I, 2014).....	19
Ilustración 3-2: Representación del 0 (Turriaga, Metodología. Parte I, 2014).....	20
Ilustración 3-3 : Suma (Turriaga, Metodología. Módulo Suma, 2014)	20
Ilustración 3-4: Resta (Turriaga, Metodología. Módulo Resta, 2014).....	21
Ilustración 3-5: Multiplicación (Turriaga, Metodología. Módulo Multiplicación, 2014).....	21
Ilustración 3-6: División (Turriaga, Metodología. Módulo División, 2014).....	22
Ilustración 4-1: Menú principal (Sierra, 2015).....	23
Ilustración 4-2: Pantallas de la suma (Sierra, 2015).....	26
Ilustración 4-3:Inicio de Suma (Sierra, 2015).....	26
Ilustración 4-4: Módulo evaluación de la suma (Sierra, 2015)	27
Ilustración 4-5: Procedimiento inicio de la suma (Sierra, 2015).....	28
Ilustración 4-6: Pantallas de la resta (Sierra, 2015).....	31
Ilustración 4-7: Función Resta.Initialize (Sierra, 2015).....	31
Ilustración 4-8: Bloque de control visto (Sierra, 2015).....	32
Ilustración 4-9: Pantallas de la multiplicación cuando el 1er número es positivo (Sierra, 2015).....	36
Ilustración 4-10: Pantallas de la multiplicación cuando el primer número es negativo (Sierra, 2015).....	37
Ilustración 4-11: Código del menú principal para abrir multiplicación. (Sierra, 2015).....	37

Ilustración 4-12: Ejemplo de código para mover bloque de fichas. (Sierra, 2015)	38
Ilustración 4-13: Ejemplo de código de "Matematicas1" (Sierra, 2015).....	39
Ilustración 4-14: Pantallas de la división (Sierra, 2015)	42
Ilustración 4-15: Código de inicio de la división (Sierra, 2015)	43
Ilustración 5-1: Tiempo promedio de respuestas correctas (Tc) en minutos de Suma. Caso A (Sierra, 2015).....	48
Ilustración 5-2: Tiempo promedio de respuestas correctas (Tc) en minutos de Suma. Caso B (Sierra, 2015).....	49
Ilustración 5-3: Tiempo promedio de respuestas correctas (Tc) en minutos de Resta. Caso A (Sierra, 2015).....	51
Ilustración 5-4: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de Resta. Caso B (Sierra, 2015).....	53
Ilustración 5-5: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de Multiplicación. Caso A (Sierra, 2015)	55
Ilustración 5-6: Tiempo promedio requerido por resultado correcto(Tc) en minutos de Multiplicación. Caso B (Sierra, 2015)	57
Ilustración 5-7: Tiempo promedio requerido por resultado correcto(Tc) en minutos de División. Caso A (Sierra, 2015)	59
Ilustración 5-8: Tiempo promedio requerido por resultado correcto(Tc) en minutos de División. Caso B (Sierra, 2015).....	60

Índice de tablas

Tabla 5-1: Respuestas correctas de Suma. Caso A (Sierra, 2015).....	47
Tabla 5-2: Respuestas correctas (Rc) de Resta. Caso A (Sierra, 2015).....	51
Tabla 5-3: Respuestas correctas (Rc) de Resta para el caso B (Sierra, 2015)	52
Tabla 5-4: Respuestas correctas(Rc) de Multiplicación. Caso A (Sierra, 2015)	55
Tabla 5-5: Respuestas correctas (Rc) de Multiplicación. Caso B (Sierra, 2015)	56
Tabla 5-6: Respuestas correctas (Rc) de División. Caso A (Sierra, 2015).....	58
Tabla 5-7: Respuestas correctas (Rc) de División. Caso B (Sierra, 2015)	59

1 Marco Teórico

1.1 Sentido matemático

Aprender matemática debe ser un proceso basado en las destrezas innatas del ser humano, desarrolladas durante los miles de años de evolución, aprovechando, como dicen los neurocientíficos, el sentido matemático propio del ser humano (Dehaene S. , 1997). El modelo de triple código de Dehane describe tres categorías de representación mental de los números y que pueden ser manipulados por el sistema cognitivo: visual, verbal y analógica de la magnitud, siendo la última la representación semántica en el cerebro, por lo que puede hacer comparaciones (Dehaene S. y., 1995)

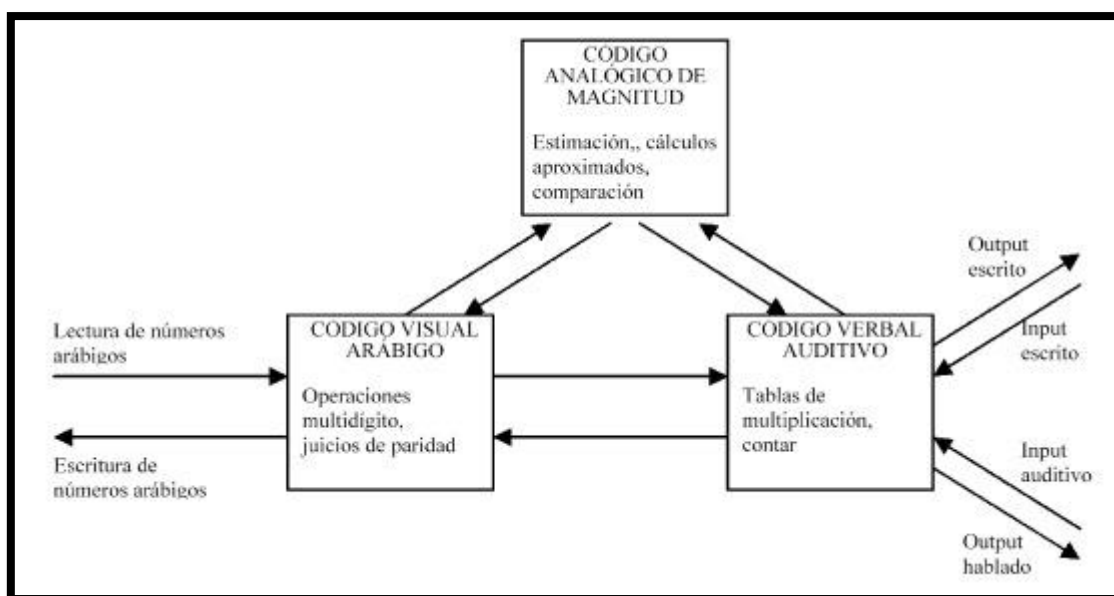


Ilustración 1-1 Modelo de triple código de Dehaene (Dehaene S. y., 1995)

Es por esto que al código visual, los números escritos (12), se le asocia con el código verbal, los números en palabras (doce) y con la cantidad que representan. Con los niños pequeños se comienza con material concreto, es decir aprecian cantidades y la traducen a números, pueden distinguir donde hay mayor y menor cantidad o mayor y menor distancia. El número en si es una representación abstracta de una cantidad, es un nombre a una cantidad. Los problemas se presentan cuando se debe realizar operaciones con estos nombres, desligándoles de la cantidad, este proceso de abstracción para la mayoría es un proceso un tanto sencillo y con la práctica se vuelve natural, pero para los estudiantes

con problemas de aprendizaje, los procesos de abstracción son más complicados, es por esto que se necesita una herramienta que les permita realizar las operaciones matemáticas con apoyo de material concreto. (Blanco Pérez, 2012)

El paso de las operaciones con números a las operaciones con letras, es decir de la aritmética al álgebra, es un paso crítico y que para los estudiantes con problemas de abstracción este paso crucial no es superado o cuesta mucho trabajo pudiendo caer en un aprendizaje en base a repetición sin comprensión que podría desembocar en fracaso escolar.

1.2 Cantidad y números en neurociología

La neurociencia cada vez busca comprender como el cerebro logra realizar todas las funciones que hace. Últimamente ha tenido un auge el estudio de como el cerebro comprende los números y realiza las operaciones matemáticas, para esto se apoya en detectores de última tecnología como las imágenes de resonancia magnética funcional (IRMf). La técnica IRMf consiste en registrar los cambios relacionados con las funciones del tejido cerebral. Se basa en las propiedades magnéticas de los tejidos y permite obtener información sobre la estructura y función del cerebro. La IRMf es sensible al aumento de la sangre que se asocia con la activación neuronal. Cuando las neuronas se activan, el flujo de sangre de la región activada aumenta. (Radford & André, 2009)

Al conocer las partes del cerebro que intervienen en las operaciones se debe buscar la forma de trabajar en las redes neuronales que se activan al realizar el procedimiento con material concreto y con material abstracto o sea buscar que parte del cerebro garantiza el paso de lo concreto a lo abstracto. Una pregunta fundamental para el estudio de la cognición numérica es la de saber si las complejas habilidades simbólicas de los adultos comparten un origen neurológico con las habilidades numéricas no simbólicas. Un conjunto de evidencias sugieren que, desde el punto de vista de la evolución, la habilidad de comprender los valores numéricos expresados en formatos no verbales es una etapa preliminar importante de las habilidades numéricas simbólicas en la edad adulta. (Cantlon, 2006).

Los estudios se han concentrado en el surco intraparietal, ilustración 1-2, ya que demuestran que este sector se activa en los adultos cuando se hace cálculos aritméticos con dígitos, y también se activa en los niños de 4 años cuando manejan la matemática concreta (Radford & André, 2009).

Según la complejidad de los problemas se van activando otras partes del cerebro. Algunos investigadores han sugerido que la circunvolución angular izquierda es importante para la manipulación de valores numéricos que son característicos de la matemática en el humano adulto. (Radford & André, 2009)

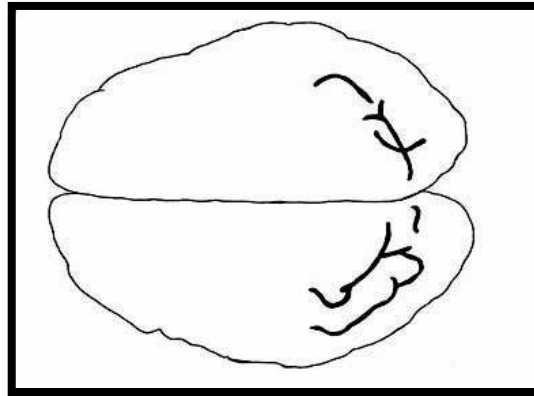


Ilustración 1-2 Surco intraparietal IPS (Radford & André, 2009)

Sin embargo, la base neurológica de los procesos aritméticos realizados sin el uso de símbolos numéricos esto es, los procesos de aritmética concreta en el IPS¹ podría ser el núcleo de esa red matemática sofisticada durante el desarrollo (Cantlon, 2006).

Durante el proceso de crecimiento hay momentos fundamentales del desarrollo que deben ser aprovechados para dar la instrucción adecuada, estudios realizados muestran que las redes neuronales deben ser activadas a temprana edad, porque están en un periodo de mayor plasticidad.

¿Cuál sería esa otra forma de enseñar y aprender matemáticas? Vittorio Gallese y George Lakoff sugieren que el saber conceptual (matemático y otro) es virtualmente encarnado (embodied); es decir, un saber unido de manera íntima al funcionamiento de nuestro sistema sensorio-motor (Gallese & Lakoff, 2005).

Una de las consecuencias de este nuevo enfoque, que va adquiriendo un lugar cada vez más predominante en las nuevas teorías del aprendizaje, es que pensamos no sólo con la ayuda del lenguaje y de los símbolos, sino también a través de los sentidos (Radford & André, 2009).

Con estos conceptos la enseñanza de la matemática debería dejar el papel y el lápiz únicamente como medio a través del cual se desarrolla el conocimiento, sino que debería buscarse la manera de enseñar con más sentidos.

¹ IPS: Surco intraparietal

1.3 De la aritmética la algebra

El sentido matemático este presente en el ser humano desde su nacimiento, como lo afirman investigaciones de neuropsicólogos, pero que se necesita para ir de la aritmética al algebra?

El álgebra se la califica como un generalización de la aritmética en la que se mezclan letras y números por lo que los procesos abstractos son cada vez más requeridos. Según Piaget los procesos abstractos empiezan en el estadio “Operacional formal” y que está al inicio de la adolescencia. En la ilustración 1-3 aparece a la edad de 13 años y con un porcentaje muy bajo llegando a estar presente en un 35% de los adolescentes en los países industrializados (Valdosta State University, 2003)

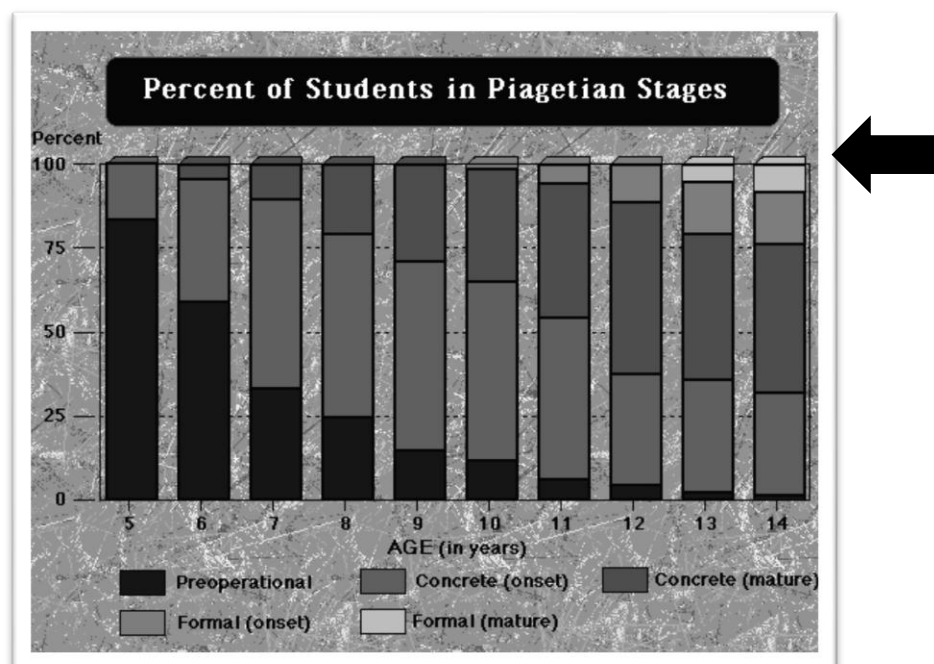


Ilustración 1-3: Porcentaje de estadios piagetianos según la edad (Valdosta State University, 2003)

Con el análisis anterior se busca desarrollar más el pensamiento formal al dar álgebra en las aulas de clases, este tipo de pensamiento también es conocido como el razonamiento algebraico. Pero eso genera serios inconvenientes especialmente en los estudiantes que no alcanzan el pensamiento formal. Uno de los grupos que no llegan a este nivel son los que tienen problemas de aprendizaje o de abstracción.

En investigaciones realizadas por Kuchemann uno de los problemas relacionados del paso de los números a las letras es el manejo inadecuado de las cuatro operaciones fundamentales y leyes de los signos. (Kuchemann, 1981). El estudiante necesita dominar primero los conceptos básicos de los números, como son operaciones y signos antes de pasar a las letras.

Si el estudiante logra comprender las operaciones fundamentales no de forma memorística, como cuando se aprende las tablas de multiplicación, sino de forma operativa podrá interpretar de mejor manera las mismas operaciones pero con letras y podrá diferenciar entre las diferentes operaciones.

1.4 Problemas de aprendizaje

Los problemas de aprendizaje son trastornos que afectan la capacidad de comprender o utilizar el lenguaje hablado o escrito, hacer cálculos matemáticos, coordinar los movimientos o dirigir la atención. Aunque los problemas de aprendizaje ocurren en niños muy pequeños, los trastornos generalmente no son reconocidos hasta que el niño alcanza la edad escolar. Las investigaciones han demostrado que 8 a 10 por ciento de los niños estadounidenses menores de 18 años tienen algún tipo de discapacidad de aprendizaje. (BrainFacts, sf).

Es importante reiterar que por definiciones más aceptadas, los individuos con discapacidades de aprendizaje tienen por lo menos la gama media inteligencia general, con áreas específicas de problemas de aprendizaje que pueden causar una persona a tener problemas de aprendizaje y uso de ciertas habilidades académicas y relacionadas con la educación. Los conjuntos de habilidades educativas más frecuentemente afectados por dificultades específicas de aprendizaje incluyen:

- Áreas de lectura básica (palabra identificación/palabra descifrar);
- Fluidez de lectura;
- Comprensión de lectura;
- La escritura;
- Cálculo matemático;
- Problemas de matemáticas;
- Comprensión auditiva;
- Habla (expresión oral);
- Razonamiento; aprendizaje y la memoria. (Vargo & Young, sf)

1.5 Discalculia

Afecta a la capacidad de una persona para entender los números y aprender matemáticas. Los estudios sobre esta discapacidad de aprendizaje son varios y desde el campo neurosicológico o el experimental en las aulas tratando de buscar motivos y encontrar soluciones, básicamente se puede decir que afecta a la persona en su capacidad de manipular números. Las personas con este tipo de discapacidad de aprendizaje también pueden tener mala comprensión de los símbolos matemáticos, pueden luchar con la memorización y la organización de los números, tener dificultad para decir la hora, o tiene problemas con el conteo. (Learning Disabilities Association of America, 2002)

1.5.1 Tipos de discalculia

Los estudios neuropsicológicos han revelado diferentes subtipos de discalculia, incluyendo disociaciones entre cálculo exacto y la capacidad de aproximación, y un impacto del tamaño del número en el rendimiento. Para comprender los orígenes de estos efectos, se midió la actividad cerebral con resonancia magnética a voluntarios y aquellos que presentan discalculia. Intraparietal Bilateral, precentral, dorsolateral y regiones prefrontales superiores mostraron una mayor activación durante la aproximación, mientras que la corteza prefrontal inferior izquierda y las regiones angulares bilaterales estaban más activadas durante el cálculo exacto. El aumento de tamaño de número durante el cálculo exacto condujo a una mayor activación en las mismas regiones bilaterales intraparietales como durante la aproximación, así las circunvoluciones frontal inferior y superior izquierda. En conjunto, los resultados revelan dos redes cerebrales para el procesamiento del número. Operaciones aritméticas con números pequeños tienen una mayor dependencia de las regiones de izquierda lateralizada, presumiblemente codifica números en formato verbal. Aproximación y cálculo exacto con números grandes, sin embargo, ponen mayor énfasis en las cortezas parietal izquierdo y derecho, que pueden codificar los números en un formato cantidad, no verbal. Los subtipos de discalculia pueden explicarse por lesiones que afectan de manera desproporcionada a sólo una de estas redes. (Ruxandra Stanesco-Cosson & Dehaene, 2000)

1.5.2 Síntomas de la discalculia

La Asociación americana de problemas de aprendizaje (LDA, por sus siglas en inglés), numera los siguientes síntomas de discalculia, en los estudiantes:

- Muestra dificultad para conceptos de comprensión del valor posicional y la cantidad, número de líneas
- Dificultad en valor positivo y negativo
- Dificultad para entender y hacer problemas verbales
- Dificultad de continuar la secuencia
- Dificultad en seguir los pasos en operaciones matemáticas
- Muestra dificultades para entender fracciones
- Presenta dificultad en la manipulación del dinero
- Muestra dificultad en reconocer patrones al añadir, restar, multiplicar o dividir
- Tiene dificultades para verbalizar los procesos de matemáticas
- Tiene dificultad en entender conceptos relacionado con tiempo como días, semanas, meses, temporadas, cuartos, etc..

- Presenta dificultad para organizar problemas en la página, manteniendo números alineados, continuando con problemas de división larga (Learning Disabilities Association of America, 2002)

Y como estrategias numera las siguientes:

- Permitir el uso de los dedos y papel auxiliar
- Uso de diagramas y dibujar conceptos matemáticos
- Dar asistencia de pares
- Sugiere uso de papel milimetrado
- Sugiere uso de lápices de colores para distinguir problemas
- Trabajo con material concreto o manipulables
- Uso de ayudas mnemónicas para aprender los pasos de un concepto matemático
- Usar ritmo y música para enseñar matemáticas
- Calendarizar el tiempo de computadora para que el estudiante haga ejercicios y prácticas (Learning Disabilities Association of America, 2002)

2 Marco Tecnológico

Uno de los objetivos es desarrollar una herramienta digital es por esto que se analiza las alternativas y se decidió realizar el software educativo utilizando dispositivos móviles, por lo que son más cercanos a los estudiantes, relativamente son de costo menor y son de fácil utilización. En los dispositivos móviles hay dos tipos principales de plataformas: tablets con sistema operativo Android e IPAD con sistema operativos IOS, en el análisis para escoger se tomó en cuenta los parámetros de presencia en el mercado nacional y costos de dispositivos, por lo que se decidió utilizar Android. El desarrollo de software se tiene el modelo en cascada o se puede utilizar los modelos Agile como Scrum, para el desarrollo se optó utilizar SCRUM por la velocidad de entrega de módulos ejecutables, y que cada operación podría ser un módulo independiente. Al ir por la línea Android el desarrollo de la herramienta es con Java pero para facilitar el uso de entornos gráficos se utilizó la herramienta App Inventor creada por MIT¹ y así obtener el archivo apk² para que sea cargado en las tablets. A continuación se muestra datos de los aspectos tecnológicos utilizados.

2.1 Dispositivos móviles.

En enero del 2010, Steve Jobs presento el IPAD, era una Tablet desarrollada por Apple y que en el momento de su presentación no se tenía claro para que podía servir este dispositivo, al pasar pocos años esta herramienta digital se ha convertido la favorita de muchos usuarios. Las ventas de las tablets ha generado que la mayoría de fabricantes electrónicos decidan construir tablets, con diferentes tamaños, aplicaciones y sistemas operativos.

2.1.1 Beneficios de enseñar con tablets

El ventajas del uso de este dispositivo en educación es variado, ya que como tiene conexión inalámbrica permite estar todo el tiempo conectado al internet, información presentado con formato multimedia, es muy diferente estudiar los huesos del ser humano en una descripción de un libro que en una animación 3 D, otra gran ventaja es su pantalla touchscreen que facilita el manejo y la navegación, es usada por pequeños de pocos años de edad hasta personas con edad avanzada.

En estos momentos en el mundo hay una gran discusión de si se debe dejar que los niños utilicen tablets, los que están en contra aducen que baja creatividad, produce sedenterismo, alteraciones del sueño, exposición a la radiación de la pantalla, irritabilidad. (Rowan, 2014). Mientras que hay una tendencia que dice que si se debe permitir el uso de dispositivos y entre las ventajas que dan son:

¹ MIT: Instituto Tecnológico de Massachusetts

² APK: Archivo Empacado de Aplicación

- Porque prohibir cosas nunca funciona
- Ayudan a resolver problemas, trabajo en equipo
- Fomentan las habilidades tecnológicas
- Ayuda en la escuela
- Motivan e interesan a los niños
- Ayudan a desarrollar el cerebro
- En el caso de las chicas, les abre las puertas en el sector tecnológico
- Enseña a los niños a llevar una vida equilibrada
- Alfabetización
- Realidad: cada vez hay más dispositivos de este tipo

(González, 2014)

Hablando específicamente de las tablets con sistema operativo Android, los usuarios de estas pueden bajarse muchas aplicaciones desde la tienda de Google, por lo que el uso de la Tablet puede irse especializando al gusto del cibernauta.

En el reporte New Horizon 2013 (Horizon Report NMC, 2013) define las tecnologías emergentes, como se muestra en la ilustración 2-1, que deben ser tomadas en cuenta para el futuro inmediato con relación a la educación:

1. Cloud Computing.- Uso del internet no solo como una fuente de información sino también un lugar en donde tener información personal de forma segura, que no se pierda y este disponible en cualquier dispositivo. Además se pueda compartir esta información sin importar el tamaño con los equipos de trabajo y poder realizarlo de manera colaborativo y al mismo tiempo, logrando eficacia y eficiencia.

2. Mobile Technology.- Uso de dispositivos móviles en la educación. La expansión del uso de los dispositivos móviles abarca cada día a más personas, esto no puede dejar de ser oído por la educación. Es importante abrir las puertas del aula a los dispositivos móviles para que faciliten las tareas de enseñanza aprendizaje. La ventaja de la Tablet sobre el computador es que pesa menos, y que se usa los dedos y no ratones para interactuar. Esa forma de relacionarse es más natural y más directa lo que facilita el uso de la Tablet. Pero para poder ser usada en el aula deba tener



Ilustración 2-1Tecnologías emergentes (Horizon Report NMC, 2013)

aplicaciones educativas de calidad diseñadas para reforzar el conocimiento

Muchos gobiernos de distintas partes del mundo emprenden programas que permitan una educación personalizada utilizando Tablet en los programas llamados 1: 1 ya que cada estudiante podrá avanzar a su ritmo. La UNESCO en su programa “Educación para Todos”, indica que la manera de llegar a esa realidad es mediante el uso de tecnologías y pone especial interés en la aplicación de dispositivos móviles en la educación. En su página web expone: “Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la

instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión dirección y administración más eficientes del sistema educativo” (UNESCO, sf). En este año la “Semana del aprendizaje móvil” auspiciado por UNESCO se dieron conferencias y simposios en los que se analiza el uso de dispositivos móviles en la educación y como el docente aprovecha de éstos.

En este punto podemos decir que tanto gobiernos como instituciones internacionales tienen claro de la ventaja que se tiene de trabajar con dispositivos móviles, el siguiente paso es capacitar a los docentes para que aprovechen esos recursos en sus clases y evaluar las aplicaciones educativas disponibles.

Una aplicación debe ser evaluada mínimo en las siguientes 9 dimensiones

- Fácil instalación
- Fácil navegación
- Documentación
- Precio
- Poder disponible
- Fundamento pedagógico
- Valor instruccional
- Valor de producción
- Interactividad. (Educational Technology & Society, sf)

2.2 Sistema operativo Android

Android es un sistema operativo basado en Linux, para dispositivos electrónicos móviles como tablets y smartphones. Android utiliza como lenguaje para desarrollar sus aplicaciones Java por lo que muchos programadores pueden aportar con aplicaciones de diferente tipo, calidad y utilidad, incluso se puede modificar el sistema operativo, ya que es una distribución de código libre, por lo que no tiene costo.

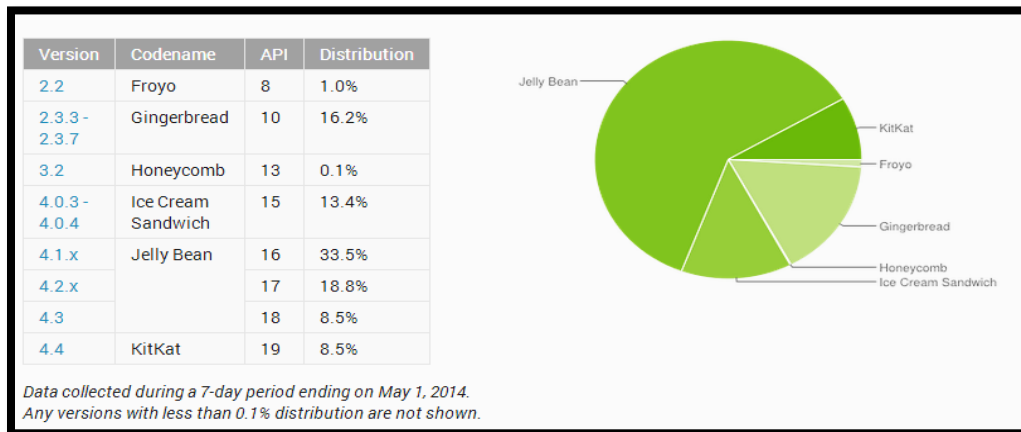
2.2.1 Historia

Fue desarrollado por Android.inc y en 2005 fue comprada por Google, en una de las operaciones más exitoso ya que el crecimiento del sistema operativo ha sido vertiginoso en los últimos años.

El 5 de noviembre de 2007 la Open Handset Alliance, un consorcio de varias compañías entre las que están Texas Instruments, Broadcom Corporation, Nvidia, Qualcomm, Samsung Electronics, Sprint Nextel, Intel, LG, Marvell Technology Group, Motorola, y T-Mobile; se estrenó con el fin de desarrollar estándares abiertos para dispositivos móviles.¹⁰ Junto con la formación de la Open

Handset Alliance, la OHA¹ estrenó su primer producto, Android, una plataforma para dispositivos móviles construida sobre la versión 2.6 de Linux. (Open Handset Alliance, 2007)

Ilustración 2-2: Distribución de versiones de Android a abril 2014 (Androlib, 2014)



Android ha ido evolucionando y con diferentes versiones, cada más con mejores resultado, optimizando recursos. En la ilustración 2-2 se presenta un cuadro sobre las versiones de Android y como están distribuidas a abril 2014.

2.2.2 Arquitectura

Android está formado por cuatro capas, como se ve en la ilustración 2-3, núcleo de Linux, Bibliotecas y máquina virtual Dalvik, armazón de aplicaciones y aplicaciones. A continuación se describe cada una de ellas.

1. Núcleo de Linux.- Gestiona la memoria y procesos internos. Es el puente entre el hardware y el software, esto permite acceder a los componentes sin necesidad de conocer el modelo y sus componentes
2. Bibliotecas.- Esta capa incluye un conjunto de bibliotecas en C/C+. Adicional de del entorno de ejecución con la máquina virtual Dalvik, que es como la máquina virtual de Java JVM.
3. Marco de trabajo aplicaciones.- En esta capa se ubican las bibliotecas JAVA (API s) que acceden a los recursos a través de la máquina virtual Dalvik.

¹ OHA: Open Handset Alliance

4. Aplicaciones.- Las aplicaciones o apps, hay las que son básicas y otras que son descargadas por el usuario. (Avila, 2012)

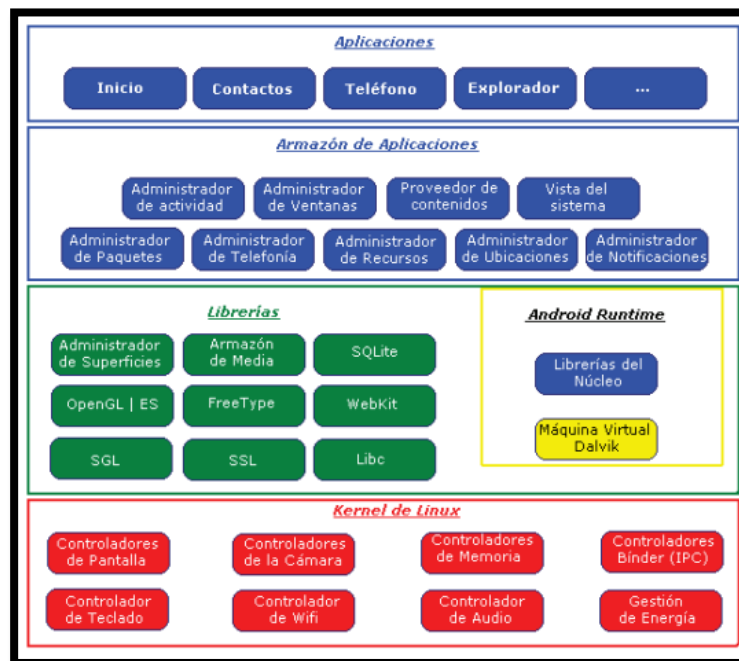


Ilustración 2-3: Sistema de capas de Android (Báez, y otros, sf)

2.2.3 Crecimiento de Android

Desde que nace en 2005 Android no para de crecer, con el apoyo de GOOGLE logra ser el sistema operativo con mayor crecimiento y en muchos países el más utilizado en dispositivos electrónicos. Entre las razones del éxito es tiene el apoyo de Open Handset Alliance, la que está conformada por muchas marcas poderosas de la electrónica y de las comunicaciones como Google, Telefonica, T-Mobile, HTC, China Mobile, con la idea de crear una plataforma de software abierto (Open Handset Alliance, 2007)

El siguiente motivo es por lo atractivo que es para los desarrolladores crear aplicaciones que cubran requerimientos de todo tipo, muchas de ellas gratuitas. Android ofrece el Software Development Kit (SDK), que es un ambiente que permite desarrollar aplicaciones con lenguaje Java y está disponible en la red. Para el año 2015 Android pone a disposición de los programadores “Android Studio” (Andoid, 2015). Google da un marco de desarrollo de aplicaciones más visual llamado App Inventor para las personas que no estaban muy familiarizadas con el entorno Java ya que utiliza bloques y entrono gráfico; este proyecto fue recogido por el Instituto Tecnológico de Massachusetz y en la actualidad se tiene la 2da versión del MIT App Inventor. (Massachusetts Institute of Technology, 2012-2015).

A continuación en la ilustración 2-4 se muestra una imagen comparativa del porcentaje de mercado de los principales sistemas operativos de smartphone. Claramente se ve el dominio que tiene Android sobre el resto de OS, en dos mercados que se relacionan mucho con el mercado ecuatoriano.

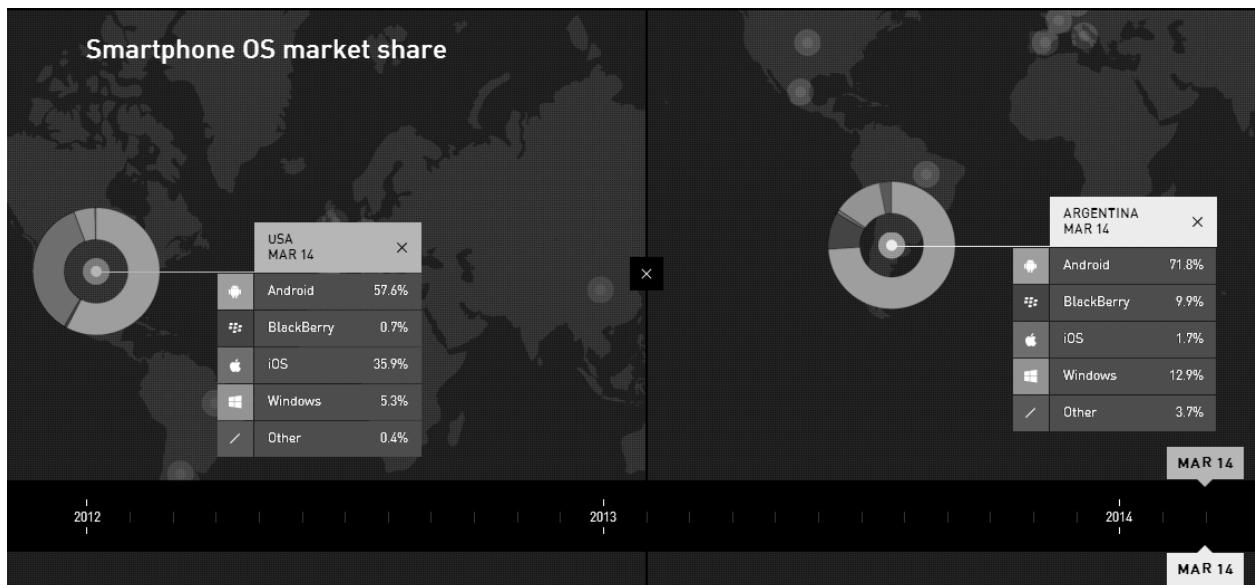


Ilustración 2-4 Comparación del mercado de OS para smartphone a marzo 2014 (Kantarworldpanel ComTech, 2014)

2.3 Metodología SCRUM

Forma parte de las metodologías para la gestión de proyectos tipo Agile, y busca dar productos útiles que cubran necesidades de la manera más rápida, y el proyecto se va completando poco a poco y en cada proceso se repite los pasos para crear el producto. Scrum es un marco de trabajo que da las pautas o reglas para desarrollar un proyecto trabajando en equipo, obteniendo entregables que son evaluados en cada iteración. (Albaladejo, 2014)

Scrum es:

- Ligero
- Fácil de entender
- Extremadamente difícil de llegar a dominar (Schwaber & Sutherland, 2013)

Scrum da una orden al desarrollo de proyectos ya que indica como quienes intervienen, cuando intervienen, que tienen que hacer, cuando hay que reunirse, y en que fecha se realiza las entregas.

El marco de trabajo Scrum consiste en los Equipos Scrum, roles, eventos, artefactos y reglas asociadas. Cada componente dentro del marco de trabajo sirve a un propósito específico y es esencial para el éxito de Scrum y para su uso. (Schwaber & Sutherland, 2013)

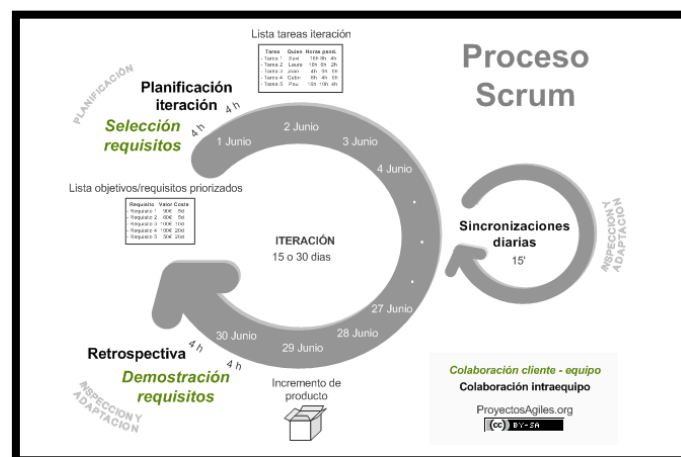
El proyecto se desarrolló aplicando esta metodología, esto dio mayor agilidad en los tiempos de trabajo ya que se fue creando cada módulo por separado, y una vez terminado era evaluado por los usuarios. Por ejemplo se empieza por el módulo de la suma entonces se realiza la reunión de trabajo, se entiende los requerimientos, se empieza a programar y en un mes entregar el módulo para que sea evaluado por los usuarios, mientras se está evaluando este módulo se empieza con el módulo de la resta, que tiene sus propios requerimientos y se desarrolla el módulo de la resta.

Scrum difiere del desarrollo en cascada en que el usuario está más involucrado en el desarrollo de la herramienta, en vez de utilizar “casos de uso” se usa “historia de usuario”, en el que el usuario expone sus requerimientos en un resumen con palabras que el utiliza.

El usuario tiene parte del producto para probarlo en un tiempo corto lo que anima a continuar o a cambiar requerimientos a tiempo, en el desarrollo en cascada el usuario solo puede ver el producto al final del proceso.

En la ilustración 2-5 se muestra el proceso que sigue SCRUM, 1ro se selecciona los objetivos-requisitos priorizados para esa iteración o sprint, se planifica el sprint con las tareas que debe cumplir este, cada día se revisan los avances y/o problemas, al final de la iteración se realiza una inspección y control para comprobar si el producto cumple con los requisitos dados al inicio. Un tiempo promedio de cada iteración es de 15 a 30 días.

Ilustración 2-5: Proceso SCRUM (Albaladejo, 2014)



En Scrum un proyecto se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos (iteraciones de un mes natural y hasta de dos semanas, si así se necesita). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. (Albaladejo, 2014)

2.4 MIT App Inventor

Es una herramienta basada en la programación en base a bloques, fue desarrollada en un inicio por Google para poder facilitar la creación de aplicaciones para su sistema operativo Android bajo un entorno gráfico, este proyecto quedó truncado pero fue retomado por el Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT) en su laboratorio de medios (Media Lab), proporcionándole un enfoque similar al lenguaje de programación Scratch, que es una herramienta creada por MIT. MIT App trabaja en internet, por lo que para acceder al área de desarrollo se hace a través de una cuenta de Google, es decir el programa cuando ingresa valida al usuario lo que permite tener un almacenaje en la nube individual y seguro. Las aplicaciones se desarrollan como proyectos que pueden tener diferentes pantallas cada una de estas con los objetos visuales y no visuales requeridos para la funcionalidad de la aplicación. (Massachusetts Institute of Technology, 2012-2015)

Una aplicación, desde el punto de vista del desarrollador, tiene una arquitectura dividida en dos partes: los componentes que pueden ser visuales o no visuales y por otra lado el funcionamiento de los componentes; los componentes se los ubica en la pantalla de diseño (ilustración 2-6) y el funcionamiento se da en la pantalla de bloques (ilustración 2-7).

La pantalla de diseño se divide en 4 sectores: Palette, Viewer, Components y Properties, como lo muestra la ilustración 2-6.

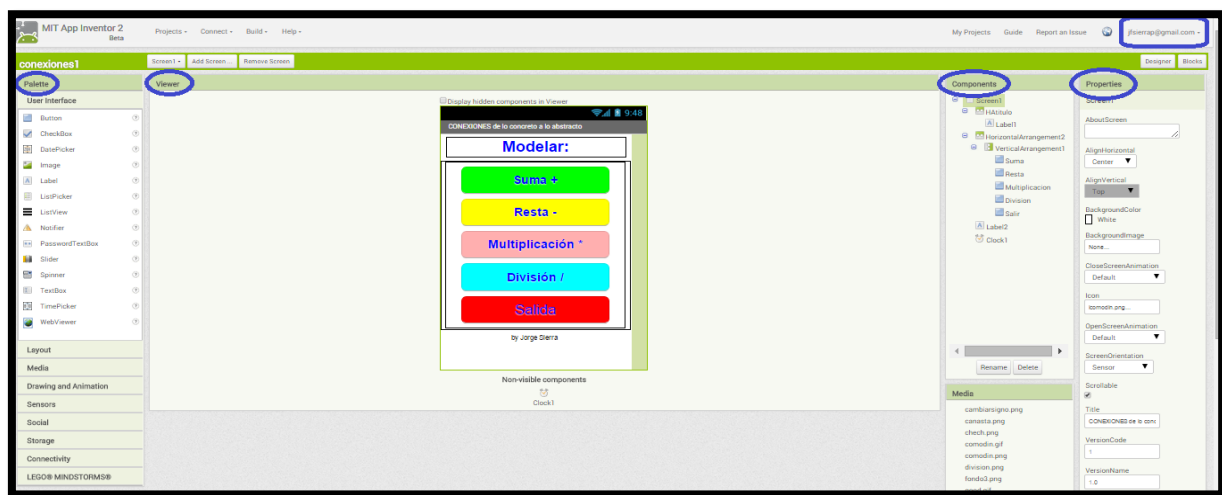


Ilustración 2-6: Pantalla inicial de MIT App (Sierra, 2015)

En Palette están los objetos agrupados en las siguientes secciones: User Interface, Layout, Media, Drawing and Animation, Sensors, Social, Storage, Connectivity y LEGO. Para utilizar un objeto, se abre la sección correspondiente y se arrastra hacia Viewer. En Viewer se crea el entorno gráfico que tendrá la aplicación, puede tener componentes visuales y no visuales, al aumentar uno de estos en la

vista aparecen el nombre en Components. En Components se ve los nombres de los objetos, con el orden y jerarquía de cada uno de ellos, en este sector se puede cambiar el nombre o eliminar un objeto, al seleccionar un objeto aparece su comportamiento en la sección Properties. En Properties son los parámetros que tendrá cada objeto, los mismos que pueden ser cambiados, como por ejemplo su ancho, el color del fondo, el tamaño de la letra.

La pantalla de Blocks, como lo muestra la ilustración 2-7, es utilizada para programar. Tiene dos sectores: Blocks y Viewer. En el sector Blocks, están los objetos que forman el entorno gráfico creado de la aplicación, al seleccionar uno de estos se despliega los diversos comandos que puede utilizar dicho objeto, se escogerá el adecuado para el comportamiento que se requiere y se arrastra a Viewer. En Viewer está la programación de cada objeto, se ponen los comandos que los objetos requieren de la forma y orden para que su comportamiento sea el esperado.

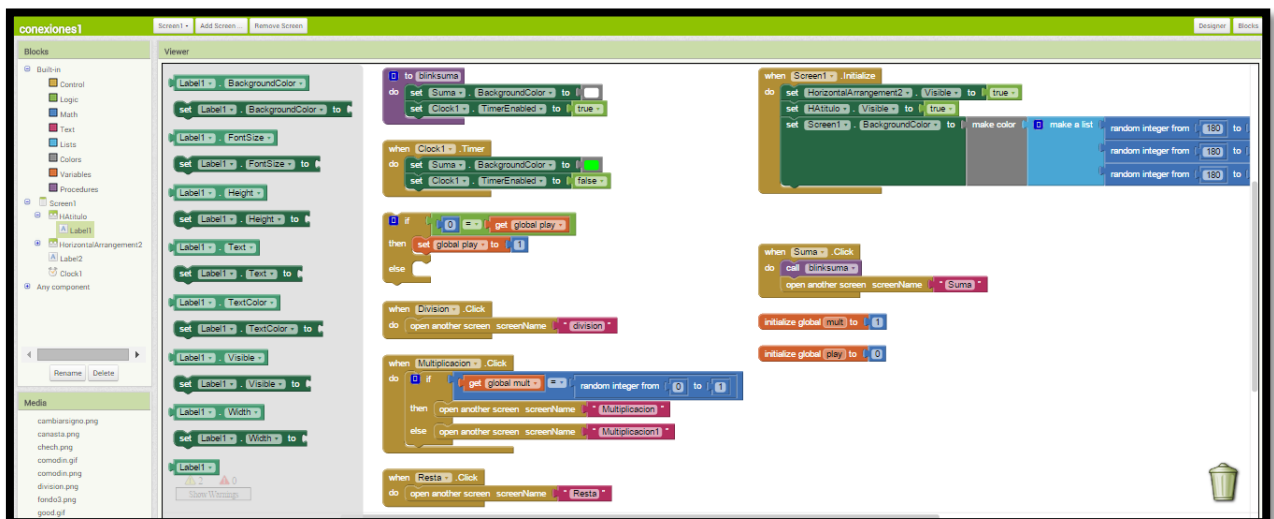


Ilustración 2-7: Pantalla de Blocks (Sierra, 2015)

Para probar el funcionamiento de las aplicaciones tiene tres formas de relacionarse con un dispositivo Android:

1. Conexión vía USB con el dispositivo
2. Emulador de dispositivo
3. Conexión vía WIFI¹ con el dispositivo.

¹ WIFI: mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica

Para la conexión WiFi se debe descargar un archivo en la computadora donde se quiere probar la aplicación llamado aiStarter y que está en la propia página web. Para conectarse con el dispositivo Android se instala en este una aplicación llamada MIT AI2 Companion, mediante estos dos archivos y en la página web <http://ai2.appinventor.mit.edu/> que es donde se desarrolla la aplicación, se puede probar la aplicación sin necesidad de convertirle en archivo tipo .apk, pudiendo realizarse cambios al mismo tiempo que se ejecuta lo que da una flexibilidad al desarrollador y mejorar la aplicación mediante prueba y error.

Esta herramienta es on-line gratuita y construye archivos tipo .apk que son aplicaciones que corren en Android. La curva de aprendizaje para programadores con experiencia es rápida, hay tutoriales dados por el propio Instituto o por las personas que desarrollaron esta, por lo que para el desarrollo de la herramienta se utilizó MIT app inventor 2.

3 Metodología de la enseñanza

3.1 Uso de material concreto para la enseñanza de operaciones básicas con signo

El uso de material concreto para la enseñanza de operaciones básicas en los niños es general, por ejemplo el ábaco, pero también sirve como estrategia para la enseñanza de operaciones básicas a niños con problema de aprendizaje. Hay algunos tipos de material concreto para la enseñanza de operaciones básicas con signo uno de estos es la metodología conexiones, en los libros de Estados Unidos utilizan uno similar llamado “algebra tiles”, pero este no tiene comodines, y otra forma de realizar operaciones con enteros sería el uso de la recta numérica.

3.2 Metodología “Conexiones”

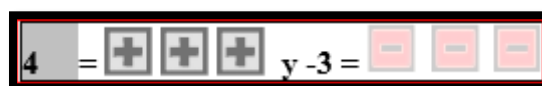
María Luz Turriaga es una profesora de matemática con una maestría en neuropedagogía, hace algunos años se enfrentó al reto de enseñar operaciones básicas y posteriormente algebra a estudiantes con problemas de aprendizaje, en el aula que el “Liceo Internacional” tiene para la instrucción de niños y jóvenes con este problema. Al verse ante la necesidad de que la capacidad de abstracción era limitada busco la manera de enseñar mediante material concreto, el resultado fue la metodología “Conexiones”, basada en el método “Algebra Tiles”, que permite ir de lo concreto a lo abstracto mediante la modelización de los conceptos de cada operación jugando con fichas. Durante una serie de cinco entrevistas María Luz fue explicando su metodología.

3.2.1 Descripción de la metodología

La siguiente descripción de la metodología es dada por Msc. María Luz Turriaga, con quien trabajé durante 8 meses desarrollando esta forma diferente de aprender las operaciones básicas con signo, fundamentales para poder pasar al aprendizaje del algebra.

La metodología va de lo más fácil a lo más difícil, ya que parte igualando números con cantidades.

Por ejemplo:



$$4 = + + + \quad \text{y} \quad -3 = - - -$$

Ilustración 3-1: Relación cantidad número (Turriaga, Metodología. Parte I, 2014)

Y poco a poco se va definiendo las operaciones con un lenguaje más coloquial que matemático. Este entendimiento en la metodología lo llama modelamiento, ya que es un modelamiento mental que hace el estudiante para entender las operaciones.

3.2.2 Modelar el cero

El cero es una representación de la ausencia de cantidades, al no haber cantidad tampoco hay signo, pero la ausencia de cantidad se da cuando se han equilibrado las cantidades positivas y las cantidades negativas, es decir, un cero puede ser una ficha positiva y una ficha negativa. Esto significaría que no tiene valor positivo ni negativo. En la metodología el cero se lo utiliza como estrategia para completar cantidades es decir es utilizado como un “comodín” Los demás guarismos se los representará con la cantidad necesaria de fichas, en cada caso tanto los positivos como los negativos.



Ilustración 3-2: Representación del 0 (Turriaga, Metodología. Parte I, 2014)

Una vez representados y comprendidos los números, el siguiente paso es su operatividad. (Turriaga, Metodología. Parte I, 2014)

3.2.3 Modelar la suma

Sumar es aumentar a una cantidad otra.

Ejemplo: A 4 aumentar -2.

Matemáticamente: $+4 + (-2) = +2$



Ilustración 3-3 : Suma (Turriaga, Metodología. Módulo Suma, 2014)

Con fichas es: A 4 fichas positivas aumentar 2 fichas negativas.

Solución: Una ficha positiva y una ficha negativa se hacen 0 por lo se obtiene 2 ceros (2 comodines) y el resultado son 2 fichas positivas, como lo muestra la ilustración 3-3.(Turriaga, Metodología. Módulo Suma, 2014)

3.2.4 Modelar la resta

Restar es quitar una cantidad de otra.

Ejemplo: a 5 quitar -3

Matemáticamente: $+5 - (-3) = +8$

Con fichas es: A 5 fichas positivas quitar 3 fichas negativas.



Ilustración 3-4: Resta (Turriaga, Metodología. Módulo Resta, 2014)

Solución: Como no tengo 3 fichas negativas para quitar pongo 3 ceros (3 comodines) y de esa manera puedo quitar 3 fichas negativas entonces el resultado es 8 fichas positivas. La ilustración 3-4 muestra de manera gráfica la resta. (Turriaga, Metodología. Módulo Resta, 2014)

3.2.5 Modelar la multiplicación

Multiplicar es repetir una cantidad varias veces.

Ejemplo: Repetir 3 veces -2

Matemáticamente: $+3 \times (-2) = -6$ y de manera gráfica como lo muestra la ilustración 3-5



Ilustración 3-5: Multiplicación (Turriaga, Metodología. Módulo Multiplicación, 2014)

1 vez 2 veces 3 veces

Solución: Colocar 3 veces 2 fichas negativas será 6 fichas negativas. La ilustración 3-5 muestra de manera gráfica la multiplicación.(Turriaga, Metodología. Módulo División, 2014)

3.2.6 Modelar la división

Dividir es repartir una cantidad en grupos iguales.

Ejemplo: Repartir -8 en 2 grupos iguales

Matemáticamente: $-8 : (+2) = -4$

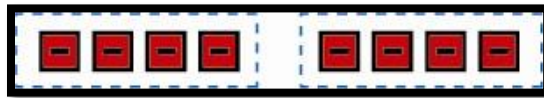


Ilustración 3-6: División (Turriaga, Metodología. Módulo División, 2014)

Solución: Colocar en dos grupos iguales 8 fichas negativas, el resultado son 4 fichas negativas en cada grupo. La ilustración 3-6 muestra de manera gráfica la división.(Turriaga, Metodología. Módulo División, 2014)

Esta metodología tuvo reconocimiento nacional al ganar el Concurso fundación FIDAL 2011

4 Análisis y desarrollo de la herramienta

El análisis y desarrollo digital aplica la metodología Agile SCRUM, por lo que cada operación es un sprint. El análisis en la metodología se realiza en las reuniones con el usuario llamadas “Reuniones de planificación del Sprint”, de esta reunión se obtiene el “Objetivo del Sprint” y los puntos a los que se acuerda que contendrá el sprint se los coloca en la “Historia de usuario”. El desarrollo se da en la fase “Ejecución del Sprint” en esta parte del proceso con el desarrollo ya implementado se prueba la “Funcionalidad” para ver si se está cumpliendo con los puntos de la “Historia de usuario”. La parte de funcionalidad es cuando se ve el módulo o parte de este en funcionamiento, es la parte de la programación y del módulo y como esta realizará las operaciones acordadas anteriormente. Para completar con el usuario presente se realiza la “Revisión del Sprint” que es el primer paso para saber si se ha llegado a cumplir con el objetivo que se planteó y cubre los puntos acordados en el análisis. Al final del proceso que tiene un plazo de cumplimiento, se obtiene resultados más rápidos que son utilizados por los usuarios.

A continuación se encuentra cada uno de los Sprint o iteraciones que se realizó para obtener el software educativo.

4.1 Menú Inicial

La pantalla inicial de la aplicación se diseñó de manera simple con cuatro botones grandes que indican cada una de las operaciones, para que la carga de la aplicación sea rápida.

Cada botón tiene un color diferente para facilitar su identificación, y etiquetas que nombran la operación, además se dispuso las operaciones contrarias en lados opuestos. Todas las pantallas tienen

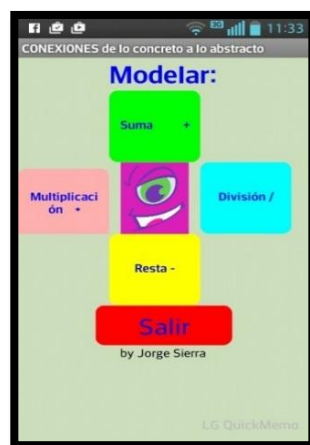


Ilustración 4-1: Menú principal (Sierra, 2015)

un ancho de 300 pixeles para que puedan ser utilizadas en smartphones o tablets, de preferencia en posición vertical.

En la Ilustración 4-1 se muestra el menú principal, esta formado por cuatro botones uno por cada operación Al presionar uno de los botones se ejecuta el código y se abre la pantalla de la operación seleccionada

4.2 1er Sprint: “SUMA”

Las operaciones son dichas utilizando lenguaje no matemático para reforzar o enlazar la operación con lenguaje más conocido por los estudiantes, en la suma se planteó la operación: “A (número 1) aumentar (número2)”, por ejemplo “a 5 aumentar 2”. Para ejecutar la operación el estudiante debe mover fichas ya que la cantidad de fichas movidas representan el número, reforzando el concepto de número. La cantidad de fichas resultantes deben ser interpretadas por los estudiantes y convertirla a número. En esta operación se presenta la dificultad de sumar números con diferente signo, por eso es importante los colores de las fichas ya que eso les permite ver, de manera gráfica, si el resultado es positivo o negativo

4.2.1 Reunión de planificación del Sprint

Se inició con una reunión de trabajo entre la autora de la metodología y la persona que realiza el desarrollo, para entender como “Conexiones” opera en la suma. La propietaria de la metodología explicó con fichas reales como se realiza la suma, después se dibuja el primer esbozo del entorno gráfico y se escribe las historias de usuario o requisitos para la suma, que fueron aprobados por la autora de la metodología. El tiempo para esta iteración fue de 4 semanas

4.2.2 Objetivos del Sprint

Desarrollar el módulo de la suma de números enteros positivos y negativos utilizando la metodología “Conexiones”, para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

4.2.3 Historia de usuario

En reunión con la autora de la metodología se llega a los siguientes requisitos:

- Las fichas representan números
- Hay un tablero de juego en el que se añaden o quitan fichas.
- Las fichas tienen cada cara de un color diferente
- El color verde representa números positivos

- El color rosado representa números negativos
- Las fichas se mueven hacia y desde el tablero para aumentar o disminuir cantidades
- Las fichas del lado izquierdo corresponde al primer número
- Las fichas del lado derecho corresponde al segundo número
- El ejercicio planteado utiliza lenguaje no matemático. Debe decir: “al primer número aumentar el segundo número”
- Los números que se utilizan en el ejercicio aparecen de manera aleatoria en un rango de -10 a 10
- Al empezar el ejercicio hay como cambiar el signo de las fichas no durante su desarrollo. Colocar un botón para cambiar el color de las fichas de la derecha y otro para cambiar el color de las otras fichas
- Se puede realizar varias veces el ejercicio antes de su evaluación. Colocar un botón para resetear.
- El usuario debe escribir el resultado. Colocar un botón para evaluar el resultado
- La evaluación será tanto del proceso como del resultado. Presentar en una ventana aparte los resultados.

4.2.4 Ejecución del Sprint

El desarrollo se realizó a diario, siguiendo el siguiente esquema:

- Primera pantalla: etiquetas y botones. Se plantea la operación, los números son aleatorios entre -10 y 10. Las etiquetas indican la operación y los botones son “Ok” y “Cancelar”.
- Segunda pantalla: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. Hay fichas al lado derecho e izquierdo de la pantalla. Las del lado izquierdo son la representación del primer número y al ser tocadas estas se mueven hacia el tablero y cambia el número, lo mismo ocurre con las del lado derecho. Para cambiar los colores de las fichas, es decir el signo, hay botones para realizar esta operación pero solo están activos antes de que las fichas se muevan o al resetear el ejercicio. Se realiza la operación. Las etiquetas muestran al primer y segundo número, con los valores que se han colocado con las fichas. Existe un espacio para que el usuario escriba el resultado y al lado el botón “Check”. Hay botones para cambiar los signos “Cambiar +/-” y para resetear la operación “Reset”. Lienzo con 10 imágenes que representan las fichas a la derecha y 10 fichas a la izquierda. Las fichas de la izquierda representan el 1er número y las de la derecha representan el 2do número.

- Tercera pantalla: etiquetas, botones. Se evalúa los resultados. En la etiquetas aparecen la operación planteada, la operación realizada y se evalúa entre sí el primer número, segundo número y la respuesta, con imágenes de visto o x. Hay botones para “Continuar” o “Salir”
- Hay botones para “Continuar” o “Salir”

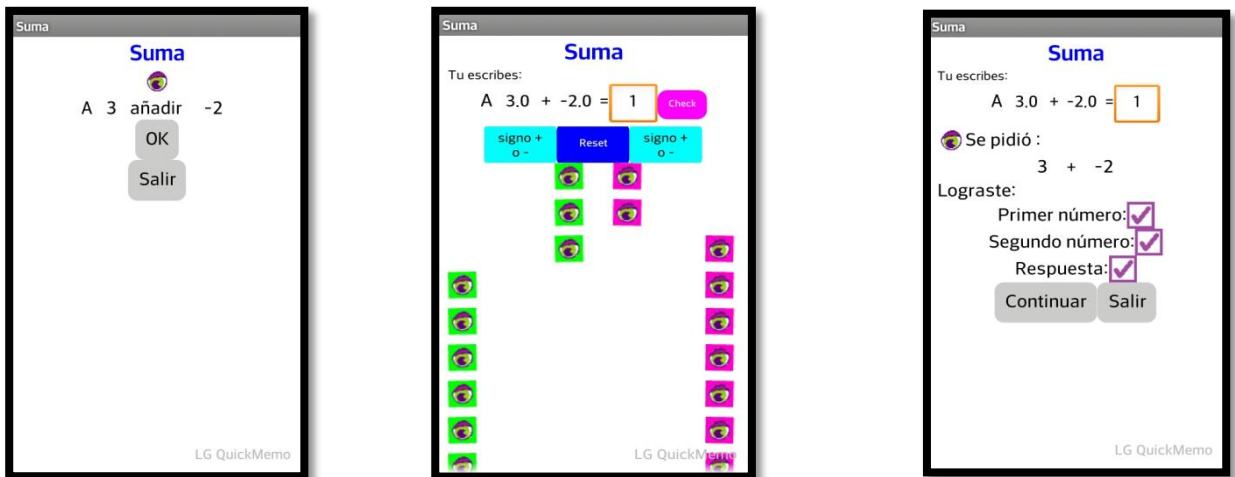


Ilustración 4-2: Pantallas de la suma (Sierra, 2015)

En la ilustración 4-2 se muestra la secuencia de pantallas que se dan en la operación, la pantalla de la derecha plantea el ejercicio en la pantalla del centro se ejecuta el ejercicio y el usuario escribe la respuesta en la pantalla de la izquierda se evalúa las respuestas.

Una vez planteado el entorno gráfico se procede a la programación de cada componente. El módulo de inicio de la suma genera automáticamente números aleatorios entre -10 y 10 y obtiene la respuesta, las misma que será comparada cuando el usuario ingresa la suya

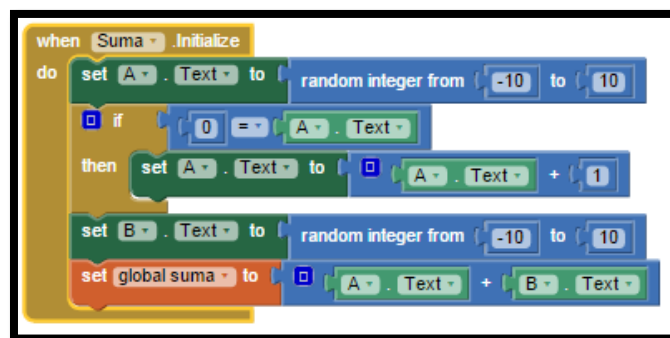


Ilustración 4-3: Inicio de Suma (Sierra, 2015)

En la ilustración 4-3 muestra el código de Inicio de Suma en este se genera 2 números aleatorios entre -10 y 10, se los suma y el resultado es guardado en una variable global suma.

El bloque de control para evaluar la respuesta se llama BCheck y se muestra en la ilustración 4-5, y este compara si el 1er número ingresado por el usuario es el que fue planteado pone un visto sino una X, lo mismo sucede con el 2do número y con la respuesta que es comparada con la variable global.

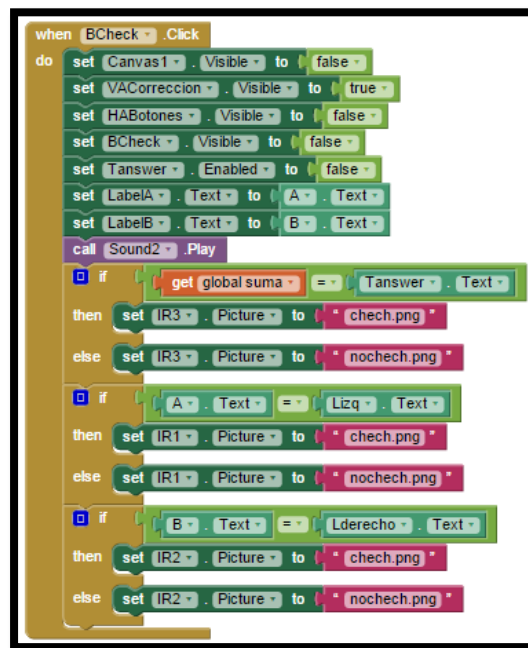


Ilustración 4-4: Módulo evaluación de la suma (Sierra, 2015)

Al terminar la operación la alternativa de volver a realizar otra operación se logra con un procedimiento llamado “inicio”, el cual se muestra en la ilustración 4-4 y que básicamente resetea los objetos y genera nuevos números aleatorios entre -10 y 10. Es importante mantener un estándar para dar los nombres a los bloques de control y a los procedimientos. Para los bloques de control de botones se los identifica con la letra “B” al inicio del nombre, mientras que los procedimientos tienen un nombre que describa lo mejor posible su función, por ejemplo “inicio” que pone los objetos como al inicio.

En la ilustración 4-5 está el código del procedimiento “inicio”, este es llamado por los bloques de control que requieren dar a los objetos su valor inicial, en la programación de esta pantalla hay dos instancias que necesitan este procedimiento, cuando se empieza el primer ejercicio y cuando se va a continuar con otro ejercicio, es por esto que se creó este procedimiento porque es requerido en varias ocasiones, con eso se evita la redundancia de código y se tienen programas más fáciles de dar mantenimiento y de leer. Este procedimiento también oculta parte de la pantalla y botones que deben aparecer después.

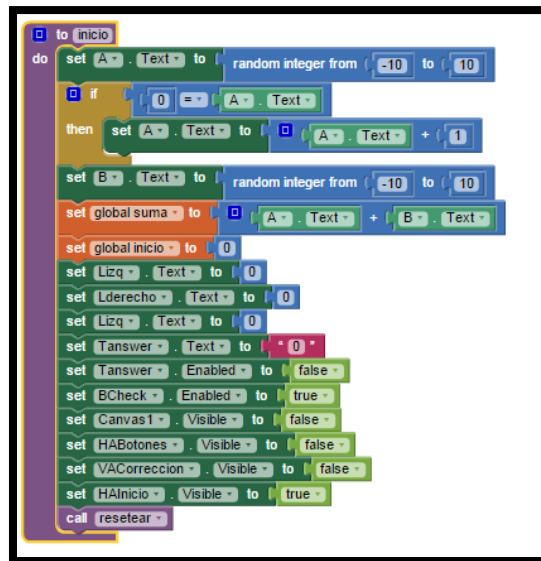


Ilustración 4-5: Procedimiento inicio de la suma (Sierra, 2015)

La programación de este módulo, como el resto fue realizado en “MIT app inventor”, y cada objeto visual tiene su código para que actúen de acuerdo a lo que necesita. Una ventaja del usar MIT App Inventor 2 es que permite compilar la aplicación y probarla en el dispositivo a través de AI Companion sin necesidad de crear el archivo APK por lo que se realiza los ajustes de programación en la producción, aplicando el método heurístico de prueba y error, para pulir la aplicación. El tiempo utilizado para desarrollar este módulo fue de un mes, ya que a pesar de ser el módulo más fácil de programar también se estaba realizando el reconocimiento de la herramienta de desarrollo, pero se logró cumplir con el tiempo convenido.

4.2.5 Funcionalidad

La primera pantalla indica la operación a realizarse en este caso “A 1er número añadir 2do número”. El 1er número como el 2do número se generan de manera aleatoria entre -10 y 10, se realiza la suma de estos números y la respuesta se guarda en una variable global. Se completa el entorno con dos botones “OK” para aceptar el reto y “Salir” para regresar al menú inicial, al presionar “OK” desaparece la ventana de la operación y aparece la segunda ventana en la que están las fichas con los botones que permite cambiar el signo y escribir el resultado final, al tocar cada ficha estas cambian de puesto hacia el centro, las fichas de la izquierda corresponde al primer número y las de la derecha al segundo número, la cantidad de fichas que se mueven al centro corresponde al número por lo que el resultado final será la cantidad de fichas que estén en el centro. Hay que tomar en cuenta que una ficha positiva se anula con una ficha negativa. El usuario debe escribir el resultado y presionar el botón “Check”. La programación esta en cada ficha así como los botones de cambio de signo y de “Check”. Al presionar este botón el usuario observa los resultados de su operación.

En la tercera pantalla se evalúa el primer número, el segundo número y el resultado. El 1er número generado por el software se compara con el número dado por el usuario, si es correcto se dibuja un visto caso contrario tendrá una X, el 2do número generado es comparado con el del usuario tanto en signo como en número y procede de la misma manera, el resultado de la suma, que está guardado en una variable global es comparado por el ingresado por el usuario tanto en signo como en número y si es correcto le pone al lado un visto , de no ser así le pone una X. Además permite continuar con otra suma o salir al Menú Principal. Al escoger otra suma se vuelve a cargar la primera página, por lo que se utiliza un procedimiento similar al “inicio”.

4.2.6 Revisión de Sprint

El programa MIT App Inventor 2, genera archivos con extensión APK para que puedan ser instalados en dispositivos Android, por lo que para realizar la revisión del módulo de la suma solo se genera dicho archivo y se instala en el dispositivo, estando operativo en el menú principal solo el botón de la suma. La aplicación fue puesta en diferentes dispositivos con Android como tablets y smartphones, y fue evaluada por la autora de la metodología. Durante este proceso se realizaron algunos ajustes sobre todo en lo que respecta a la presentación final y se probó que los resultados estaban acordes con los requisitos planteados en la “Historia de Usuario”, así como la presentación visual en diferentes dispositivos y la coherencia de los resultados para que cuando sea utilizado por los estudiantes no genere controversia con lo que han aprendido.

4.3 2do Sprint: “RESTA”

Las operaciones son enunciadas con un lenguaje no matemático para reforzar o enlazar la operación con lenguaje más conocido por los estudiantes, en la resta se utiliza la oración: “A (1er número) quitar (2do número)”

4.3.1 Reunión de planificación del Sprint

Se inició con una reunión de trabajo entre la dueña de la metodología y la persona que realiza el desarrollo, para entender como “Conexiones” opera en la resta. La propietaria de la metodología explicó con fichas reales como se realiza la resta, en esta operación aparece un componente llamado comodín que es utilizado para realizar la resta y se escribe las historias de usuario o requisitos para la resta que fueron aprobados por la autora de la metodología. El entorno gráfico varía con relación a la suma ya que se necesita un número y a este se le quita una cantidad. El tiempo para esta iteración fue de 4 semanas

4.3.2 Objetivos del Sprint

Desarrollar el módulo de la resta de números enteros positivos y negativos utilizando la metodología “Conexiones”, para dispositivos móviles con sistema operativo Android

4.3.3 Historia de usuario

En reunión con la autora de la metodología se llega a los siguientes requisitos:

- El formato de fichas se mantiene como la suma, es decir verdes son fichas positivas y rosadas son negativas
- La herramienta escribirá la operación utilizando números aleatorios
- La herramienta dirá en español la operación utilizando lenguaje común, es decir: "Al primer número quitar el segundo número"
- Se podrá reiniciar la operación las veces necesarias
- Al inicio de la operación se puede cambiar de signo a las fichas
- Las fichas al ser tocadas se mueven desde y hacia el tablero de juego
- El comodín son dos fichas una verde y otra rosada
- Para ingresar el segundo número se puede utilizar comodín
- Debe aparecer los números dependiendo del movimiento de las fichas
- El usuario ingresará el resultado y chequea que este correcto
- La herramienta evalúa tanto el proceso como el resultado
- La herramienta puede ser utilizada varias veces

4.3.4 Ejecución del Sprint

El desarrollo se realizó a diario, cumpliendo los puntos de la “historia de usuario” siguiendo el siguiente esquema:

- Primera pantalla: etiquetas y botones. Se enuncia la operación. Una pantalla muy similar a la de la suma, con la diferencia de la operación
- Segunda pantalla: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. Se realiza la operación. Las etiquetas muestran los resultados que se realizan con las fichas y el botón “Check”. Hay botones para cambiar los signos “Cambiar +/-” y para resetear la operación “Reset”. Lienzo con 10 imágenes que representan las fichas del 1er número y un visto que indica que se ingresó este. Al presionar este se muestran imágenes con comodines para utilizarlos de ser necesarios.

- Tercera pantalla: etiquetas, botones. Se evalúa los resultados. Muy similar a la pantalla de la suma

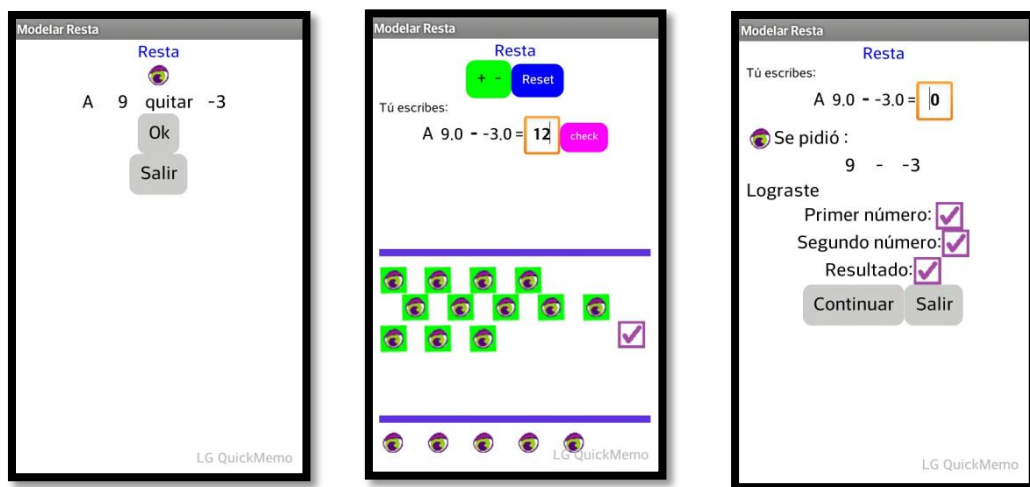


Ilustración 4-6: Pantallas de la resta (Sierra, 2015)

Una vez planteado el entorno gráfico se procede a la programación de cada componente. El módulo inicio con el bloque de control Resta. Inicialize, la que genera números aleatorios entre -10 y 10 para el 1er número y entre -5 y 5 para el 2do número, realiza la operación y guarda el resultado en la variable global respuesta. En la ilustración 4-7 se muestra el código de inicio de Resta

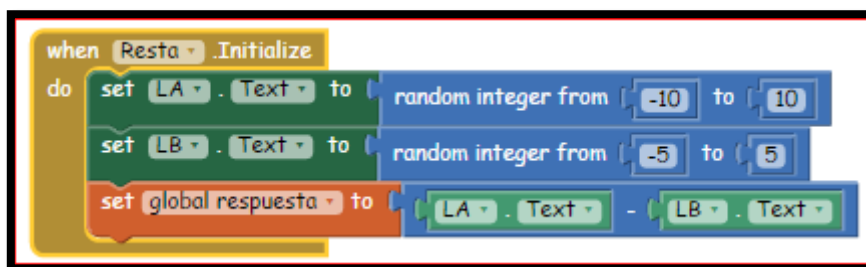


Ilustración 4-7: Función Resta.Initialize (Sierra, 2015)

El bloque de control llamado Invisto1 es el que genera los comodines en la operación, por eso contiene una serie de condicionales que deben cumplir para que el funcionamiento de la herramienta sea el correcto, parte de él se muestra en la ilustración 4-8

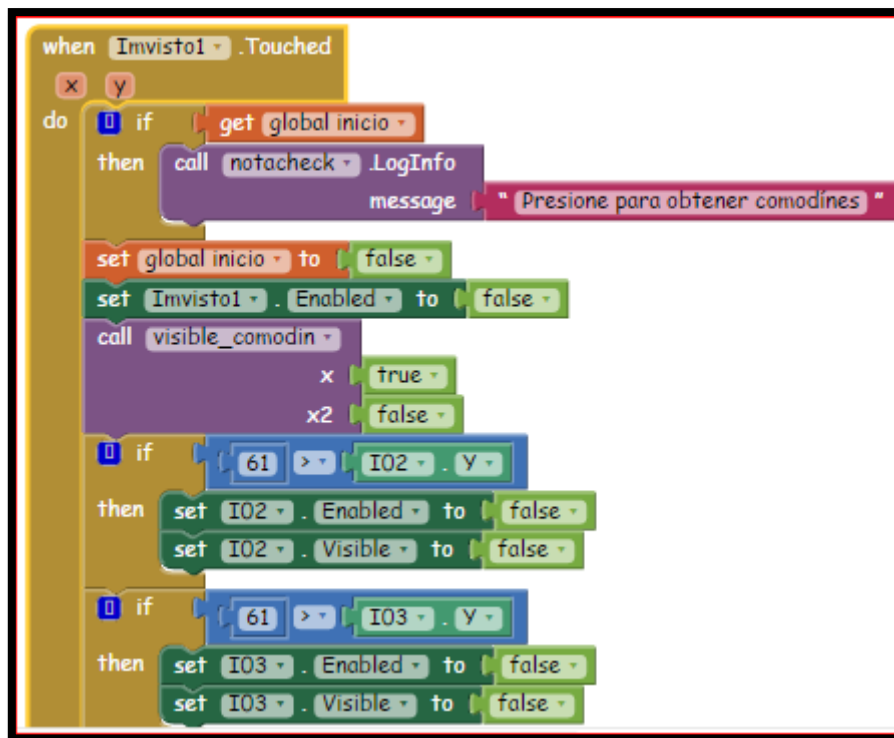


Ilustración 4-8: Bloque de control visto (Sierra, 2015)

En total se crearon 30 bloques de control, 5 procedimientos y 4 variables globales para el funcionamiento del módulo. En el anexo 4 se presenta el código de este módulo

4.3.5 Funcionalidad

La primera pantalla indica la operación a realizarse en este caso “ A 1er número quitar 2do número”, un botón “OK” para aceptar el reto y “Salir” para regresar al menú. La aplicación está programada con el procedimiento “inicio” el que genera dos números aleatorios positivos o negativos y guarda el resultado en una variable global. El botón “OK” cierra la actual ventana y abre la 2da ventana en la que están las fichas con los botones que permite cambiar el signo y escribir el resultado final, al tocar cada ficha estas cambian de puesto hacia el abajo, la cantidad corresponde al primer número y el botón del visto indica que se ha ingresado el número, aparecen botones con comodines que pueden ser utilizados de ser necesarios la cantidad de fichas que quedan en la zona de operación corresponde al número del resultado final.

Hay que tomar en cuenta que una ficha positiva se anula con una ficha negativa. Al escribir el resultado se presiona un botón “Check” y desaparece las fichas para que en la ventana 3 se dan los resultados, se evalúa el primer número, el segundo número y el resultado, si los números son correctos aparece al lado un visto o sino una X. Hay un botón “Continuar” para que se ponga un nuevo reto de

resta, activándose un proceso similar al inicio que limpia las variable y genera nuevos números randómicos, el otro botón es “Salir” para regresar al menú principal.

El tiempo utilizado para desarrollar este módulo fue de 4 semanas, y presentó algunos retos en la programación para que la operatividad sea similar a la de las fichas reales, como el manejo de comodines para completar las operaciones.

4.3.6 Revisión de Sprint

El programa MIT App Inventor 2, genera archivos con extensión APK para que puedan ser instalados en dispositivos Android, por lo que para realizar la revisión del módulo de la resta solo se genera dicho archivo y se instala en el dispositivo, estando operativo en el menú principal el botón de la suma y de la resta. La aplicación fue puesta en diferentes dispositivos con Android como tablets y smartphones. Durante este proceso se realizaron ajustes en el manejo de los comodines, ya que en la operación anterior no se utilizó. Los comodines aparecen en medio de la operación y son operativos totales ya que influyen sobre el resultado final. Fundamentados en la metodología la forma en como funcionan fue puesto a consideración de la autora y ella lo aprobó, son funcionales y cumplen de manera correcta el procedimiento, se probó que los resultados estaban acordes con los requisitos planteados en la “Historia de Usuario”, así como la presentación visual en diferentes dispositivos y la coherencia de los resultados para que cuando sea utilizado por los estudiantes no genere controversia con lo que han aprendido.

4.4 3er Sprint: “MULTIPLICACIÓN”

La multiplicación de números enteros con signo utiliza la ley de signos y este módulo lo cumple; lo hace utilizando lenguaje no matemático para reforzar o enlazar la operación con lenguaje más conocido por los estudiantes, en la multiplicación se utiliza la oración: “Poner (1er número) veces el (2do número)” si el primer número es positivo o “Quitar (1er número) veces el (2do número)” si el primer número es negativo”.

4.4.1 Reunión de planificación del Sprint

Se inició con una reunión de trabajo entre la dueña de la metodología y la persona que realiza el desarrollo, para entender como “Conexiones” opera en la multiplicación. La propietaria de la metodología explicó con fichas reales como se realiza la multiplicación, la complejidad en la operación aumentó porque se debe cumplir la ley de signos en el resultado. Se escribe las historias de usuario o requisitos para la multiplicación que fueron aprobados por la autora de la metodología.

Como estrategia de programación se decidió utilizar dos pantallas dependiendo del signo del primer número. El entorno gráfico cambia en la segunda pantalla. El tiempo para esta iteración fue de 6 semanas

4.4.2 Objetivos del Sprint

Desarrollar el módulo de la multiplicación de números enteros positivos y negativos utilizando la metodología “Conexiones”, para dispositivos móviles con sistema operativo Android

4.4.3 Historia de usuario

En reunión con la autora de la metodología se llega a los siguientes requisitos:

- El formato de fichas se mantiene como la suma, es decir verdes son fichas positivas y rosadas son negativas
- La herramienta escribirá la operación utilizando números aleatorios
- La herramienta dirá en español la operación utilizando lenguaje común, es decir: o “Quitar 1er número veces 2do número”
- El manejo de las fichas cambia dependiendo del 1er número ya que si este es positivo la aplicación deberá decir y escribir: " Poner 1er número veces 2do número" y si el 1er número es negativo dirá y escribirá: “Quitar 1er número veces 2do número”
- Condiciones si el 1er número es positivo:
 - Las fichas se moverán en bloques con la cantidad de fichas que indica el 2do número, sean positivos o negativos dependiendo del 2do número
 - La cantidad quedará expresada con las fichas en el tablero y los números se irán actualizando dependiendo del número de fichas
- Condiciones si el 1er número es negativo:
 - Las fichas se moverán en bloques con la cantidad de fichas que indica el 2do número, pero serán fichas positivas y negativas, es decir bloques de comodines
 - Una vez puesto en el tablero se podrá quitar las fichas, solo positivas o solo negativas según el 2do número
- El usuario escribirá el resultado para que sea evaluado por la aplicación
- La aplicación evaluará el proceso y el resultado

4.4.4 Ejecución del Sprint

El desarrollo se realizó a diario, cumpliendo las historias siguiendo el siguiente esquema:

- Primera pantalla: Esta pantalla se abre dependiendo si el primer número es positivo o negativo, por lo que se programa dos versiones de primera pantalla con etiquetas y botones similares. Se enuncia la operación. Una pantalla muy similar a la de la suma, con la diferencia de la operación
- Segunda pantalla A: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. Antes de mover las fichas se puede cambiar el signo de las mismas. Las fichas al ser tocadas mueven hacia y desde el tablero, estas se moverán en bloques dependiendo de la cantidad que se este operando. Las fichas se colocan en el tablero y las etiquetas indican en números las cantidades. Hay un espacio para que el usuario pueda escribir el resultado y el botón “Check”. Hay un botón para resetear la operación “Reset”.
- Segunda pantalla B: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. Antes de mover las fichas se puede cambiar el signo de las mismas. Las fichas al ser tocadas se mueven hacia el tablero en bloques pero aparecen tanto fichas positivas y negativas, es decir se mueven comodines. En el tablero se pueden tocar fichas sea positivas o negativas y estas desaparecen, dependiendo de que ficha positiva o negativa se toca primero se bloqueará el resto de fichas contrarias y solo se podrá quitar las fichas del color que se toco primero. Se ubica un visto para indicar que ha terminado la operación de quitar fichas y los números aparecen en las etiquetas. El usuario debe ingresar el resultado y el botón “Check”. Hay un botón para resetear la operación “Reset”.
- Tercera pantalla: etiquetas, botones. Saca a pantalla el ejercicio propuesto por el dispositivo y el ejercicio resuelto por el usuario y compara los resultados obtenidos previamente con los números ingresados por el usuario, tanto del 1er número, 2do número y resultado, si estos valores coincide coloca un vista al lado de cada uno y si hay diferencia se pone una X en el valor que no coincide. Se mantiene la coherencia en los interfaces usados para el resto de operaciones.

En la ilustración 4-9, se muestra la secuencia de pantallas que se dan cuando el primer número es positivo, en la primera pantalla se plantea el ejercicio, en la segunda pantalla se realiza el ejercicio, las fichas se mueven en bloques y el usuario escribe el resultado, en la tercera pantalla se evalúa el resultado.

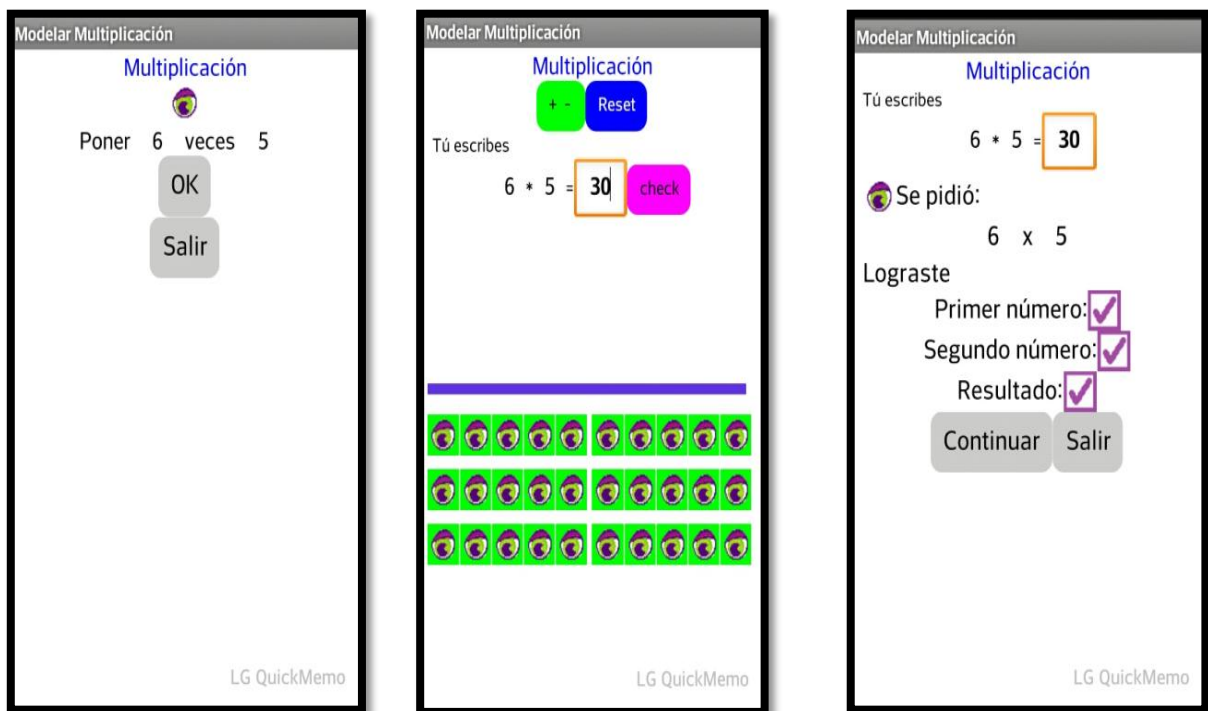


Ilustración 4-9: Pantallas de la multiplicación cuando el 1er número es positivo (Sierra, 2015)

En la ilustración 4-10, se muestra la secuencia de pantallas que se dan cuando el 1er número es negativo, en la primera pantalla se plantea el ejercicio, como se puede ver utiliza la palabra “Quitar”, en la segunda pantalla se mueven las fichas desde y hacia el tablero por duplicado, es decir si se toca el primer bloque con fichas verdes, en el tablero saltan fichas verdes y rosadas, ya que para esta operación se usan comodines, después de eso se quitan las fichas que indica el ejercicio, sean positivas o negativas y quedan en el tablero el resultado, con esto se cumple la ley de signos esto se muestra en la tercera pantalla y el usuario escribe la respuesta, en la cuarta pantalla se escribe el ejercicio y la resolución que el usuario a dado, con estos datos se compara los resultados si son correctos la aplicación escribe un visto o caso contrario escribe una X. Igual se mantiene una coherencia en las pantallas como en la operabilidad de la aplicación, esto sirve para que el aprendizaje del manejo del software sea rápido y se concentre en el aporte que da la herramienta para su conocimiento de matemática



Ilustración 4-10: Pantallas de la multiplicación cuando el primer número es negativo (Sierra, 2015)

Una vez planteado el entorno gráfico se programa cada componente. Realmente esta operación tiene dos bloques diferentes el uno cuando el 1er número es positivo y el otro cuando el 1er número es negativo y para acceder a este se genera un número aleatorio entre 0 y 1 y según el número se abre uno de los bloques. A continuación en la ilustración 4-11 se muestra el código que está en el menú principal.

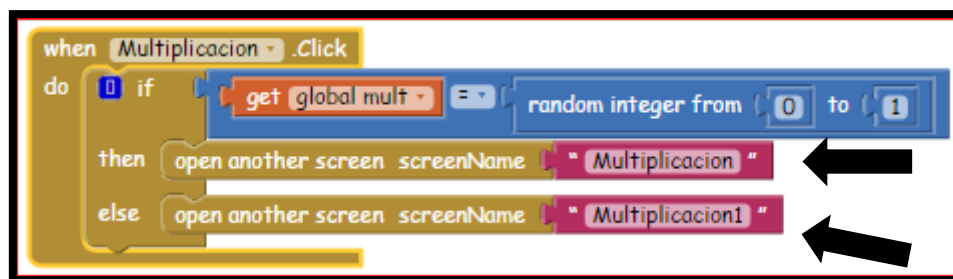


Ilustración 4-11: Código del menú principal para abrir multiplicación. (Sierra, 2015)

Al abrir una de las opciones la programación en cada uno difiere en como operan la fichas, si se abre la ventana “Multiplicación” es aquella que opera cuando el 1er número es positivo. A continuación se da un ejemplo de código para mover un bloque de 5 fichas sea hacia el tablero o hacia afuera de este, cuando este bloque es tocado

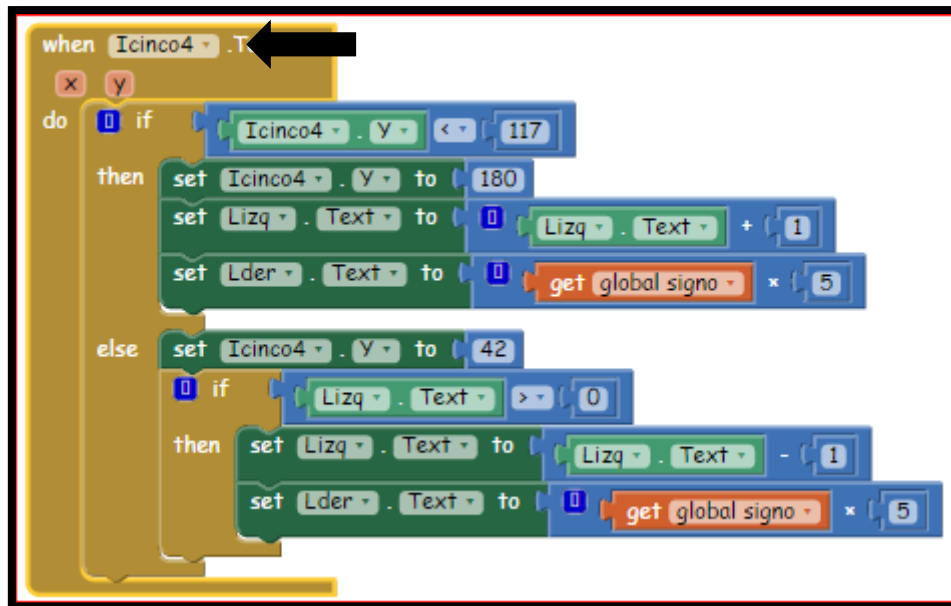


Ilustración 4-12: Ejemplo de código para mover bloque de fichas. (Sierra, 2015)

En la ilustración 4-12 se muestra el código que está en el bloque de 5 fichas en la posición 4 para que pueda actuar de acuerdo a lo que se espera al ser tocado este.

Si al abrir en el menú principal la ventana “Multiplicación1” y se operaría el bloque de 5 fichas en la posición 4 tendría una codificación como la que se muestra en la ilustración 4-13 en la que esta parte del código para mover el bloque de 5 fichas en la posición 4, la primera diferencia con el anterior de “multiplicación” es que son dos bloques de control y el primero que maneja los positivos tiene dentro de él procedimientos que lo hacen ver más pequeño mientras que el otro maneja los negativos es extenso por no tener procedimientos dentro de él. Con esto comprobamos que la multiplicación son realmente 2 estructuras diferentes con bloques y procedimientos distintos, es por esto que la programación de este bloque es la que llevó más tiempo ya que realmente se duplicó el trabajo. En la parte de “Multiplicación1” los controles son los que aumentaron, así como los procedimientos y las variables globales para que esta parte pueda actuar como lo escrito en la “Historia de usuario”, y puede ser funcional, fácil de manejar para el usuario y fácil de interpretar sus resultados.

Para terminar este módulo se utilizó aproximadamente entre 7 y 9 semanas

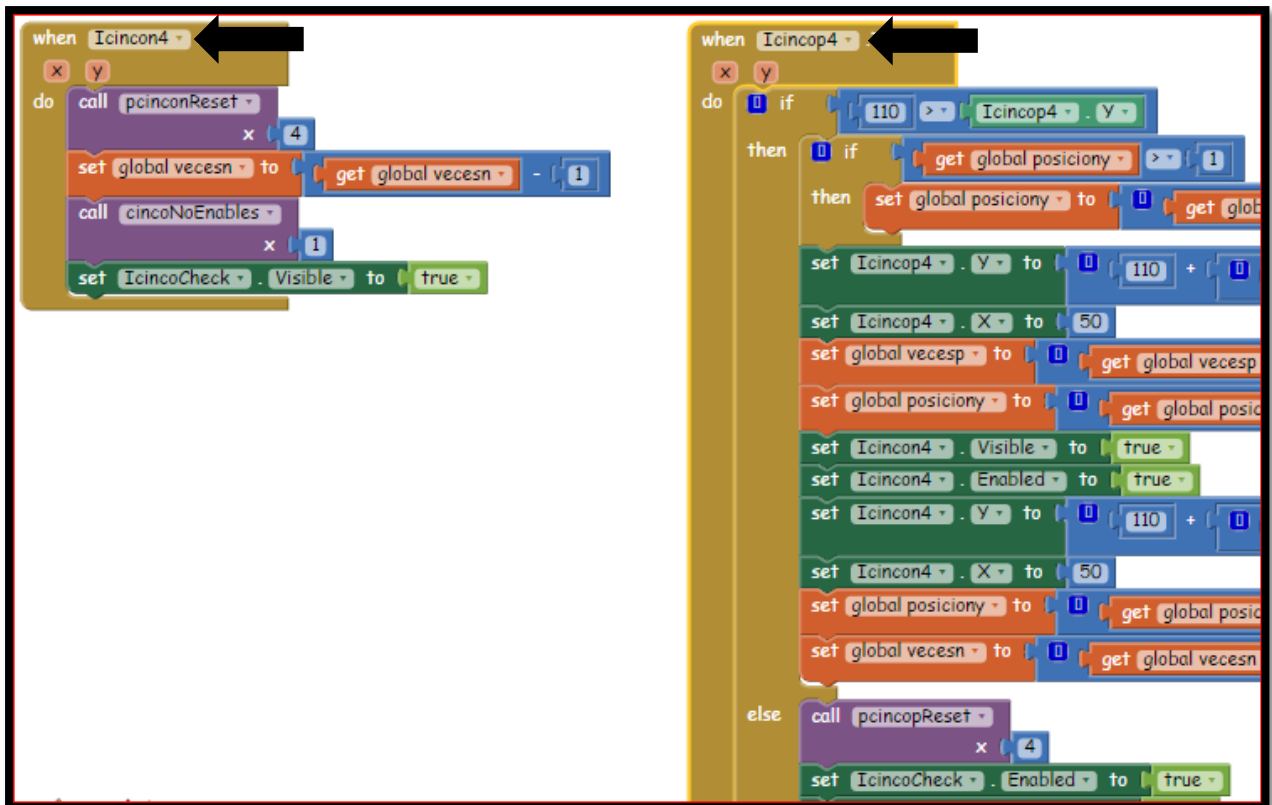


Ilustración 4-13: Ejemplo de código de "Matematicas1" (Sierra, 2015)

En total hay 33 bloques de control, 8 procedimientos y se declaró 4 variables globales en "Multiplicación" y en "Multiplicación1" hay 60 bloques de control, 19 procedimientos y se declaró 9 variables globales En el anexo 5 está el código de este módulo

4.4.5 Funcionalidad

La primera pantalla indica la operación a realizarse en este caso la multiplicación y dos botones "Ok" para aceptar el reto y "Salir" para cancelar, En esta ventana se programó números aleatorios positivos y negativos, si el primer número es negativo se escribe la palabra "Quitar" y si el primer número es positivo se escribe "Poner", además el número se escribe sin signo, al presionar el botón "Ok" desaparece la ventana de la operación y aparece la 2da ventana.

En vista de los requerimientos que se tiene para poder cumplir con la "Ley de signos" la estrategia de programación es de tener dos ventanas, estas aparecen dependiendo en la que están las fichas en la cantidad dada por la operación, en la 2da ventana hay los botones que permite resetear y escribir el resultado final. En la 2da ventana las fichas forman bloques con la cantidad de fichas que indique el 2do número, al tocar cada bloque de fichas estas cambian de puesto hacia abajo, la cantidad dada en la ficha corresponde al 2do número, la cantidad de fichas bajadas corresponde al número del resultado

final. Cuando el primer número es negativo se utiliza otra pantalla en la que al tocar las fichas, estas aparecen abajo pero por duplicado con fichas positivas y negativas, es decir utiliza los comodines. Con el tablero lleno de la cantidad de fichas que pide el 2do número, se quita todas las fichas de un color, dependiendo del signo y el resultado queda expresado en fichas. Se presiona el botón “visto” y aparece la cantidad expresada en las fichas como número en las etiquetas superiores. Se activa la casilla para escribir el resultado, al escribir el resultado se presiona un botón “Check” y desaparecen las fichas para que asomen los resultados, se evalúa el primer número, el segundo número y el resultado.

La programación de este módulo es más complejo que los anteriores ya que se utiliza dos pantallas que deben actuar de manera más o menos similar. En las dos pantallas se utilizan bloques de fichas por lo que el primer reto de la programación fue el de utilizar bloques de fichas y no fichas separadas, para una de las pantallas cuando el primer número es negativo el reto fue programar bloques de comodines que sean operables que se muevan en conjunto y que su resultado sea expresado en números, se intentaron algunas opciones hasta que se programó utilizando el botón visto para ingresar el resultado. Cada pantalla fue programada por separado con diferentes procedimientos por lo que el tiempo de trabajo fue mayor.

El tiempo utilizado para desarrollar este módulo fue de 7 a 9 semanas, y presentó algunos retos en la programación para que la operatividad sea similar a la de las fichas reales.

4.4.6 Revisión de Sprint

La aplicación fue puesta en diferentes dispositivos con Android como tablets y smartphones, como en los anteriores módulos el programa MIT App inventor permite crear el archivo APK para la instalación este módulo forma parte de toda la aplicación por lo que en el menú principal se programó el botón multiplicación para que pueda acceder a este. La aplicación fue evaluada por la autora de la metodología. Durante este proceso se realizaron ajustes en el manejo especialmente de los comodines, en la pantalla que utiliza bloques con comodines, aumentando el tiempo de desarrollo. Se probó que los resultados estaban acordes con los requisitos planteados en la “Historia de Usuario”, así como la presentación visual en diferentes dispositivos y la coherencia de los resultados para que cuando sea utilizado por los estudiantes no genere controversia con lo que han aprendido.

4.5 4to Sprint: “DIVISIÓN”

La División consiste en repartir una cantidad de fichas en grupos más pequeños, cada uno de estos con la misma cantidad de fichas. En esta operación se cumple con la ley de signos y además las fichas representa números enteros con signo divisibles.

4.5.1 Reunión de planificación del Sprint

Se inició con una reunión de trabajo entre la dueña de la metodología y la persona que realiza el desarrollo, para entender como “Conexiones” opera en la división. La propietaria de la metodología explicó con fichas reales como se realiza la división, la complejidad en la operación aumentó porque se debe cumplir la ley de signos en el resultado. Se escribe las historias de usuario o requisitos para la división que fueron aprobados por la autora de la metodología.

4.5.2 Objetivos del Sprint

Desarrollar el módulo de la división de números enteros positivos y negativos utilizando la metodología “Conexiones”, para dispositivos móviles con sistema operativo Android

4.5.3 Historia de usuario

En reunión con la autora de la metodología se llega a los siguientes requisitos:

- La división es poner grupos iguales
- Los números del dividendo son aleatorios dentro de un grupo de números divisibles
- Los números del divisor son aleatorios dentro de un grupo de números que dividen al dividendo de manera exacta
- Las fichas que representan los números pueden positivas o negativas
- Los grupos en los que se pone la cantidad deben tener la misma cantidad de fichas
- Al tocar una ficha se mueve hacia la tablero para ir formando los grupos
- El usuario debe ingresar el resultado de la división que es la cantidad de números que hay en cada grupo
- Se debe evaluar el proceso como el resultado

4.5.4 Ejecución del Sprint

El desarrollo se realizó a diario, cumpliendo los requisitos establecidos en la “Historia de usuario”, siguiendo el siguiente esquema:

- Primera pantalla: etiquetas y botones. Se enuncia la operación. Una pantalla muy similar a la de la suma, con la diferencia de la operación
- Segunda pantalla: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. Se debe mostrar la cantidad de fichas que indica el primer número, es decir las que se van a poner en grupos, el tablero tiene señalados el lugar en donde se pondrá las fichas para ir formando los grupos, las fichas

saltarán al tablero en el lugar seleccionado para formar el grupo. Las fichas pueden ser positivas o negativas, para eso hay un botón que cambia el color y el signo. Las etiquetas muestran los resultados que se realizan con las fichas, hay un espacio para que el usuario pueda ingresar el resultado, que es la cantidad de fichas que hay en cada grupo, y el botón “Check”. Hay un botón para resetear la operación “Reset”.

- Tercera pantalla: etiquetas, botones. Se evalúa el proceso y el resultado, es decir el primer número y el resultado. Muy similar a la pantalla de la suma

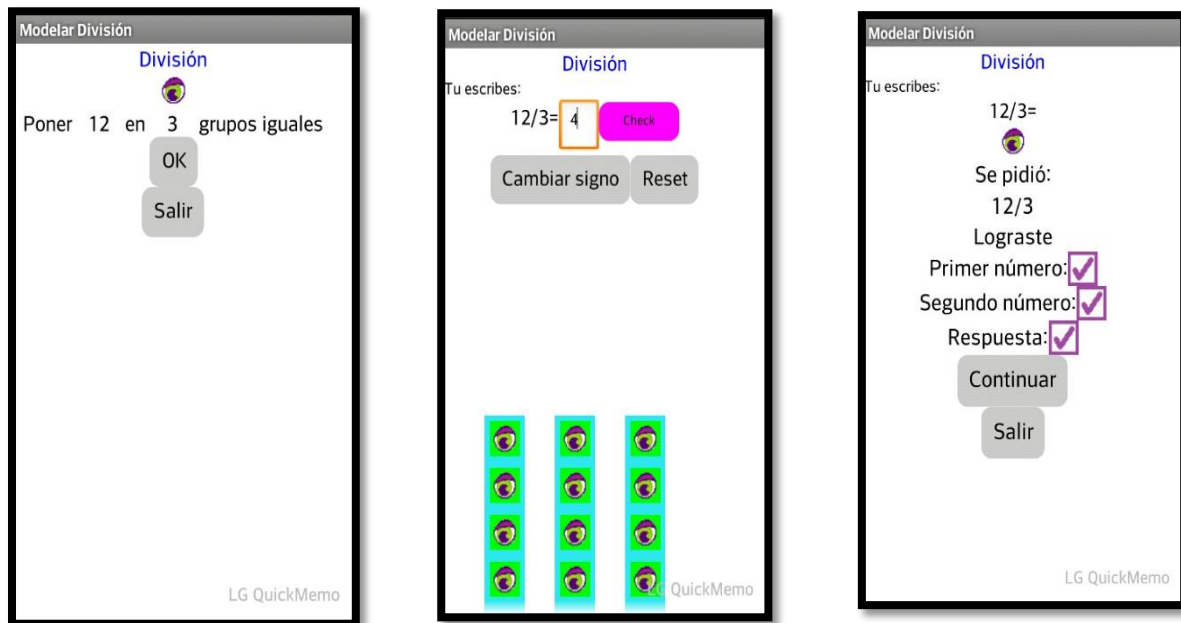


Ilustración 4-14: Pantallas de la división (Sierra, 2015)

En la ilustración 4-14 se muestra el proceso de la división en las pantallas correspondientes, en la pantalla de la izquierda se plantea el ejercicio, en la pantalla del centro se realiza la operación y el usuario escribe el resultado, y en la pantalla de la derecha se evalúa las respuestas. Las pantallas mantiene la coherencia de toda la aplicación.

Una vez planteado el entorno gráfico se procede a la programación de cada componente. El primer número es el divisor y se genera números aleatorios escogidos de una lista ya que deben ser números divisibles y para el dividendo genera números aleatorios escogidos de otra lista y que sean divisores exactos del dividendo, a continuación en la ilustración 4-15 se muestra parte del código utilizado para poder realizar este proceso. La programación de esta operación no es solo llamar a una función a generar números cualesquiera sino que se debe tener mucho cuidado sobre que números son los que van de dividendo y de divisor para que la operación sea factible de ser realizada con fichas. Se debía

mantener la coherencia de las pantallas con las de toda la aplicación, por lo que el espacio que se tenía era limitado. Todas las pantallas tienen un ancho de 300 píxeles.

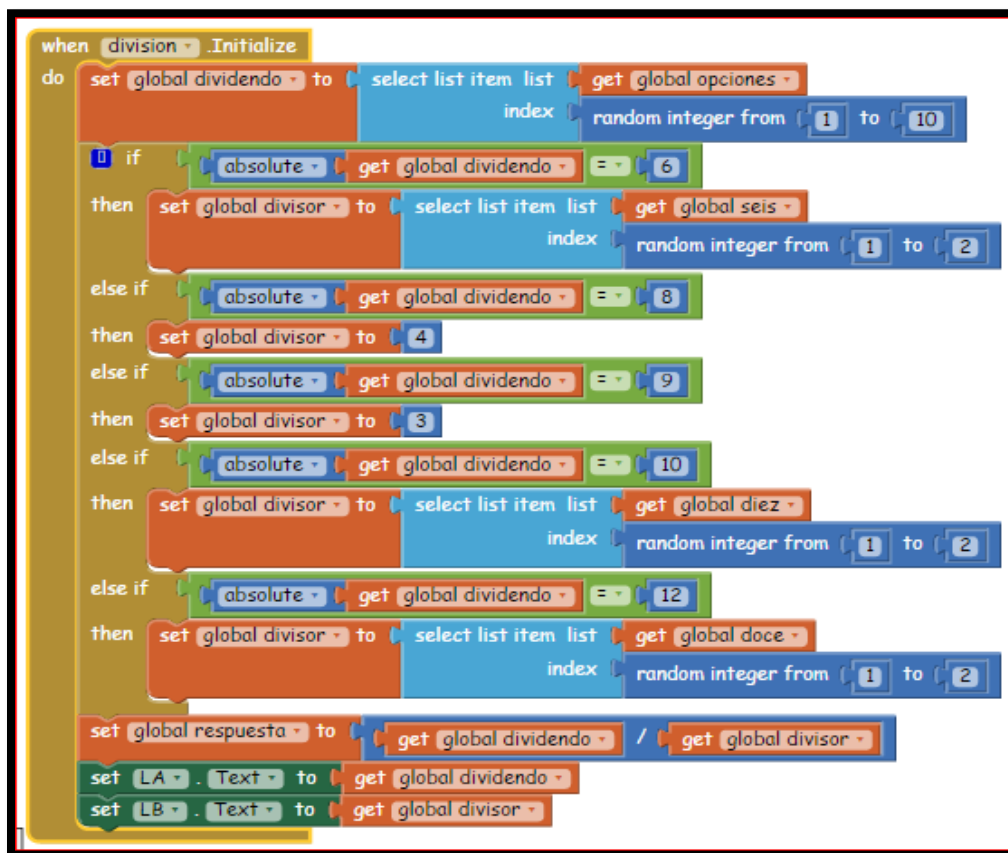


Ilustración 4-15: Código de inicio de la división (Sierra, 2015)

Cada una de los movimientos de las fichas tiene su propia codificación lo que tomo un tiempo más de lo estimado terminar este módulo para que este funcional. El tiempo empleado para este módulo fue de 5 semanas y al pasar la revisión se hizo algunos cambios hasta llegar a un producto final satisfactorio.

En total se crearon 66 bloques de control, 13 procedimientos y se declararon 10 variables globales. En el anexo 6 está el código de este módulo

4.5.5 Funcionalidad

La primera pantalla indica la operación a realizarse en este caso la división: “Poner 1er número en 2do número grupos iguales” y dos botones “Ok” para aceptar el reto y el “Salir” para cancelar, al presionar “Ok” desaparece la ventana de la operación y aparece otra en la que están las fichas en la cantidad dada por la operación, los botones que permite resetear, cambiar el signo y un espacio para escribir el resultado final. Al tocar cada ficha estas cambian de puesto hacia el abajo. Cada ficha se

ubica en un grupo y se distribuye en grupos iguales. El resultado se ve de manera visual en la cantidad de fichas que hay en cada grupo, esta cantidad es escrita por el usuario y presiona el botón “Check”. Desaparece las fichas para que asomen los resultados, se evalúa el primer número, el segundo número y el resultado.

La programación de este módulo, como el resto fue realizado en “MIT app inventor”, y cada objeto visual tiene su código para que actúen de acuerdo a lo que necesita. El tiempo utilizado para desarrollar este módulo fue de 4 semanas, y presentó algunos retos en la programación para que la operatividad sea similar a la de las fichas reales

4.5.6 Revisión de Sprint

La aplicación fue puesta en diferentes dispositivos con Android como tablets y smartphones, y fue evaluada por la autora de la metodología con la que se realizó ciertos cambios para que la funcionalidad este de acuerdo a la “Historia de usuario” y de la metodología, y que los resultados sean coherentes a los datos en cálculos matemáticos.

La aplicación está en proceso de ser publicada en la tienda “Play Store” de Google, estará en el rango de aplicaciones educativas sin costo. Las exigencias para la publicación son altas y se debe cumplir varios parámetros, por ahora está disponible en la página web: <https://goo.gl/FhhwiK>

5 Aplicación del proyecto digital

La aplicación del software educativo permitió demostrar que la herramienta refuerza el conocimiento de las operaciones básicas con signo a los estudiantes que lo requieren, para esto como proyecto de estudio se trabajó con 2 estudiantes con problemas de aprendizajes pertenecientes a la Unidad Educativa Liceo Internacional, con edades de 12 años, y que reciben clases en el programa de tutorías de matemática. Por confidencialidad a cada estudiante se le llamará caso A y caso B.

5.1 Usuarios de la aplicación

En la institución, se detecta si un niño o niña tiene probablemente algún déficit de aprendizaje por su rendimiento en lo cognitivo o en lo actitudinal, para poder saber como actuar con este estudiante en particular, se solicita a los padres que realicen una evaluación externa hecha por psicólogos profesionales expertos en el tema de problemas de aprendizaje. En el informe que el psicólogo experto emite después de realizar las pruebas y test correspondientes se puede leer el diagnóstico que tiene el estudiante y además da las sugerencias de estrategias para que el proceso de aprendizaje sea efectivo en el alumno. Con este diagnóstico confirmado la institución pone a disposición de los padres la posibilidad de que el estudiante entre en un programa de tutorías de matemáticas y así evitar el fracaso escolar. En el programa de tutoría de matemática el aprendizaje es personalizado, ya que cada uno de los estudiantes que están dentro del programa tienen problemas diferentes y cada uno tiene un nivel diferente con mallas curriculares generales de matemática con sus respectivos ajustes, es por esto que no se puede comparar entre sí resultado ni homogenizarlos a todos.

El caso A presenta problemas graves con bajo nivel de lógica matemática, poca capacidad de abstracción y corta memoria de trabajo lo que le impide realizar operaciones básicas de cálculo mental de forma rápida y muchas veces comprender que operación debe ser utilizada para la resolución de un problema. El caso B presenta procesamiento de la información lento, baja agilidad mental y atención dividida. Para el caso A la matemática es un proceso de adivinanza complementado con prueba y error, es dar una respuesta para posteriormente saber si esta correcta o no. Para el caso B la matemática es un inmenso proceso que requiere mucho tiempo para su resolución y que tal vez no encuentre esta. Aun los procesos mecánicos de la aritmética, como es el realizar una operación básica simple, son desafíos que toma mucho tiempo y les produce duda el resultado ya que no tienen la seguridad de haberlo realizado bien por lo que necesitan la confirmación de un tercero, sea el profesor o el dispositivo, para sentirse seguros.

La falta de confianza se da por no tener claro que están realizando, por no tener interiorizado los conceptos ni los procesos para la resolución de estas operaciones

5.2 Metodología de la aplicación de la herramienta a los casos A y B

El método que se usó para la evaluación del manipulable virtual fue 1:1, las observaciones eran establecidas con tiempo, de manera estructurada y en base a los resultados que ofrece la herramienta. El uso de la herramienta se explicó por una sola vez. Cada estudiante utilizó la aplicación en sesiones de trabajo de 10 ejercicios, dos sesiones cada semana por 4 semanas.

Después de cada ejercicio la herramienta da los resultados del mismo de manera gráfica y no solo evalúa el resultado sino todo el proceso, es por esto que se puede conocer si el primer número fue bien realizado, de igual manera el segundo número y el resultado. Durante la sesión se recoge los resultados de cada ejercicio, cada respuesta correcta es asignada con un 1 y la respuesta error es asignada con 0 y se toma el tiempo total (Tt) utilizado. Estos datos son guardados en las tablas respectivas para su posterior análisis.

En el estudio se realiza la recolección de los datos como ya se explicó anteriormente y se presenta la información a través de dos métricas:

- Cantidad de respuestas correctas. (Rc).- Es la sumatoria de respuestas correctas del 1ro número, del 2do número y del resultado; utilizo la siguiente fórmula:

$$Rc = \sum_{i=0}^{10} x_i \text{ siendo } x \text{ los datos de las respuestas}$$

- Tiempo promedio requerido por resultado correcto. (Tc).- Es el tiempo medio que el usuario consume para dar un resultado correcto, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Tc = \frac{Tt}{Rc}$$

Se toma en cuenta la cantidad de respuestas correctas (Rc) para poder analizar si el concepto de cada operación se va fijando durante las sesiones de trabajo, y no es solo es una adivinanza o el azar coincidir con la respuesta correcta. Se suma las respuestas correctas de cada uno de los componentes de la suma por separado, es decir hay un total del 1er número, un total del 2do número y un total de la respuesta. A mayor número de respuestas correctas en cada operación se puede deducir que el concepto se interiorizó.

Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) es medido en minutos y me permite también conocer si se refuerza la idea de la operación al utilizar el software educativo, la herramienta obliga al usuario a escribir la respuesta que será obtenida tras la interpretación gráfica que muestra esta o por el

uso de la memoria; por lo que a menor tiempo de respuesta correcta se puede deducir que la agilidad mental mejoró y hay una mayor destreza en el uso de la herramienta debido a su entorno amigable.

En las métricas se tiene un concepto medible en este caso son los aciertos o respuestas correctas de los estudiantes y por otra lado el tiempo que toma realizar el ejercicio, la escala es el número de aciertos por un lado y por el otro el tiempo medido en minutos. Los datos son resumidos en tablas de frecuencia. En la tabla de frecuencia se totalizan las respuestas correctas.

5.3 Aplicación del módulo SUMA

Para el caso A la suma con números de diferente signo es difícil de entender y le toma su tiempo dar respuestas, el uso de las fichas de colores de la aplicación le permite reconocer de forma mas efectiva cual va a ser el signo de la respuesta, asociación visual que permaneció en la memoria y le facilito la resolución de problemas de mayor dificultad que utilizan este prerequisite, durante las clases posteriores sin la herramienta, demostrando que el software facilitó su aprendizaje. Así también la conceptualización del número como cantidad le permitió luego de la primera sesión obtener la respuesta a través del conteo y no por la memorización, cabe recordar que el caso A tiene problemas en la memoria de corto plazo. Otro aprendizaje mediado por la aplicación es el valor nulo que se da con parejas de fichas de diferente color ya que al realizar el conteo final estos no los tomaba en cuenta, disminuyendo el tiempo de la respuesta.

La cantidad de respuestas correctas (R_c) para el caso A, se muestra en la siguiente tabla:

Respuestas correctas (R_c)		
Caso A		
1er número	2do número	Resultado
9	9	7
10	9	7
9	10	9
9	8	7
10	8	8
10	9	9
10	10	9

Tabla 5-1: Respuestas correctas de Suma. Caso A (Sierra, 2015)

En la tabla 5-1 se muestra la tabla de frecuencia de las respuestas correctas en el 1er número, 2do número y resultado, obtenidas por el caso A. En total se realizaron 70 ejercicios, 10 en cada sesión por 7 sesiones en 4 semanas.

Tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) se obtiene con la fórmula anteriormente descrita. Para el caso A se genera el siguiente gráfico.

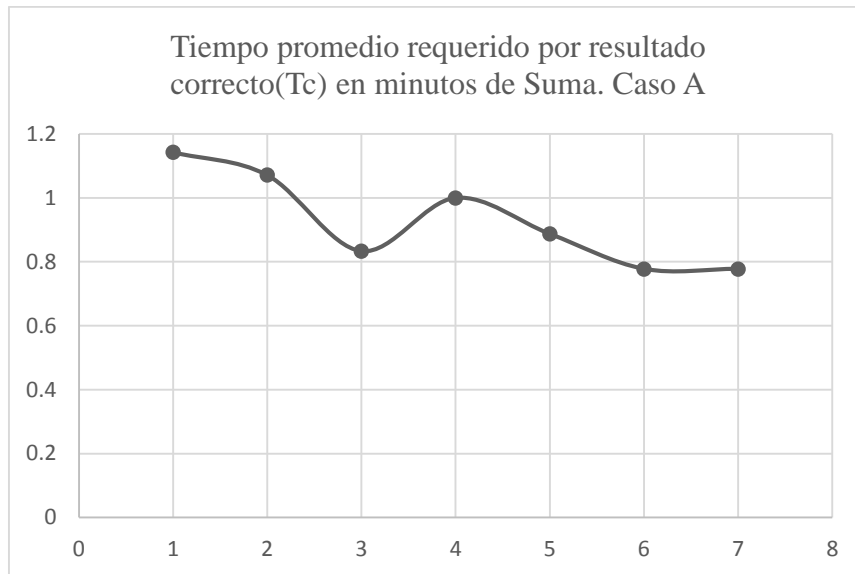


Ilustración 5-1: Tiempo promedio de respuestas correctas (T_c) en minutos de Suma. Caso A (Sierra, 2015)

La ilustración 5-1 muestra la curva del tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) en minutos del caso A durante las 7 sesiones de trabajo. Como se muestra la curva tiene una pendiente descendente comenzando con valores superiores a 1 minuto en la primera sesión y con valores un poco más bajos de 0,8 minuto en la sesión 7, existiendo un desnivel en la sesión 4 que puede ser producto de alguna situación externa. De esta curva se podría deducir que para el caso A es una aplicación fácil y de rápido aprendizaje, al dar respuestas correctas más rápido también se puede indicar que logra interpretar más rápido la información visual de la herramienta y asociar a números. Del gráfico se desprende una mayor agilidad al dar respuesta en el caso A.

El caso B confía en su memoria de corto plazo por lo que al principio no realiza el conteo, sin embargo el signo de la respuesta de la operación presenta errores. El estudiante al darse cuenta que la aplicación le obliga a poner las fichas de cada número, asocia los colores con el concepto de cantidad y reafirma la seguridad en la obtención del signo de la respuesta, mejorando sus resultados, en problemas posteriores para su resolución el estudiante volvió a utilizar la estrategia de los colores. B presenta inseguridad de su conocimiento y busca constantemente una reafirmación externa, demostrando el apoyo que la herramienta le ofrece. También tiene problemas atencionales pero al utilizar la aplicación logra concentrarse, él es un usuario continuo de dispositivos electrónicos y se

siente cómodo al utilizarlos demostrando así la ventaja de que la herramienta este en un dispositivo móvil.

La cantidad de respuestas correctas (R_c) para el caso B, se muestra en la siguiente tabla:

Respuestas correctas (R_c) Caso B		
1er número	2do número	Resultado
10	8	6
10	9	7
10	10	8
10	10	8
10	9	8
10	9	9
10	10	10

Tabla 5-2: Respuestas correctas de Suma. Caso B (Sierra, 2015)

En la tabla 5-2 se muestra la tabla de frecuencia de las respuestas correctas en el 1er número, 2do número y resultado, obtenidas por el caso A. En total se realizaron 70 ejercicios, 10 en cada sesión por 7 sesiones en 4 semanas.

Tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) se obtiene con la fórmula anteriormente descrita. Para el caso B se genera el siguiente gráfico.

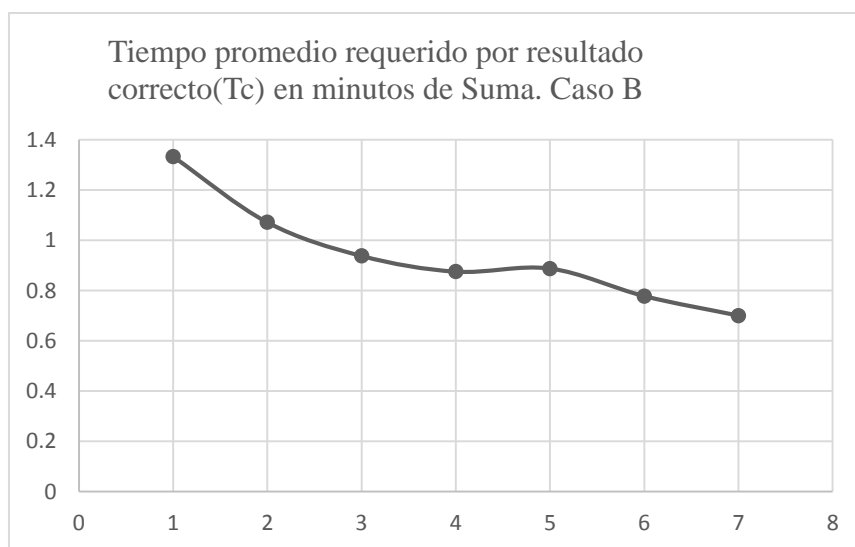


Ilustración 5-2: Tiempo promedio de respuestas correctas (T_c) en minutos de Suma. Caso B (Sierra, 2015)

La ilustración 5-2 muestra la curva del tiempo promedio de resultado correcto (T_c) en minutos del caso B durante las 7 sesiones de trabajo. Como se muestra la curva tiene una pendiente descendente

comenzando con valores superiores a 1 minuto en la primera sesión y con valores un poco más bajos de 0,8 minuto en la sesión 7. De esta curva se podría deducir que para el caso B, similar al caso A es una aplicación fácil y de rápido aprendizaje, al dar respuestas correctas más rápido también se puede indicar que logra interpretar más rápido la información visual de la herramienta y asociar a números. El caso B logra concentrarse en el trabajo durante los 10 ejercicios. Del gráfico se desprende una mayor agilidad al dar respuesta en el caso B. La rapidez de respuesta al final de la sesión 7 del caso B es mayor y más efectiva que la del caso A por lo que su tiempo promedio final es más bajo. En el anexo 7 está la tabla con los datos.

5.4 Aplicación del módulo RESTA

El módulo Resta necesita un entrenamiento un poco más largo ya que utiliza el concepto de comodín, que es añadir los ceros necesarios para poder quitar las fichas positivos o negativos y poder completar la operación. Para el caso A, el concepto de comodín al principio fue un poco complicado, ya que no entendía su operabilidad o para que le servía utilizar comodines, en esta operación se afianza el concepto de nulo a través de fichas de diferente color, o valores de igual cantidad pero de signo contrario, este concepto es muy utilizado en el álgebra de ahí la importancia de trabajarlo. Cabe señalar que el mismo ya lo utilizó antes en la suma al realizar el conteo del resultado final. En esta operación se dio cuenta que la resta es quitar una cantidad por lo que este concepto pudo aplicar para resolver problemas posteriores utilizando la operación correcta. Estos ejercicios le tomó más tiempo realizarlos especialmente cuando se restaba números negativos. La herramienta igual evalúa los resultados del primer número, segundo número y el resultado escrito por el usuario.

El caso A tuvo problemas para poner el segundo número que es la cantidad que se quita, en las primeras sesiones, esto se da por la dificultad del uso del comodín pero para la última sesión había mejorado considerablemente. Al tener problemas con el 2do número y como realizaba el conteo para escribir el resultado final, entonces este también estaba mal en las primera sesiones, de igual forma al transcurrir las sesiones fue mejorando sus resultados.

A continuación se presenta la tabla para el caso A

Respuestas correctas (Rc) de Resta Caso A		
1er número	2do número	Resultado
9	4	2
8	6	5
8	7	6
9	8	7
8	8	7
10	9	9
10	10	9

Tabla 5-2: Respuestas correctas (Rc) de Resta. Caso A (Sierra, 2015)

En la tabla 5-2 se expone las respuestas correctas (Rc) para el caso A del 1er número, 2do número y resultado. En total fueron 70 ejercicios divididos en 10 ejercicios por sesión, la tabla muestra la dificultad que tuvo al principio para utilizar la aplicación y para poder interpretar los datos visuales que da la herramienta, en la sesiones últimas se puede ver un mejor dominio de la herramienta por lo que los números mejoran, también se puede ver la relación de casos exitosos del 2do número influyen en los casos exitosos de Resultado.

A continuación se muestra la ilustración del tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) para el caso A

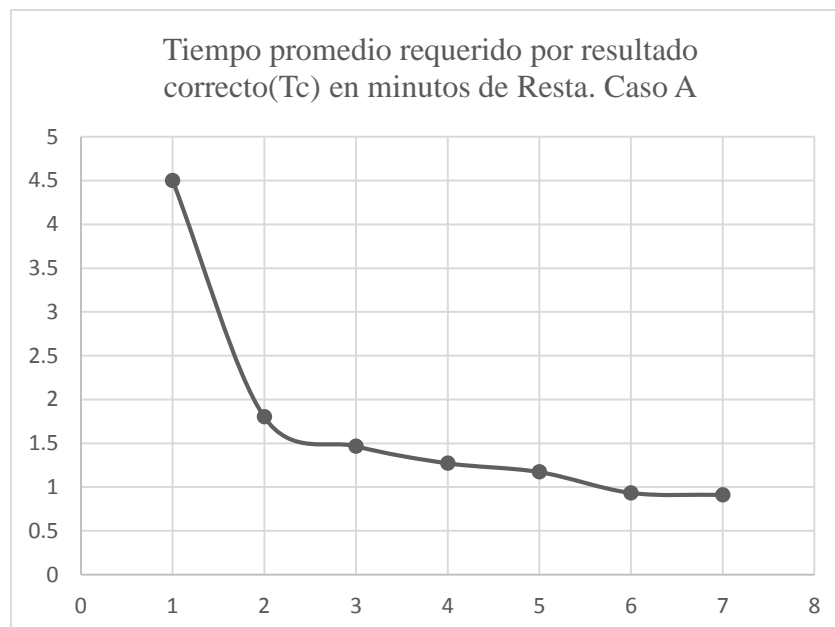


Ilustración 5-3: Tiempo promedio de respuestas correctas (Tc) en minutos de Resta. Caso A (Sierra, 2015)

En la ilustración 5-3 se muestra el tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) en minutos de Resta, para el caso A, en el se ve claramente como el tiempo para dar una respuesta correcta del resultado en la primera sesión fue 4,5 minutos, bajando a un tiempo de aproximadamente 1 minuto en la sesión 6 y 7. Entre la primera y segunda sesión hay una caída brusca a menos de la mitad del tiempo, lo que demuestra que el manejo de la herramienta fue mejorando y se entendió el concepto de los comodines como su uso. Es decir los 10 primeros ejercicios fueron con un tiempo muy alto y con resultados malos, mientras que en los ejercicios 60's y 70's hubo mejor manejo de la herramienta como de la interpretación de los resultados por parte del caso A, por lo que se puede decir también que su agilidad aumentó.

El caso B, también presentó problemas en la 1ra sesión de trabajo y se llegó a dar el caso de que tuvo una respuesta correcta pese a que el segundo número estuvo mal realizado, eso demuestra que no se detenía para el conteo, pero con el paso de las sesiones para no perder puntos completó los números de manera correcta en muchos de ellos y escribió el resultado de igual manera. El uso de la herramienta le obliga a pensar el proceso de la resta ya que no es solo dar una respuesta sino realizar el ejercicio completo. Otro de los problemas es el tratar de hacer la operación rápido pero para este caso, es contrario ya que se olvida de cambiar signos en el primer número y eso desencadena que todos los resultados sean malos, por lo que se le pide mayor concentración al realizar el ejercicio. A continuación la tabla de frecuencia con los datos.

Respuestas correctas (Rc) de Resta Caso B		
1er número	2do número	Resultado
8	4	3
8	7	6
8	7	6
9	8	7
9	9	8
10	9	9
10	10	9

Tabla 5-3: Respuestas correctas (Rc) de Resta para el caso B (Sierra, 2015)

En la tabla 5-3 se muestra los datos totalizados de respuestas correctas para la resta del caso B, se realizaron 70 ejercicios en 7 sesiones, esta muestra la frecuencia de aciertos en cada sesión en cada uno de los parámetros, el estudiante aun muestra falta de concentración, ya que los errores en el

primer número son en su mayoría por no cambiar el signo al que le plantea el ejercicio, la manipulación de comodines en la sesión 1 le generó problemas, hasta entender para que son y poder utilizarlos a estos, y eso se traduce a bajo número de aciertos en el 2do número lo que deriva una mala respuesta, en la 1ra sesión. En la tabla de frecuencia no se evidencia el uso de la memoria para dar la respuesta pero en los datos individualizados se puede observar como pese al fallar el 2do número el resultado fue correcto. A partir de la 2da sesión, con más destreza en el manejo de la aplicación los resultados repuntan terminando en la última sesión casi sin errores. El comprender el proceso de la resta y del uso de números nulos se vio reflejado en la resolución de problemas que fueron planteados en el aula de clase en un tiempo posterior, al conocer que operación debe utilizar, realizando una asociación con lo aprendido en la tablet.

A continuación se muestra la ilustración del tiempo promedio para tener una respuesta correcta en la operación de Resta en el caso B.

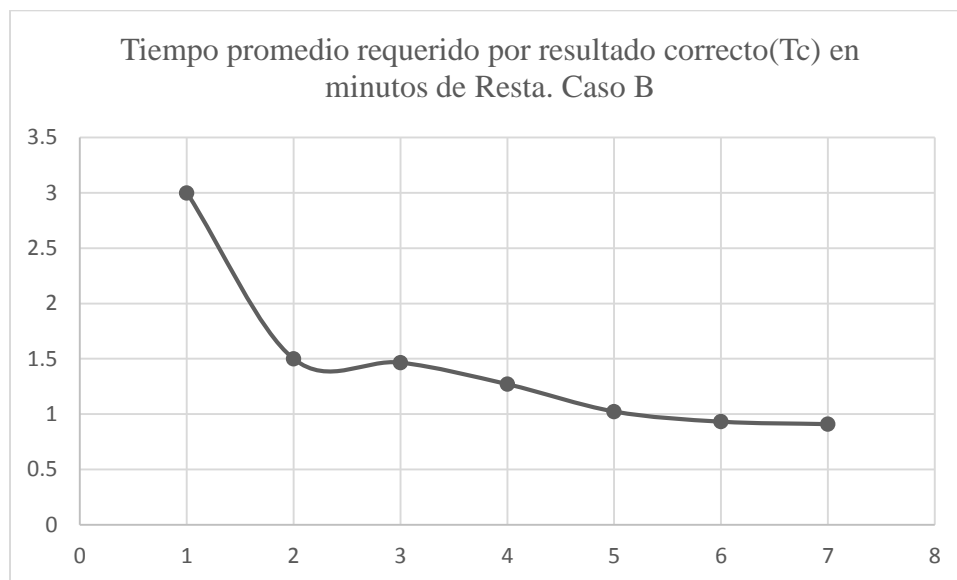


Ilustración 5-4: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de Resta. Caso B (Sierra, 2015)

En la ilustración 5-4 están los puntos del tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de Resta, para el Caso B, en el que se puede leer como empieza con tiempo de 3 segundos termina con tiempos menores a los de 1 minuto por respuesta correcta. Es una curva similar a la del caso A pero con tiempos diferentes, esa coincidencia de forma permite establecer que al principio la aplicación es difícil de entender el funcionamiento pero cuando se pasa este umbral, mejoran los resultados. Al poder respuestas correctas en menor tiempo se podría inferir un mejor entendimiento de la operación, mayor tiempo de concentración, facilidad en el uso del software.

5.5 Aplicación del módulo MULTIPLICACIÓN

Es una operación más complicada de entender su funcionamiento ya que presenta dos opciones cuando el primer número es positivo utiliza la palabra “poner” y cuando el primer número es negativo utiliza la palabra “quitar”. Los estudiantes fueron entrenados para que puedan utilizar la herramienta con más tiempo ya que se necesitaba que pueden realizar la operación de cualquier manera.

El caso A fue el primero en recibir el entrenamiento, y se decidió probar de dos manera distintas esta operación, la 1ra cuando el primer número es positivo es decir usa la palabra “poner” y la otra forma cuando el primer número es negativo y utiliza la palabra “quitar”. El software educativo tiene la facilidad de poder mover las fichas en bloques del número que se plantea, y el estudiante debe poner el signo. En este caso, el alumno, tuvo buenas respuestas tanto en plantear los números como en leer el resultado y lo hizo de una manera rápida, como él mismo confirmó le pareció fácil el manejo en la herramienta. Cada vez se sintió más cómodo en el dispositivo, en parte porque este mantiene una coherencia en la presentación de las operaciones en la pantalla inicial y el uso de las fichas, eso permite trabajar el nuevo módulo de manera más fácil. El estudiante también pudo reconocer como y porqué cambian los signos. Ese reconocimiento es importante para los futuros desafíos del algebra. La dificultad aumento cuando se le planteó problemas con el primer número negativo, ya que la herramienta en este caso utiliza doble cantidad de fichas en el tablero, para después quitar las fichas que indica el 2do número. Al principio no entendía porqué en este ejercicio se genera doble fichas en la aplicación, pero después ya pudo utilizarlo. Otra vez pudo constatar porque los números cambian o mantienen el signo, de manera gráfica con las fichas, como ya se ha dicho antes estas interfases gráficas para el caso A son de gran ayuda ya que tiene problemas de memoria de corto plazo por lo que la estrategia de colores y fichas manipulables es bueno para él; en otros momentos de la clase se le pide que recuerde las fichas y colores para resolver problemas. A continuación se presenta la tabla de resultados:

Respuestas correctas (Rc) de Multiplicación Caso A					
1er número positivo			1er número negativo		
1er número	2do número	Resultado	1er número	2do número	Resultado
8	10	7	7	8	6
9	9	7	7	8	7
8	9	7	8	9	6
8	8	7	8	9	7
10	10	8	9	8	7

10	9	9	10	9	8
10	10	9	9	10	8

Tabla 5-4: Respuestas correctas(Rc) de Multiplicación. Caso A (Sierra, 2015)

En la tabla 5-4 se presentan las respuestas correctas (Rc) obtenidas por el caso A en el uso del módulo de la multiplicación, en total son 140 ejercicios, que se realizaron durante 7 sesiones, en cada sesión se realizaba 10 ejercicios con el 1er número positivo y 10 con el 1er número negativo, mostrándose mayores problemas en los segundos. Desde la sesión 1 se obtiene buenos resultados en el planteamiento de los números cuando el 1er número es positivo, mientras que en los ejercicios con el 1er número es negativo poco a poco va mejorando, teniendo los mayores problemas al escribir la respuesta. A veces la respuesta, el caso A trato de darla utilizando sus conocimientos previos de multiplicación y por ese motivo tuvo respuestas malas en vez de realizar el conteo respectivo, por lo que se le pidió que confirme su respuesta con las fichas. Esa estrategia también será utilizada posteriormente para cuando le toca resolver problemas.

En cuanto al tiempo promedio se muestra la ilustración a continuación:

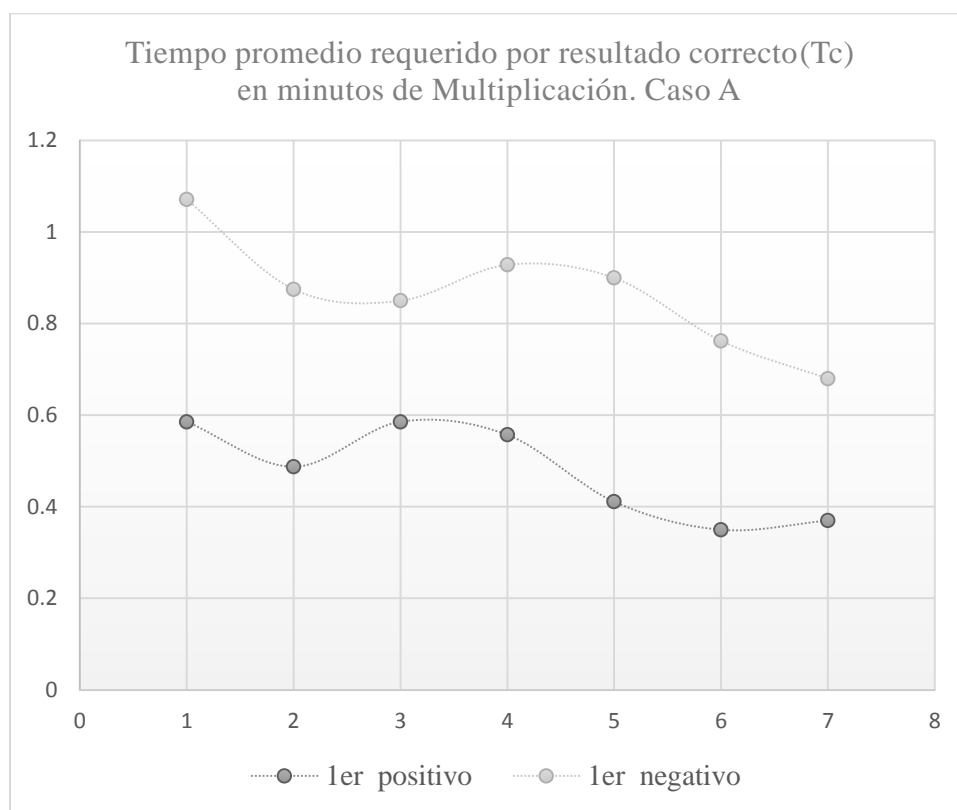


Ilustración 5-5: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de Multiplicación. Caso A (Sierra, 2015)

La ilustración 5-5 muestra el tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) en minutos de Multiplicación para el caso A, con dos curvas, la curva con tiempos más altos es cuando el 1er número es negativo y la otra es cuando el 1er número es positivo, se ve claramente la diferencia de tiempos de la misma operación pero en dos entornos un poco diferentes. Analizando la curva superior el caso A pasa de un tiempo promedio superior de 1 minuto en la primera sesión a un tiempo de 0,7 minutos en la sesión 7, con pequeñas fluctuaciones en las sesiones 3 y 4.

El caso B, confía en su habilidad matemática adquirida anteriormente para resolver las multiplicaciones, de igual forma se realizan ejercicios con el 1er número positivo y el 1er número negativo. Tiene unos errores en el uso de la herramienta en la primera sesión, especialmente cuando los números son negativos, su concentración mejoró para tener mejores resultados en las últimas sesiones. El mover las fichas en grupos le agrada ya que puede resolver los planteamientos más rápido. El estudiante recordó el movimiento de las fichas en bloques en ejercicios posteriores para resolver problemas. A continuación se muestra la tabla de respuestas correctas.

Respuestas correctas (Rc) de Multiplicación					
Caso B					
1er número positivo			1er número negativo		
1er número	2do número	Resultado	1er número	2do número	Resultado
9	10	7	8	8	7
9	9	8	8	9	8
9	10	7	9	9	8
9	9	7	8	9	7
10	10	9	9	8	7
10	10	10	10	9	8
10	10	10	10	10	10

Tabla 5-5: Respuestas correctas (Rc) de Multiplicación. Caso B (Sierra, 2015)

La tabla 5-5 muestra las respuestas correctas (Rc) de Multiplicación del caso B, en total fueron 140 ejercicios, realizando 10 con el 1er número positivo y 10 con el 1er número negativo en una sola sesión. Como se ve en la tabla los resultados de las primeras sesiones tuvieron algunos errores pero el estudiante en la última sesión la realizó de forma totalmente correcta, el uso de la herramienta le refuerza el conocimiento de la ley de signos y del concepto de multiplicación. Por los resultados también se puede decir que el módulo cuando el 1er número es positivo es fácil de usar y cuando el 1er es negativo utiliza comodines todo el tiempo y es por esto que tiene un nivel más alto de deducción. El promedio del tiempo se presenta a continuación:

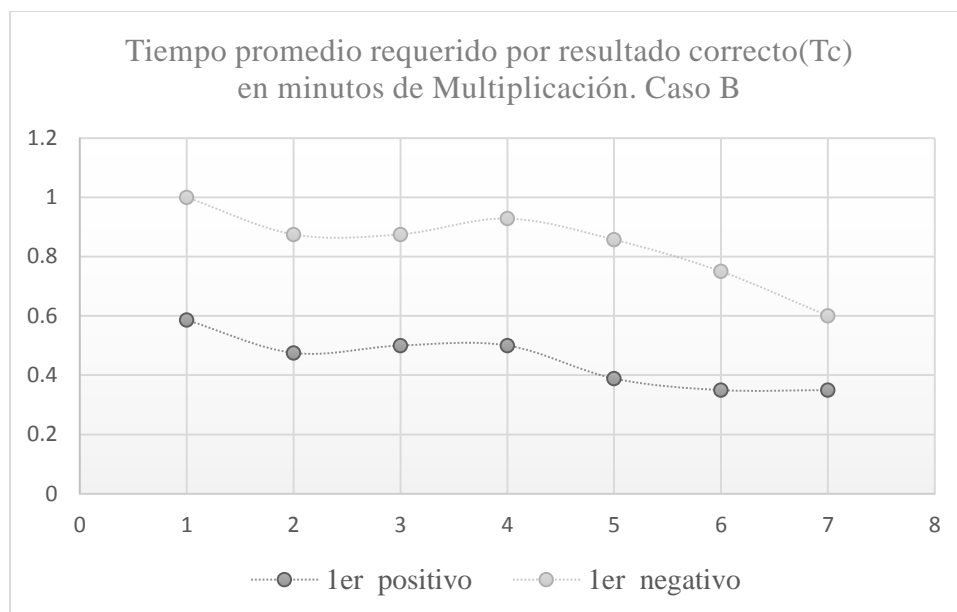


Ilustración 5-6: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (T_c) en minutos de Multiplicación. Caso B (Sierra, 2015)

En la ilustración 5-6 se muestra los tiempos promedio requerido por resultado correcto (T_c) en minutos de Multiplicación logrados por el caso B, la curva que está más arriba es la correspondiente a 1er número negativo, esta operación requiere más tiempo, por el uso de los comodines, para su manipulación y correcto desarrollo, el estudiante empieza con un tiempo promedio de 1 minuto y para la sesión 7 obtiene un tiempo de 0,6 lo que indica que pudo manipular la herramienta e interpretar los resultados cada vez mejor. Cuando el 1ro es positivo empieza con un tiempo de 0,6 minutos y en la sesión 7 logra tener un tiempo promedio menor a 0,4 minutos, aproximadamente 25 segundos por respuesta correcta y en esta última sesión logró todos los ejercicios correctos por lo que su eficiencia y eficacia estuvieron al 100%.

En el anexo 8 está la tabla de resultados de la observación de este módulo

5.6 Aplicación del módulo DIVISIÓN

La división consiste en repartir en partes iguales una cantidad, la aplicación, simplificó el trabajo de los estudiantes para su comprensión ya que se utiliza números que sean divisibles, el primer número en el manipulable son la cantidad de fichas del tablero, solo se debe cambiar el signo si es necesario, el segundo número son los espacios respuesta en que se colocan las fichas por lo que este número no necesita ser evaluado ya que siempre será correcto, lo que los estudiantes deben es interpretar el resultado gráfico para escribir el resultado.

Para el caso A el entrenamiento de la herramienta fue muy rápido, le pareció un juego simple y se dio cuenta de manera gráfica lo que es la división. En las primeras sesiones no entendía que debía escribir

como respuesta es por esto que tiene unos errores pero después ya entendió que es cada cosa, ese refuerzo de la operación le permitió posteriormente resolver problemas de aplicación de la división ya que recordaba que cuando tenía que repartir había que aplicar la división. La ley de signos también rige esta operación y es la parte en la que debe poner más atención el estudiante. Esta operación es utilizada en las fracciones, por lo que cuando se empezó este capítulo una de las referencias fue recordarle como se repartían las fichas. El caso A como ya se ha dicho varias veces tiene problemas de memoria de corto plazo por lo que cualquier estrategia para traer conocimientos anteriores es utilizada en clase. A continuación se muestra las respuestas exitosas

Respuestas correctas (Rc) de División Caso A	
1er número	Resultado
8	6
8	6
9	7
10	8
10	9
10	10
10	9

Tabla 5-6: Respuestas correctas (Rc) de División. Caso A (Sierra, 2015)

En la tabla 5-6 se muestra las respuestas correctas (Rc) de División del caso A, del 1er número y del resultado, en total fueron 70 ejercicios y al principio los errores en el primer número fueron por no cambiar el signo, en base a estos resultados puso mayor atención en esto lo que le ayudó a reforzar este concepto tan importante, utilizado también en el álgebra; en la sesión 6 logró un excelente resultado por lo que se puede afirmar que el uso del manipulable era fácil como lo dijo. El tiempo promedio se muestra a continuación:

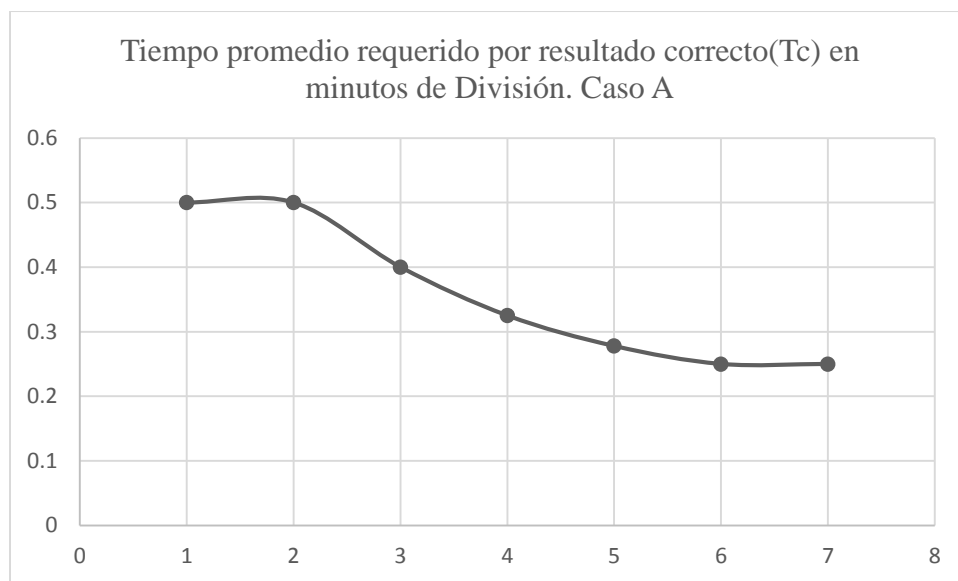


Ilustración 5-7: Tiempo promedio requerido por resultado correcto(Tc) en minutos de División. Caso A (Sierra, 2015)

En la ilustración 5-7 se muestra el tiempo promedio requerido por resultado correcto(Tc) en minutos de división requeridos por el caso A, la curva muestra una pendiente descendiente lo que implica que cada sesión tiene mejores tiempos, el conocer el módulo es uno de los factores para lograr mejorar los tiempos, en la sesión 1 el estudiante tuvo un promedio de 0,5 y en la sesión 7 logra bajar casi a la mitad el tiempo promedio, lo que permite indicar que su eficiencia mejoró.

El caso B desde un inicio pudo manipularlo sin mayor problema, hubo un poco de confusión en la interpretación de los resultados. El plantear la división de esta manera tan simple le permitió al estudiante obtener buenos resultados y reforzar su concepto de división, importante para cuando se entra en fracciones. A continuación los resultados:

Respuestas correctas (Rc) de División Caso B	
1er número	Resultado
8	7
9	7
10	9
10	10
10	10
10	10
10	10

Tabla 5-7: Respuestas correctas (Rc) de División. Caso B (Sierra, 2015)

En la tabla 5-7 se muestra las respuestas correctas (Rc) de División del caso B, en total se realizaron 70 ejercicios en 7 sesiones, en la sesión 1 hubo confusión sobre que número debe escribir como resultado, y eso sirvió para reflexionar sobre el concepto de la división, eso le sirvió para que en

sesiones posteriores tenga buenos resultados, como se puede ver desde la sesión 3. Los tiempos promedios se muestra a continuación:

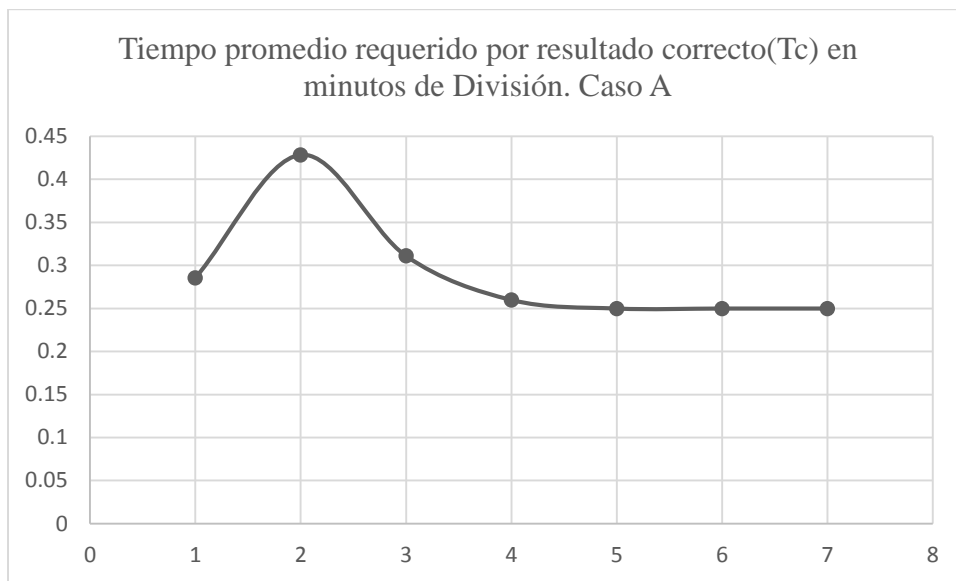


Ilustración 5-8: Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de División. Caso B (Sierra, 2015)

La ilustración 5-8 muestra Tiempo promedio requerido por resultado correcto (Tc) en minutos de División. Caso B, en general son tiempos bajos aproximadamente 15 segundos por cada operación correcta y como se puede ver se estabiliza a partir de la sesión 4. La subida en la sesión en la sesión 2 se da por un desconcentración recordando que el caso B tiene problemas de atención y se despista muy fácilmente.

6 Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

De la aplicación de la herramienta en los casos de estudio A y B se desprenden las siguientes conclusiones:

- El uso del software educativo desarrollado y aplicado en este estudio refuerza, acentúa, clarifica los conocimientos de las operaciones matemáticas básicas utilizadas también en el álgebra
- El uso de colores en las fichas permite a los estudiantes recordar el signo de los números asociación que les permitirá en el álgebra recordar los colores de la aplicación al sustituir los números por letras.
- La comprensión de la noción de cantidad nula mediante fichas de color contrario que se anulan, utilizada en la aplicación con los denominados “comodines” en las operaciones de suma, resta y multiplicación, facilita la aplicación de esta con letras.
- La herramienta digital educativa aplicada a los casos de estudio A y B, tiene cuatro módulos totalmente operativos: Suma, Resta, Multiplicación y División de enteros con signos; está diseñada siguiendo la estructura Agile Scrum, con un software programando en MIT App inventor que digitaliza la metodología de enseñanza de la matemática con material concreto llamada “Conexiones”.
- La ventaja de haber desarrollado el software con metodología Agile Scrum es obtener cada módulo operativo a pesar de no tener toda la aplicación terminada, en un tiempo promedio de 4 semanas
- El desarrollo de la aplicación con MIT App Inventor 2 permitió usar interfaces gráficas que simplifican el trabajo pero limitan en la flexibilidad del lenguaje, como por ejemplo crear objetos de forma dinámica durante la ejecución, por lo que hay que crear todos los objetos necesarios durante la programación. Otro de los problemas que aparecen con esta aplicación es que el código no se puede reutilizar en otro objeto.
- El uso de la herramienta demostró en los casos de estudio: un mayor tiempo de concentración para solucionar ejercicios; el mejoramiento en la agilidad para la obtención de la respuesta; motivación y predisposición evidente al estudio por tratarse de un dispositivo electrónico e incorporar en los interfaces elementos lúdicos; y sobre todo reforzó positivamente su seguridad y autoestima
- La herramienta permite evaluar cada uno de los pasos de las 4 operaciones y no se fija únicamente en el resultado, y esto hace que los usuarios pongan más atención en cada una de

las fases como son el 1er número, 2do número y resultado tanto en sus cantidades como en los signos, les obligó a una mayor concentración de los casos de estudio.

- Aprovechando los errores y aciertos que el software educativo da como realimentación, a los usuarios les permite reflexionar que realizan bien o mal de manera autónoma, forzando a una mejora.
- La herramienta digital en sus cuatro módulos tiene interfaces similares guardando coherencia para que sea de fácil aprendizaje, entorno amigable aseverado por los casos A y B
- El seguimiento y la cercanía en el desarrollo por parte de la autora de la metodología “Conexiones” con reuniones al inicio de cada módulo y para despejar cualquier duda durante el desarrollo sirvió para que la aplicación virtual sea tan efectiva como son las fichas reales.
- Desde la perspectiva del investigador la aplicación constituye un paso intermedio entre material concreto y la abstracción

6.2 Recomendaciones

- Una aplicación digital de tipo educativo debe tener fundamento pedagógico, no puede ser una acumulación de ejercicios sin ningún sentido
- La metodología pedagógica debe ser la columna vertebral de la aplicación de tipo educativo
- El desarrollo de una aplicación educativa debe ser guiada por el/la experto pedagógico y debe ser utilizada en el aula de clases
- La metodología “Conexiones” también abarca las operaciones algebraicas por lo que puede desarrollar una segunda parte del software educativo en el que se realice estos ejercicios
- La aplicación para su desarrollo debe ser dividida, si es posible, en módulos independientes para que al programar cada uno de estos sean operativos y puedan ser evaluados, esto crea un nexo entre los expertos técnicos con los usuarios
- Debe haber una buena relación entre el equipo de desarrollo con el experto pedagógico, para que la comunicación sea franca, directa y con ánimo de lograr un producto de calidad para beneficio de los estudiantes.

Bibliografía y Referencias

- Sierra, J. (2015). *Desarrollo de una herramienta digital para reforzar las habilidades matemáticas necesarias en el aprendizaje del álgebra*. Quito: PUCE.
- Turriaga, M. M. (2014, 06 30). Metodología. Módulo División. (J. Sierra, Interviewer)
- Turriaga, M. M. (2014, 4 29). Metodología. Módulo Multiplicación. (J. Sierra, Interviewer)
- Turriaga, M. M. (2014, 03 27). Metodología. Módulo Resta. (J. Sierra, Interviewer)
- Turriaga, M. M. (2014, 2 20). Metodología. Módulo Suma. (J. Sierra, Interviewer)
- Turriaga, M. M. (12 de January de 2014). Metodología. Parte I. (J. Sierra, Entrevistador)
- Albaladejo, X. (2014, enero 15). *Qué es SCRUM:proyectos agiles.org*. Retrieved mayo 2014, from proyectosagiles.org: <http://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum>
- Android. (2015, 03 25). *Andorid*. Retrieved from Developers: <https://developer.android.com/sdk/index.html>
- Avila, O. (2012). Android. *Contactos. Revista de educación en ciencias e ingeniería*(83), 43-47. Retrieved Mayo 15, 2014, from <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/revista/83/pdfs/android.pdf>
- Blanco Pérez, M. (2012). *Dificultades específicas del aprendizaje de las matemáticas en los primeros años de la escolaridad: detección precoz y características evolutivas*. Madrid: Ministerio de educación, Gobierno de España.
- BrainFacts. (sf, sf sf). *BrainFacts.org*. Retrieved Mayo 18, 2014, from BrainFacts.org: <http://www.brainfacts.org/Diseases-Disorders/Diseases-A-to-Z-from-NINDS/Learning-Disabilities>
- Cantlon, J. F. (2006, Abril 11). Functional imaging of numerical processing in adults and 4–y–old children. (S. Dehaene, Ed.) *PLOS Biology*, 4(5), 125. doi:10.1371/journal.pbio.0040125
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford University Press.
- Dehaene, S. y. (1995). *Towards an anatomical and functional model of number processing. Mathematical Cognition*.
- Educational Technology & Society. (sf, sf sf). *Educational Technology & Society*. Retrieved Mayo 15, 2014, from Journal of Educational Technology & Society: <http://www.ifets.info/>
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: the role of the sensory–motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 455-479. doi:10.1080/02643290442000310
- González, M. (2014, Abril 16). *Mobile World Capital,Barcelona*. Retrieved Mayo 16, 2014, from Mobile World Capital,Barcelona: <http://mobileworldcapital.com/es/articulo/479>
- Horizon Report NMC. (2013, sf sf). *Horizon Report*. Retrieved Mayo 16, 2014, from 2013-horizon-report-k12: <http://www.nmc.org/pdf/2013-horizon-report-k12.pdf>

Kantarworldpanel ComTech. (2014, Marzo 30). *Kantarworldpanel*. Retrieved Mayo 15, 2014, from smartphone-os-market-share: <http://www.kantarworldpanel.com/smartphone-os-market-share/>

Kuchemann, D. E. (1981). Children's Understanding of Mathematics. London: In K. Hart (Ed.).

Learning Disabilities Association of America. (2002, sf sf). *Learning Disabilities Association of America*. Retrieved Mayo 18, 2014, from Learning Disabilities Association of America /dyscalculia: <http://ldaamerica.org/types-of-learning-disabilities/dyscalculia/>

Massachusetts Institute of Technology. (2012-2015). *About*. Retrieved 02 24, 2014, from MIT App Inventor: <http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>

Open Handset Alliance. (2007, Noviembre 5). Retrieved from http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html

Radford, L., & André, M. (2009, Julio 01). Cerebro, cognición y matemáticas. *Relime.* , 12(2), 215-250. Retrieved Mayo 19, 2014, from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362009000200004&lng=es&nrm=iso

Rowan, C. (2014, Marzo 03). 10 reason why handheld devices should be banned for the children under the age of 12. *Huff Post*. Retrieved Mayo 15, 2014, from http://www.huffingtonpost.com/cris-rowan/10-reasons-why-handheld-devices-should-be-banned_b_4899218.html

Ruxandra Stanesco-Cosson, P. P.-F., & Dehaene, S. (2000, Julio 04). *Understanding dissociations in dyscalculia*. Retrieved Mayo 19, 2014, from Brain a Journal of neurology: <http://brain.oxfordjournals.org/content/123/11/2240.long>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013, Junio). *SCRUM Guide: Español*. Retrieved from SCRUM.org: https://www.scrum.org/Portals/0/Documents/Scrum%20Guides/Scrum_Guide%202011%20-%20ES.pdf

UNESCO. (sf, sf sf). *UNESCO Las TIC en la Educación*. Retrieved Mayo 16, 2014, from UNESCO web site: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>

Valdosta State University. (2003). *Educational Psychology Interactive*. Retrieved from Piaget's Theory of Cognitive Development: <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/piaget.html>

Vargo, F., & Young, N. (sf, sf sf). *Learning Disabilities Worldwide*. Retrieved Mayo 18, 2014, from Learning Disabilities Worldwide web site: <http://www.ldworldwide.org/what-are-learning-disabilities>

Glosario

APK: Archivo Empacado de Aplicación

IPS: Surco intraparietal

OHA: Open Handset Alliance

WIFI: mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica

Anexos

A1: Árbol de problemas

A2: Cuadro de involucrados

A3: Código de la SUMA

A4: Código de la RESTA

A5: Código de la MULTIPLICACIÓN

A6: Código de la DIVISIÓN

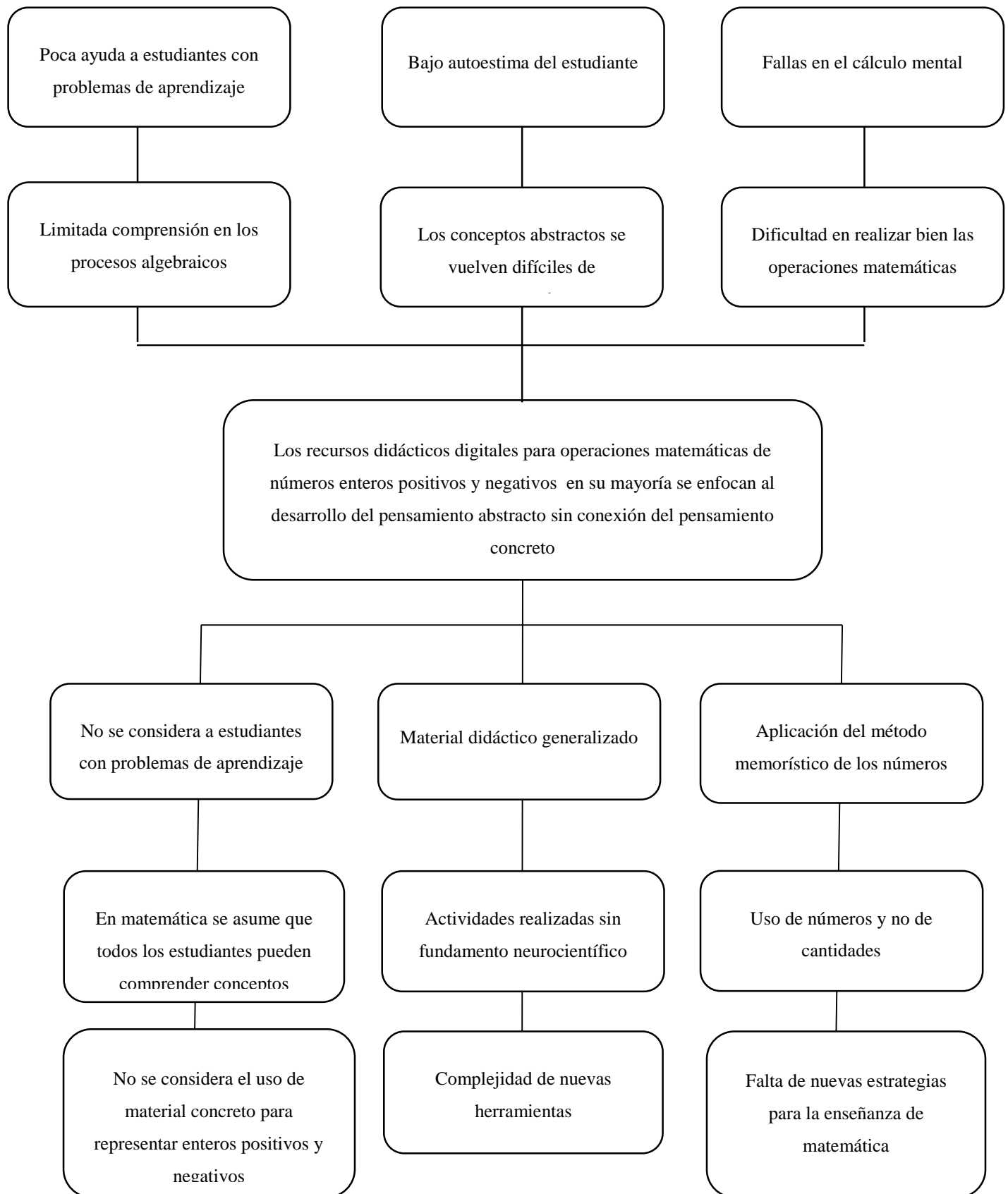
A7: Tabla de datos de la SUMA

A8: Tabla de datos de la RESTA

A9: Tabla de datos de la MULTIPLICACIÓN

A10: Tabla de datos de la DIVISIÓN

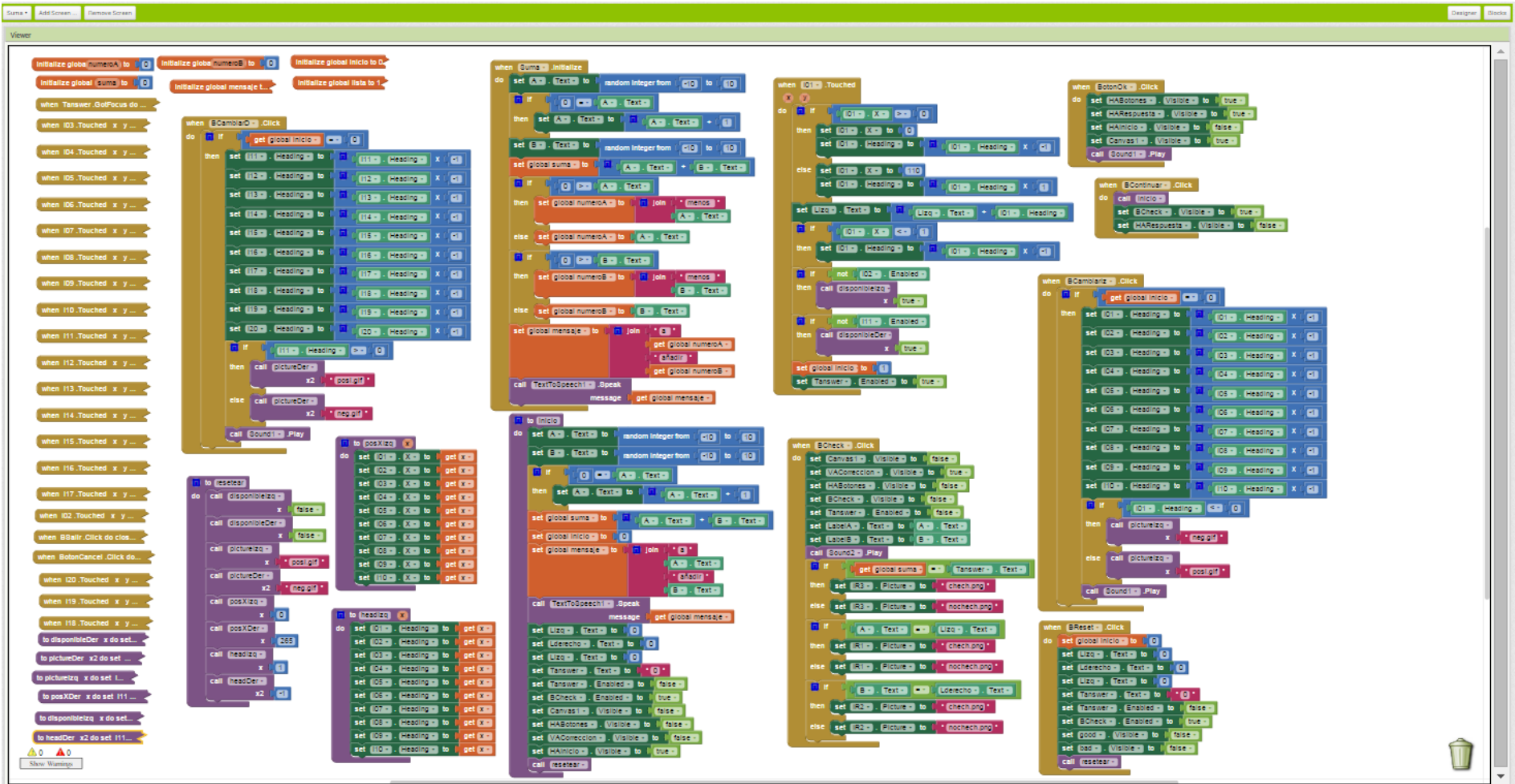
Anexo 1:Árbol de problemas



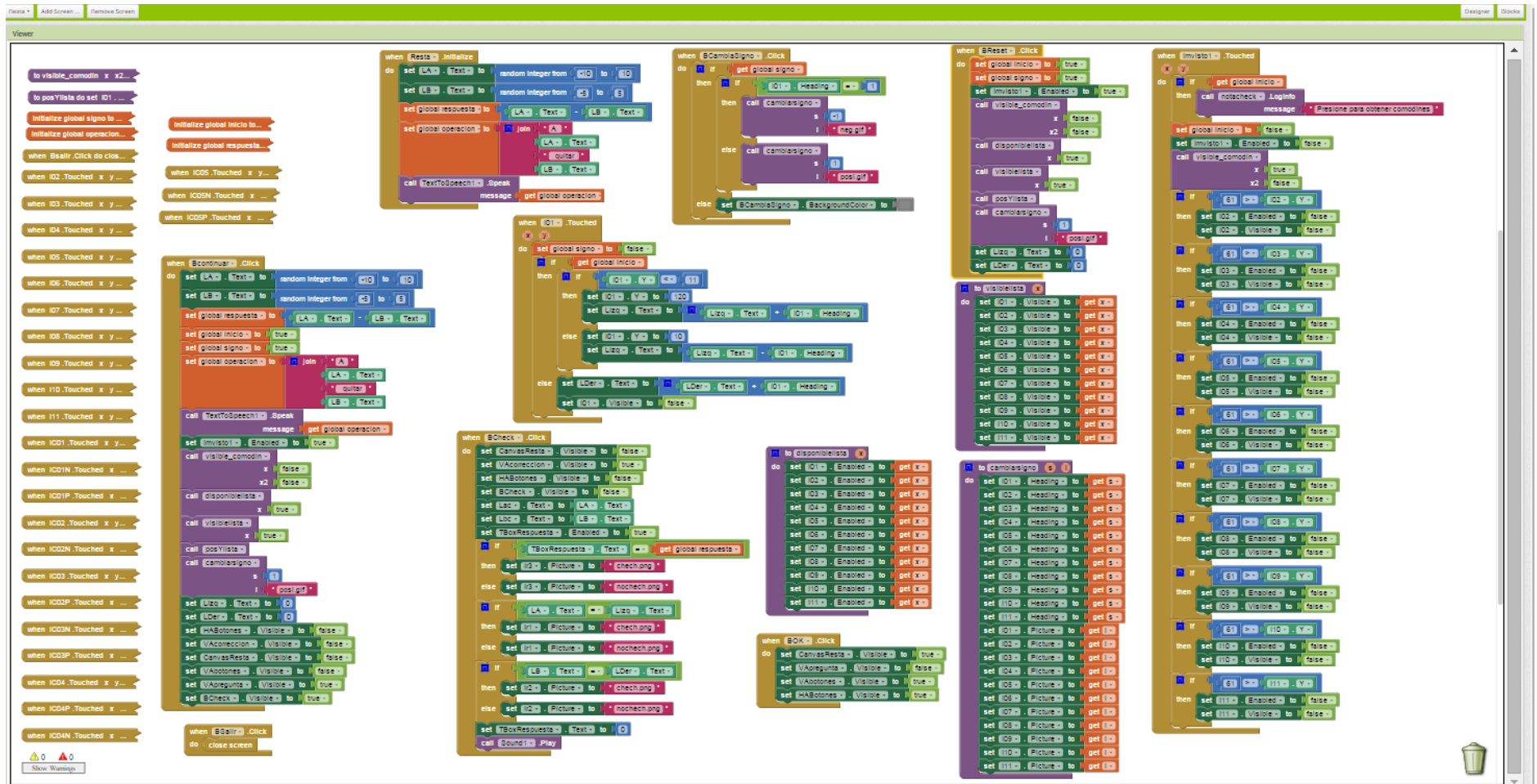
Anexo 2: Cuadro de involucrados

Grupos relacionados	Intereses de cada grupo	Problema que percibe cada actor	Recursos y mandatos cada grupo
Estudiantes con problemas de aprendizaje	Aprender a realizar operaciones matemáticas con números enteros positivos y negativos	No logra comprender las operaciones matemáticas con enteros	Material concreto para realizar operaciones
Profesor de matemática	Utilizar herramientas adecuadas de apoyo y refuerzo en el proceso de aprendizaje de las operaciones básicas con números enteros positivos y negativos con material concreto	Hay estudiantes que tienen problemas para operar con enteros positivos y negativos	Aplicación y evaluación de la herramienta “Conexiones”
Autoridades	Dar alternativas para procesos de aprendizaje a estudiantes con dificultades	Lograr una educación más inclusiva	Tablets con S.O. Android
Colegas profesores	Saber cómo se puede proceder con estudiantes que tienen problemas de aprendizaje	Bajo nivel de abstracción de los estudiantes	Relacionar el aprendizaje dado con la herramienta “Conexiones” a sus materias
Padres de familia	Conocer la real capacidad de su hijo	Frustración de sus hijos Desconocimiento de la forma de evaluar de sus hijos	Realimentación de la investigación

Anexo 3: Código de la SUMA



Anexo 4: Código de la RESTA



Anexo 5: Código de la MULTIPLICACIÓN

The code is written in a block-based programming language and is organized into four main event-driven blocks:

- when Echeck1 Click:** This block handles the initial state of the game. It sets `VAcionacion` to false, `VMultiplicacion` to true, and `VResponsta` to false. It then generates random integers for `LA` and `LB` (ranging from 1 to 5). It sets the text for `LA` and `LB` and enables the `Boxresponsta` field. It also sets `Echeck` to true and `Echeck1` to false.
- when Econtinuar Click:** This block handles the 'continuar' button click. It sets `VAcionacion` to false, `VMultiplicacion` to true, and `VResponsta` to false. It generates random integers for `LA` and `LB`. It sets the text for `LA` and `LB` and enables the `Boxresponsta` field. It also sets `Echeck` to true and `Echeck1` to false.
- when E0 Click:** This block handles the '0' button click. It sets `VAcionacion` to false, `VMultiplicacion` to true, and `VResponsta` to false. It sets the text for `LA` and `LB` to '0' and enables the `Boxresponsta` field. It also sets `Echeck` to true and `Echeck1` to false.
- when E10responsta Click:** This block handles the '10responsta' button click. It sets `VAcionacion` to false, `VMultiplicacion` to true, and `VResponsta` to false. It sets the text for `LA` and `LB` to '10' and enables the `Boxresponsta` field. It also sets `Echeck` to true and `Echeck1` to false.

The code also includes a large 'do' block for the `when Multiplicacion initialize` event, which sets up the initial state of the game, including the `LA` and `LB` variables, the `Boxresponsta` field, and the `Echeck` and `Echeck1` variables. It also includes a `call Sound1 Play` block.

Anexo 6: Código de la DIVISIÓN

The image displays a Scratch-style programming environment with the following code blocks:

- Left Column (Events):** A vertical list of 50 'when touched' events for various objects (e.g., 'when I12en3de11 Touched', 'when I12en3de12 Touched', etc.), each followed by a specific action like 'Initialize global canvas to 0', 'set Label13, Text to ?', or 'to p102 x do if get x = 0'.
- Center Column (Click Event):** A 'when Escribir Click' event with a 'do' loop containing:
 - set (L12a) Text to "L12a" (Text: x / y)
 - if (get global canvas == 0) then call p52(x) else call p51(x)
 - if (get global canvas == 1) then call p53(x) else call p52(x)
 - if (get global canvas == 2) then call p54(x) else call p53(x)
 - if (get global canvas == 3) then call p55(x) else call p54(x)
 - if (get global canvas == 4) then call p56(x) else call p55(x)
 - if (get global canvas == 5) then call p57(x) else call p56(x)
 - if (get global canvas == 6) then call p58(x) else call p57(x)
 - if (get global canvas == 7) then call p59(x) else call p58(x)
 - if (get global canvas == 8) then call p60(x) else call p59(x)
 - if (get global canvas == 9) then call p61(x) else call p60(x)
 - if (get global canvas == 10) then call p62(x) else call p61(x)
 - if (get global canvas == 11) then call p63(x) else call p62(x)
 - if (get global canvas == 12) then call p64(x) else call p63(x)
 - if (get global canvas == 13) then call p65(x) else call p64(x)
 - if (get global canvas == 14) then call p66(x) else call p65(x)
 - if (get global canvas == 15) then call p67(x) else call p66(x)
 - if (get global canvas == 16) then call p68(x) else call p67(x)
 - if (get global canvas == 17) then call p69(x) else call p68(x)
 - if (get global canvas == 18) then call p70(x) else call p69(x)
 - if (get global canvas == 19) then call p71(x) else call p70(x)
 - if (get global canvas == 20) then call p72(x) else call p71(x)
 - if (get global canvas == 21) then call p73(x) else call p72(x)
 - if (get global canvas == 22) then call p74(x) else call p73(x)
 - if (get global canvas == 23) then call p75(x) else call p74(x)
 - if (get global canvas == 24) then call p76(x) else call p75(x)
 - if (get global canvas == 25) then call p77(x) else call p76(x)
 - if (get global canvas == 26) then call p78(x) else call p77(x)
 - if (get global canvas == 27) then call p79(x) else call p78(x)
 - if (get global canvas == 28) then call p80(x) else call p79(x)
 - if (get global canvas == 29) then call p81(x) else call p80(x)
 - if (get global canvas == 30) then call p82(x) else call p81(x)
 - if (get global canvas == 31) then call p83(x) else call p82(x)
 - if (get global canvas == 32) then call p84(x) else call p83(x)
 - if (get global canvas == 33) then call p85(x) else call p84(x)
 - if (get global canvas == 34) then call p86(x) else call p85(x)
 - if (get global canvas == 35) then call p87(x) else call p86(x)
 - if (get global canvas == 36) then call p88(x) else call p87(x)
 - if (get global canvas == 37) then call p89(x) else call p88(x)
 - if (get global canvas == 38) then call p90(x) else call p89(x)
 - if (get global canvas == 39) then call p91(x) else call p90(x)
 - if (get global canvas == 40) then call p92(x) else call p91(x)
 - if (get global canvas == 41) then call p93(x) else call p92(x)
 - if (get global canvas == 42) then call p94(x) else call p93(x)
 - if (get global canvas == 43) then call p95(x) else call p94(x)
 - if (get global canvas == 44) then call p96(x) else call p95(x)
 - if (get global canvas == 45) then call p97(x) else call p96(x)
 - if (get global canvas == 46) then call p98(x) else call p97(x)
 - if (get global canvas == 47) then call p99(x) else call p98(x)
 - if (get global canvas == 48) then call p100(x) else call p99(x)
 - if (get global canvas == 49) then call p101(x) else call p100(x)
 - if (get global canvas == 50) then call p102(x) else call p101(x)
- Right Column (Click Event):** A 'when Escribir Click' event with a 'do' loop:
 - call penablecanvas
 - set (HARespuestas) Visible to true
 - set (HABotones) Visible to false
 - set (HACorrecion) Visible to true
 - set (L12a) Text to "L12a" (Text: x / y)
 - set (L12b) Text to "L12b" (Text: x / y)
 - set (HRespuestas) Visible to false
 - set (Escribir) Visible to false
 - if (L12a Text == get global dividendo) then set (R1a) Picture to "check.png" else set (R1a) Picture to "nocheck.png"
 - if (L12b Text == get global divisor) then set (R2a) Picture to "check.png" else set (R2a) Picture to "nocheck.png"
 - if (L12c Text == get global respuestas) then set (R3a) Picture to "check.png" else set (R3a) Picture to "nocheck.png"
- Bottom Section (Initialize Event):** A 'when division Initialize' event with a 'do' loop:
 - set global dividendo to select list item list (get global opciones) Index random Integer from 1 to 10
 - if (absolute (get global dividendo) == 0) then set global divisor to select list item list (get global sets) Index random Integer from 1 to 3 else if (absolute (get global dividendo) == 1) then set global divisor to 4 else if (absolute (get global dividendo) == 2) then set global divisor to 5 else if (absolute (get global dividendo) == 3) then set global divisor to 6 else if (absolute (get global dividendo) == 4) then set global divisor to 7 else if (absolute (get global dividendo) == 5) then set global divisor to 8 else if (absolute (get global dividendo) == 6) then set global divisor to 9 else if (absolute (get global dividendo) == 7) then set global divisor to 10 else if (absolute (get global dividendo) == 8) then set global divisor to 11 else if (absolute (get global dividendo) == 9) then set global divisor to 12
 - set global respuestas to (get global dividendo) / (get global divisor)
 - set (L12a) Text to (get global dividendo)
 - set (L12b) Text to (get global divisor)

Anexo 7: Tablas de datos de la sumaCASO A				CASO B			
Suma				Suma			
Tiempo:	8 minutos			Tiempo:	7 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	0	0	1	1	0	0
2	1	1	1	2	1	0	0
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	0	6	1	1	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	0	9	1	1	0
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	9	9	7	total correctos	10	8	6
promedio de tiempo de correctos	0,888889	0,888889	1,142857	promedio de tiempo de correctos	0,8	1	1,333333
2				2			
Suma				Suma			
Tiempo:	7,5 minutos			Tiempo:	6,5 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	0	1	1	1	0
2	1	1	0	2	1	1	0
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	1	0	0
total correctos	10	9	7	total correctos	10	9	7
promedio de tiempo de correctos	0,75	0,833333	1,071429	promedio de tiempo de correctos	0,75	0,833333	1,071429
3				3			
Suma				Suma			
Tiempo:	7,5 minutos			Tiempo:	6,5 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	2	1	1	0
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	9	10	9	total correctos	10	10	8
promedio de tiempo de correctos	0,833333	0,75	0,833333	promedio de tiempo de correctos	0,75	0,75	0,9375
4				4			
Suma				Suma			
Tiempo:	7 minutos			Tiempo:	6,2 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	0	1	1	1	0
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	0	0	0	6	1	1	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	1	1	1
total correctos	9	8	7	total correctos	10	10	8
promedio de tiempo de correctos	0,777778	0,875	1	promedio de tiempo de correctos	0,7	0,7	0,875

5				5			
Suma				Suma			
Tiempo:	7,1	minutos		Tiempo:	6	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	2	1	1	1
3	1	0	1	3	1	0	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	0	6	1	1	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	0	9	1	1	0
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	10	8	8	total correctos	10	9	8
promedio de tiempo de correctos	0,71	0,8875	0,8875	promedio de tiempo de correctos	0,71	0,788889	0,8875
6				6			
Suma				Suma			
Tiempo:	7	minutos		Tiempo:	6	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	1	0	0
total correctos	10	9	9	total correctos	10	9	9
promedio de tiempo de correctos	0,7	0,777778	0,777778	promedio de tiempo de correctos	0,7	0,777778	0,777778
7				7			
Suma				Suma			
Tiempo:	7	minutos		Tiempo:	6	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	0	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	10	10	9	total correctos	10	10	10
promedio de tiempo de correctos	0,7	0,7	0,777778	promedio de tiempo de correctos	0,7	0,7	0,7
CORRECTOS				CORRECTOS			
	1er número	2do número	resultado		1er número	2do número	resultado
	9	9	7		10	8	6
	10	9	7		10	9	7
	9	10	9		10	10	8
	9	8	7		10	10	8
	10	8	8		10	9	8
	10	9	9		10	9	9
	10	10	9		10	10	10
PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS				PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS			
	1er número	2do número	minutos		1er número	2do número	minutos
1	0,888889	0,888889	1,142857	1	0,8	1	1,333333
2	0,75	0,833333	1,071429	2	0,75	0,833333	1,071429
3	0,833333	0,75	0,833333	3	0,75	0,75	0,9375
4	0,777778	0,875	1	4	0,7	0,7	0,875
5	0,71	0,8875	0,8875	5	0,71	0,788889	0,8875
6	0,7	0,777778	0,777778	6	0,7	0,777778	0,777778
7	0,7	0,7	0,777778	7	0,7	0,7	0,7

A8: Tabla de datos de la RESTA

Caso a				Caso b			
Tiempo:	9 minutos			Tiempo:	8 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	0	0	1	0	0	0
2	1	0	0	2	1	0	0
3	1	0	0	3	1	0	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	0	0	5	0	0	0
6	1	1	0	6	1	1	0
8	1	0	0	8	1	0	0
9	1	0	0	9	1	0	0
10	1	1	0	10	1	1	0
total correctos	9	4	2	total correctos	8	4	3
promedio de tiempo de correctos	1	2.25	4.5	promedio de tiempo de correctos	1	2	2.666667
2				2			
Tiempo:	9 minutos			Tiempo:	8 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	0	0	1	1	0	0
2	1	1	0	2	1	1	1
3	1	0	0	3	1	1	0
5	1	1	1	5	1	1	1
6	0	0	0	6	0	0	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	0	0	0	10	0	0	0
total correctos	8	6	5	total correctos	8	7	6
promedio de tiempo de correctos	1.125	1.5	1.8	promedio de tiempo de correctos	1	1.142857	1.333333
3				3			
Tiempo:	8.8 minutos			Tiempo:	7.5 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	2	0	1	0
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	0	0	4	1	0	0
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	0	0	8	1	0	0
9	0	0	0	9	0	0	0
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	8	7	6	total correctos	8	7	6
promedio de tiempo de correctos	1.1	1.257143	1.466667	promedio de tiempo de correctos	0.9375	1.071429	1.25
4				4			
Tiempo:	8.9 minutos			Tiempo:	7.6 minutos		
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	0	1	1	1	0
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	0	0	6	1	0	0
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	0	0	0	10	0	0	0
total correctos	9	8	7	total correctos	9	8	7
promedio de tiempo de correctos	0.988889	1.1125	1.271429	promedio de tiempo de correctos	0.844444	0.95	1.085714

5				5			
Tiempo:	8.2	minutos		Tiempo:	7.8	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	0	0	0	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	0	9	1	1	0
10	0	0	0	10	0	0	0
total correctos	8	8	7	total correctos	9	9	8
promedio de tiempo de correctos	1.025	1.025	1.171429	promedio de tiempo de correctos	0.866667	0.866667	0.975
6				6			
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	0	0	8	1	0	0
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	10	9	9	total correctos	10	9	9
promedio de tiempo de correctos	0.84	0.933333	0.933333	promedio de tiempo de correctos	0.76	0.844444	0.844444
7				7			
Tiempo:	8.2	minutos		Tiempo:	7.6	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	0	3	1	1	0
4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1
total correctos	10	10	9	total correctos	10	10	9
promedio de tiempo de correctos	0.82	0.82	0.911111	promedio de tiempo de correctos	0.76	0.76	0.844444
CORRECTOS				CORRECTOS			
	Resta				Resta		
	1er n	2do n	res		1er n	2do n	res
	9	4	2		8	4	3
	8	6	5		8	7	6
	8	7	6		8	7	6
	9	8	7		9	8	7
	8	8	7		9	9	8
	10	9	9		10	9	9
	10	10	9		10	10	9
PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS				PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS			
	Resta				Resta		
	1er n	2do n	res		1er n	2do n	res
1	1	2.25	4.5	1	1	2	2.666667
2	1.125	1.5	1.8	2	1	1.142857	1.333333
3	1.1	1.257143	1.466667	3	0.9375	1.071429	1.25
4	0.988889	1.1125	1.271429	4	0.844444	0.95	1.085714
5	1.025	1.025	1.171429	5	0.866667	0.866667	0.975
6	0.84	0.933333	0.933333	6	0.76	0.844444	0.844444
7	0.82	0.82	0.911111	7	0.76	0.76	0.844444

A9: Tabla de datos de la MULTIPLICACIÓN

caso A								caso B							
1er número positivo				1er número negativo				1er número positivo				1er número negativo			
Tiempo:	4.1	minutos		Tiempo:	7.5	minutos		Tiempo:	4.1	minutos		Tiempo:	7	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
2	0	1	1	2	0	0	0	2	1	1	1	2	0	0	0
3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	0	6	1	1	1	6	1	1	0	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	0	0	0	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	0	9	1	1	0	9	1	1	0	9	1	1	0
10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1
total	8	10	7		7	8	6	total	9	10	7		8	8	7
tiempo	0.5125	0.41	0.585714		1.071429	0.9375	1.25	Tiempo	0.455556	0.41	0.585714		0.875	0.875	1
Tiempo:	3.9	minutos		Tiempo:	7	minutos		Tiempo:	3.8	minutos		Tiempo:	7	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	1	0	2	0	0	0	2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	0	3	1	1	1	3	1	1	0
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1	6	1	1	1	6	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	0	0	0	10	1	0	0	10	0	0	0
total	9	9	7		7	8	7	total	9	9	8		8	9	8
tiempo	0.433333	0.433333	0.557143		1	0.875	1	tiempo	0.422222	0.422222	0.475		0.875	0.777778	0.875
Tiempo:	4.1	minutos		Tiempo:	6.8	minutos		Tiempo:	4	minutos		Tiempo:	7	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	1	0	2	0	1	0	2	1	1	0	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	0	3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	0	6	1	1	1	6	1	1	0
7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	0	0	9	1	0	1	9	1	1	1	9	1	0	1
10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1
correctos	8	9	7		8	9	6	correctos	9	10	8		9	9	8
tiempo	0.5125	0.455556	0.585714		0.85	0.755556	1.133333	tiempo	0.444444	0.4	0.5		0.777778	0.777778	0.875
Tiempo:	3.9	minutos		Tiempo:	6.5	minutos		Tiempo:	4	minutos		Tiempo:	6.5	minutos	
intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado
1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	1	1	2	0	1	0	2	1	1	1	2	0	1	0
3	1	1	1	3	1	1	0	3	1	1	1	3	1	1	0
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
6	0	0	0	6	1	0	0	6	1	1	1	6	1	0	0
7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	1	1	1	10	1	0	0	10	1	1	1
total	8	8	7		8	9	7	total	9	9	8		8	9	7
tiempo	0.4875	0.4875	0.557143		0.8125	0.722222	0.928571	tiempo	0.444444	0.444444	0.5		0.8125	0.722222	0.928571
1er número positivo				1er número negativo				1er número positivo				1er número negativo			
Tiempo:	3.7	minutos		Tiempo:	6.3	minutos		Tiempo:	3.5	minutos		Tiempo:	6	minutos	

intento s	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	0	0	2	1	1	1	2	1	0	0
3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	0	1	0	4	1	1	1	4	0	1	0
5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	0	6	1	0	0	6	1	1	1	6	1	0	0
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	0	9	1	1	1	9	1	1	0	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1
total	10	10	8		9	8	7	total	10	10	9		9	8	7
tiempo	0.37	0.37	0.4625		0.7	0.7875	0.9	tiempo	0.35	0.35	0.38889		0.666667	0.75	0.857143
Tiempo:	3.5	minutos		Tiempo:	6.1	minutos		Tiempo:	3.5	minutos		Tiempo:	6	minutos	
intento s	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	0	2	1	1	1	2	1	1	0
3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
6	1	1	1	6	1	0	0	6	1	1	1	6	1	0	0
7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	0	0	10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1
total	10	9	9		10	9	8	total	10	10	10		10	9	8
tiempo	0.35	0.388889	0.388889		0.61	0.677778	0.7625	tiempo	0.35	0.35	0.35		0.6	0.666667	0.75
Tiempo:	3.7	minutos		Tiempo:	6.8	minutos		Tiempo:	3.5	minutos		Tiempo:	6	minutos	
intento s	1er número	2do número	resultado	intentos	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado	intento s	1er número	2do número	resultado
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	0	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
3	1	1	0	3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1
5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1	5	1	1	1
6	1	1	1	6	1	1	1	6	1	1	1	6	1	1	1
7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1	8	1	1	1
9	1	1	1	9	1	1	0	9	1	1	1	9	1	1	1
10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1	10	1	1	1
total	10	10	9		9	10	8	total	10	10	10		10	10	10
tiempo	0.37	0.37	0.411111		0.755556	0.68	0.85	tiempo	0.35	0.35	0.35		0.6	0.6	0.6
CORRECTOS								CORRECTOS							
	1er n	2do n	res		1er n	2do n	res		1er n	2do n	res		1er n	2do n	res
	8	10	7	1	7	8	6		9	10	7	1	8	8	7
	9	9	7	2	7	8	7		9	9	8	2	8	9	8
	8	9	7	3	8	9	6		9	10	8	3	9	9	8
	8	8	7	4	8	9	7		9	9	8	4	8	9	7
	10	10	8	5	9	8	7		10	10	9	5	9	8	7
	10	9	9	6	10	9	8		10	10	10	6	10	9	8
	10	10	9	7	9	10	8		10	10	10	7	10	10	10
PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS								PROMEDIO DE TIEMPO DE CORRECTOS							
	1er número positivo				1er número negativo				1er número positivo				1er número negativo		
	1er n	2do n	res		1er n	2do n	res		1er n	2do n	res		1er n	2do n	res
1	0.5125	0.41	0.585714	1	1.071429	0.9375	1.25	1	0.455556	0.41	0.585714	1	0.875	0.875	1
2	0.433333	0.433333	0.557143	2	1	0.875	1	2	0.422222	0.422222	0.475	2	0.875	0.777778	0.875
3	0.5125	0.455556	0.585714	3	0.85	0.755556	1.133333	3	0.444444	0.4	0.5	3	0.777778	0.777778	0.875
4	0.4875	0.4875	0.557143	4	0.8125	0.722222	0.928571	4	0.444444	0.444444	0.5	4	0.8125	0.722222	0.928571
5	0.37	0.37	0.4625	5	0.7	0.7875	0.9	5	0.35	0.35	0.388889	5	0.666667	0.75	0.857143
6	0.35	0.388889	0.388889	6	0.61	0.677778	0.7625	6	0.35	0.35	0.35	6	0.6	0.666667	0.75
7	0.37	0.37	0.411111	7	0.755556	0.68	0.85	7	0.35	0.35	0.35	7	0.6	0.6	0.6

A10: Tabla de datos de la DIVISIÓN

Caso A			Caso B		
Tiempo:	3		Tiempo:	2	
intentos	1er número	resultado	intentos	1er número	resultado
1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	0
3	1	1	3	1	1
4	1	1	4	1	1
5	1	1	5	1	1
6	1	0	6	1	1
7	1	1	7	1	1
8	1	1	8	1	1
9	1	0	9	1	0
10	1	1	10	1	1
total correctos	8	6	total correctos	8	7
tiempo	0.375	0.5	tiempo	0.25	0.285714286
Tiempo:	3		Tiempo:	3	
intentos	1er número	resultado	intentos	1er número	resultado
1	0	0	1	0	0
2	1	0	2	1	0
3	1	1	3	1	1
4	1	1	4	1	1
5	1	1	5	1	1
6	0	0	6	1	1
7	1	1	7	1	1
8	1	1	8	1	1
9	1	1	9	1	1
10	1	0	10	1	0
total correctos	8	6	total correctos	9	7
tiempo	0.375	0.5	tiempo	0.333333333	0.428571429
Tiempo:	2.8		Tiempo:	2.8	
intentos	1er número	resultado	intentos	1er número	resultado
1	1	0	1	1	1
2	0	0	2	1	1
3	1	1	3	1	1
4	1	1	4	1	1
5	1	1	5	1	1
6	1	1	6	1	1
7	1	1	7	1	1
8	1	1	8	1	1
9	1	0	9	1	0
10	1	1	10	1	1
total correctos	9	7	total correctos	10	9
tiempo	0.311111111	0.4	tiempo	0.28	0.311111111
Tiempo:	2.6		Tiempo:	2.6	
intentos	1er número	resultado	intentos	1er número	resultado
1	1	0	1	1	1
2	1	1	2	1	1
3	1	1	3	1	1
4	1	1	4	1	1
5	1	1	5	1	1
6	1	0	6	1	1
7	1	1	7	1	1
8	1	1	8	1	1
9	1	1	9	1	1
10	1	1	10	1	1
total correctos	10	8	total correctos	10	10
tiempo	0.26	0.325	tiempo	0.26	0.26
Tiempo:	2.5		Tiempo:	2.5	
intentos	1er número	resultado	intentos	1er número	resultado
1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	1	1
3	1	1	3	1	1
4	1	1	4	1	1
5	1	1	5	1	1
6	1	0	6	1	1
7	1	1	7	1	1

