

---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **CONEXIONES ALGEBRAICAS:**

**Metodología de enseñanza-aprendizaje del álgebra para  
pasar de lo concreto a lo abstracto con el apoyo de  
tecnología emergente.**

TURRIAGA,M;SIERRA,J

## **CONEXIONES ALGEBRAICAS:**

### **Metodología de enseñanza-aprendizaje del álgebra para pasar de lo concreto a lo abstracto con el apoyo de tecnología emergente.**

Autora

María Luz Turriaga

Universidad de las Américas Quito Ecuador

Mlturriagae@hotmail.com

Autor digital

Jorge Sierra

Unidad Educativa Liceo Internacional Quito Ecuador

jfsierrap@gmail.com

#### **Antecedentes**

La educación en un país posiblemente es una de las metas más importantes que se han fijado todos y cada uno de los gobiernos, eso puntualiza la UNESCO en su informe del 2009 acotando que: ...lograr que los niños de un país completen la educación básica y lleguen a la educación secundaria posiblemente es y ha sido tarea de todos los gobiernos (UNESCO, 2009). Para el gobierno ecuatoriano al igual que para todos los gobiernos del mundo la educación es una área prioritaria.

La información que publica la Fundación Ecuador y el Grupo Faro en su Informe del Progreso Educativo en el Ecuador del 2010 señala que: "Es preocupante que los alumnos del Ecuador no alcancen los mismos niveles de conocimientos y destrezas (por lo menos los evaluados en los exámenes estandarizados tomados en la última década) que los alumnos de los demás países de Latinoamérica y el Caribe, considerando que el mundo está cada vez más globalizado" (Preal,2010 p.14).

Este mismo informe puntualiza que el promedio en matemáticas obtenido por los estudiantes de décimo grado de básica en las pruebas APRENDO (tomadas entre 1996 y el 2007) es de seis sobre veinte. Este preocupante dato a nivel nacional quiere decir que el promedio de los estudiantes de catorce años no alcanza ni la mitad de los conocimientos impartidos. Una similar situación reporta el mismo informe sobre las pruebas SER tomadas en 2008. En esta evaluación se puede apreciar que un 28% de los estudiantes del grado antes mencionado obtuvo un evaluación de insuficiente en sus conocimientos de matemáticas (Preal, 2010). El informe termina diciendo que: “Si bien ninguna prueba, por sí misma, puede reflejar todo lo que han aprendido los alumnos, el hecho de que en todas estas evaluaciones nacionales los resultados hayan sido consistentemente bajos, hace evidente que los estudiantes ecuatorianos no logran el dominio esperado en materias tan importantes como Matemáticas...” (Preal, 2010 p.14).

Junto a estos datos, el informe constata buenas noticias, como la ampliación de la cobertura en el nivel de educación general básica, el hecho de que la mayoría de los alumnos está logrando completar los seis años reglamentarios de la educación básica, que hay un proceso en marcha para la creación de estándares educativos, y que están implementándose acciones para mejorar la situación docente. Un dato más halagador en Ecuador es que en el Examen Nacional para la Educación Superior ENES tomado en Marzo del 2014 el promedio de los estudiantes que están acabando el bachillerato fue de 710 puntos sobre 1000, reflejando este dato un incremento de 25 puntos sobre 1000 del resultado obtenido en el mismo examen ENES de año pasado.

Por otro lado es por todos conocido el temor que infunden las matemáticas para muchos estudiantes y sus familias, el bajísimo rendimiento que a nivel nacional tiene la asignatura en el pensum académico, y la fuerza con la que la tecnología se proyecta en la educación, por todo lo antes expuesto este trabajo pretende ser una propuesta innovadora en el ámbito educativo.

### **Problema**

Por muchos años en Ecuador, desde que la aritmética y el álgebra se enseñan a jóvenes y adolescentes, los números enteros positivos y negativos se manejan con una recta numérica (una estructura lineal) a partir del cero, en donde los números positivos están ubicados a la derecha y los enteros negativos a la izquierda (Baldor, 1972). Esta estructura, por estar bien organizada, es fácilmente comprensible por estudiantes con un nivel de abstracción óptimo. Pero para los estudiantes que no alcanzan este nivel de abstracción no es tan fácil; por esta razón y obedeciendo a un sentido más constructivista de la matemática, esta propuesta ha desarrollado otras alternativas para expresar lo positivo, lo negativo y el número cero.

Cuando hablamos de líneas de tiempo o de termómetros, estructuras netamente lineales, es fácil comprender la suma o la resta pero no así para la comprensión de la división o la multiplicación. Para estas operaciones, aparentemente no hay otro camino que la mecanización; sin embargo, investigaciones recientes hablan del fracaso en el aprendizaje de la matemática porque se hace demasiado énfasis en los conceptos abstractos y la memorización rutinaria que estancan el desarrollo del sentido numérico instintivo y eliminan la base intuitiva del mundo de los números (Dehaene, 1997; Fernández Bravo, 2007).

José Antonio Fernández Bravo (2007) señala que es imperativo disponer de material didáctico como alternativa para conceptualizar y procesar las operaciones con

números. Es preciso contar con una alternativa que permita a los estudiantes llegar a operar efectivamente es decir con agilidad y precisión los números enteros. El mismo autor dice que es necesario estimular el razonamiento del niño para construir progresivamente los conceptos abstractos y aconseja la manipulación de materiales y el carácter lúdico de las actividades con las que el niño aprenda.

### **Justificación Teórica**

El proyecto se basa en una propuesta didáctica que rompe con la barrera de lo abstracto para trabajar en lo concreto. Jugar según José Antonio Fernández Bravo (2007) es: “Interactuar con la mente del sujeto y que este pueda: formular y suponer, y descubrir y comprender e interpretar correctamente”(Fernández Bravo, 2007 p.4). Para esta propuesta se ha escogido el método lúdico con la utilización amplia de material didáctico. El método tiene que ver con la manipulación del material, la observación de cómo funcionan los elementos, la solución de problemas puntuales y la modelización real y concreta de los ejercicios.

El proyecto se enfoca en enseñar a chicos y chicas un área del conocimiento matemático (el álgebra) de una manera diferente más concreta y mucha más gráfica y vivencial que los simple números o literales. Si se piensa en los niños más pequeñitos, no entendemos el aprendizaje sin el juego. Pero cuando los chicos van creciendo, el juego suele desestimarse. Es importante tener claro que cuando jugamos, dice Paulo Abrantes (2002) “...no tratamos los números de forma aislada y descontextualizada, pues éstos forman parte de un conjunto con significación propia. Por ejemplo, el número responde a una cantidad si utilizamos los dados o forma parte de un conjunto si nos estamos desplazando sobre un tablero” (p.56).

Los dos puntales matemáticos en los que se basa la propuesta para estudiar el álgebra con material didáctico son: el concepto de cantidad (número y numeral) y el conjunto de elementos desconocidos (incógnitas) que en un momento dado podemos descubrir para convertirnos, tanto maestros como alumnos, en “*investigadores secretos*”. El mismo Paulo Abrantes (2002) sostiene que “los juegos matemáticos son los cimientos para los diversos procesos de investigación y del razonamiento matemático; también resultan ser los más vinculantes y constructivos desde el punto de vista mental e intelectual” (p.38).

Por otro lado la metodología propuesta es la modelización que desarrolla en los estudiantes habilidades que les permiten superar las dificultades propias de la asignatura y aprender mejor. Las habilidades que desarrolla la modelización son:

- Analizar los fundamentos y propiedades de modelos existentes.
- Traducir e interpretar los elementos del modelo en términos del mundo real.
- Diseñar modelos matemáticos: Estructurar el campo o situación que va a modelarse.
- Traducir la realidad a una estructura matemática (matematizar).
- Validar el modelo.
- Analizar y criticar el modelo.

### **Objetivo**

El objetivo de esta propuesta es aprender y enseñar álgebra potenciando en los estudiantes los patrones de funcionamiento de su inteligencia con un método de participación activa y individualizada utilizando material: manipulable y digital.

### Objetivos generales

1.- Comprender el mundo algebraico sus leyes y comportamientos de forma concreta y a fondo para luego trasladar este conocimiento a otros ejemplos similares.

2.-Permitir a los estudiantes, incluso los que tienen necesidades educativas especiales, acceder al álgebra de una manera concreta y llegar a la abstracción en tiempo y forma diferentes dependiendo de su proceso individual.

### Propuesta

Conexiones algebraicas plantea que los alumnos en las aulas de clase no aprenden de forma universal, el proyecto parte de la necesidad de enseñar algebra de otros formas diferentes a la tradicional de papel y lápiz, tiene su punto de partida en el hecho de que cada niño y adolescente tiene una combinación única de sus capacidades intelectuales mediante las cuales aprende y estas deben ser reconocidas y fomentadas.

Para unos es más fácil aprender el mundo numérico con solo manejar los números, los símbolos, sus leyes y comportamientos porque tienen el componente de su inteligencia lógico-numérica muy alto, pero para otros, estos mismos aspectos son más fáciles de aprender de una manera concreta y gráfica puesto que sus componentes espaciales y corporales cinéticos están más desarrollados.

### Principales Impactos

La propuesta pretende dar una solución real al problema de aprendizaje del álgebra tanto de manera inicial como en la profundización de sus conceptos. Uno de los inconvenientes a la hora de enseñar álgebra es la falta de flexibilidad, los maestros presentan en muchos casos el material que facilita el aprendizaje de una forma lógica numérica exclusivamente y no toman en cuenta la forma de aprender de su alumno.

La propuesta combina el aprendizaje mediante los siguientes aspectos resumidos en este cuadro:

Lógico numérico	Espacial	Corporal cinético
Formando conceptos	Visualizando situaciones reales	Tocando
Buscando Patrones	Trabajando Dibujos y gráficos	Manipulando
Encontrando Relaciones	Coloreando	Moviéndose creativamente
Experimentando con formas concretas	Usando esquemas y mapas	Usando actividades dinámicas y cinéticas
Utilizando acertijos	Construyendo en dos y tres dimensiones	Modelando
Clasificando formas		Armando y desarmando formas
Organizando fichas		

Durante diez años, el proyecto ha venido trabajando con el material físico y con los estudiantes que asisten a un programa educativo especial por sus particulares condiciones de aprendizaje y este último año con el apoyo del juego en versión digital. El recurso humano está constituido por chicos y chicas que necesiten mejorar sus niveles abstracción, la propuesta está orientada para todo estudiante que necesite una forma diferente de aprender pues sus fortalezas están en otros campos de la inteligencia que tienen que ver con su forma integral de desempeño (cuerpo y espacio).

Esta propuesta entonces puede ser evaluada en el proceso de aprendizaje, permite a los estudiantes con los que se trabaja una comprensión concreta del álgebra para luego pasar a la etapa abstracta de la misma. De esta forma se beneficia al 100% de los estudiantes de cada aula.

### Metodología Usada Y Actividades Desarrolladas

Para poder alcanzar los objetivos que este proyecto se ha planteado, se necesita una propuesta metodológica novedosa que permita a los estudiantes aprender con gusto y superando las dificultades planteadas en el proceso de abstracción, un problema común en muchos estudiantes. Por esta razón, se maneja la propuesta de lo CONCRETO FRENTE A LO ABSTRACTO.

Como ya se ha dicho por muchos años el álgebra se ha enseñado a niños y jóvenes con estructuras lineales, rectas numéricas y termómetros, o bien con lápiz y papel, metodologías las dos válidas para estudiantes a los que les es fácil pasar de lo concreto al lo simbólico sin problema. Para estos estudiantes si les hablamos de aumentar o disminuir les hablamos de una adición o una sustracción, pero hay algunos alumnos, posiblemente los que tienen su inteligencia espacial o corporal más fuerte, que comprenden estos procesos cuando adicionamos una ficha a otra, o cuando le quitamos fichas a un grupo de ellas.

Esta propuesta metodológica tiene su fortaleza mayor en la concreción de la multiplicación y división como una estructura matricial; una matriz no es más que filas y columnas en las que los factores de una multiplicación intervienen de forma real.

Un ejemplo concreto son los soldados en una formación de escuadras; 40 soldados están en 10 columnas de 4 soldados cada una.

#### COLUMNA

F \* \* \* \* \*

I \* \* \* \* \*

L \* \* \* \* \*

A \* \* \* \* \*

Una alternativa para los factores de 40 es 4 y 10

De estos factores en estructura matricial se habla cuando se trabaja la factorización en el álgebra, si los estudiantes ven a la matriz real y la pueden manejar correctamente con elementos aritméticos, no les resultará difícil encontrar factores algebraicos y su aprendizaje y comprensión es mucho más efectiva.

Por cuestiones netamente didácticas, el proyecto se ha dividido en dos etapas: la primera para reforzar los conocimientos y destrezas adquiridas en las seis operaciones básicas con números enteros y la segunda que pone énfasis en los valores desconocidos (incógnitas o variables) propios del álgebra.

#### Actividades Etapa I

Aritmética: Comprensión del número y operaciones básicas

- Modelar el cero.
- Modelar la suma
- Modelar la resta
- Modelar la multiplicación
- Modelar la división
- Modelar la potenciación
- Modelar la radicación

#### Actividades Etapa II

Álgebra: Las expresiones algebraicas, operaciones e igualdades en el álgebra.

- Modelar monomios, binomios y polinomios
- Modelar el cero algebraico
- Modelar la suma algebraica
- Modelar la resta algebraica
- Modelar la multiplicación algebraicas (Productos notables)
- Modelar la factorización
- Resolver problemas de primero y segundo grados.

#### **Recursos**

Un aspecto fundamental del proyecto que facilita su réplica es que los recursos materiales requeridos para su aplicación no difieren mayormente de los que se han venido usando regularmente pues se utilizan los mismos textos y material didáctico que en las metodologías didácticas anteriores. Como recurso adicional, se trabaja con "Fichas de Álgebra", fichas de colores que constituyen el apoyo didáctico que los estudiantes necesitan para resolver los ejercicios que se les plantea.

El material concreto con el que se trabaja son las fichas de álgebra en dos dimensiones: uno,  $x$  (equis) y  $x^2$  (equis cuadrado), estas tres fichas se utilizan para trabajar las expresiones de primero y segundo grados. Mientras que las fichas  $x^3$  (equis cubo) son utilizadas para trabajar expresiones de tercer grado. Los elementos auxiliares son el comodín que es la representación gráfica del uso de uno o varios ceros en una operación y la balanza que es la representación gráfica de la igualdad en una ecuación.

#### **Evaluación Y Resultados**

Este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora y maravillosa puesto que trabajar el álgebra de una manera concreta da resultados que se los puede ver casi inmediatamente en el aula. El proyecto ha solucionado la dificultad de los estudiantes que, por su poca capacidad de abstracción, les cuesta mucho resolver problemas del mundo algebraico. Logra que conceptos abstractos como la factorización puedan ser

asimilados a través de material concreto. Esto beneficia a los alumnos porque pueden acceder a las ideas de segundo grado de abstracción que requiere la matemática.

Este proceso es significativo ya que, comúnmente, los alumnos con bajos resultados en matemática tienen una baja autoestima y temor frente a la asignatura. Los alumnos, al comprobar su propio y eficaz rendimiento a través del material didáctico, mejoran sus destrezas numéricas, su acceso al pensamiento abstracto y su gusto por la matemática.

El material didáctico y su aplicación son de fácil comprensión y uso. Se puede trabajar en grupo o individualmente. El material, en sí mismo, es fácil de manipular, atractivo a los sentidos, económico, durable en el tiempo. Una de las desventajas que se encontró durante el proceso es que el aprendizaje es un poco más lento, pero vale la pena pues el grado de precisión es mucho más alto. Las ventajas son muchas como se ve por los resultados obtenidos en el aula así como en la aceptación del método tanto por los chicos como por sus padres y autoridades escolares.

### **Conexiones para Tablets Android**

Los recursos didácticos digitales para operaciones matemáticas de números enteros positivos y negativos y para el aprendizaje del álgebra en su mayoría se enfocan al desarrollo del pensamiento abstracto sin conexión del pensamiento concreto. Esa falta de conexión imposibilita el uso de dichos recursos en la enseñanza de estudiantes con problemas de abstracción, y de ser utilizados se llegaría posiblemente a una repetición constante no razonada como forma de enseñanza.

Al digitalizar la herramienta en base a Conexiones se logra un material didáctico virtual que conecta el pensamiento concreto con el abstracto, mejorando la comprensión de las operaciones básicas con signos y el aprendizaje del álgebra. La herramienta se vuelve auto-evaluable y puede ser utilizado de forma independiente por el estudiante. El reto fue desarrollar y evaluar un programa que cumpla todas las expectativas, por eso se escogió como dispositivo a las tablets y smartphones con sistema operativo Android, por la gran cantidad de dispositivos con este sistema operativo hay en el mercado local e internacional a un precio asequible y así aumentar el número de usuarios de la metodología conexiones.

Digitalizar una herramienta regida por la metodología es poner al alcance de mayor número de profesores la herramienta por la posibilidad de ser distribuida en internet, al ser digitalizada se vuelve más llamativa para los estudiantes, puede ser utilizada con mayor facilidad por las destrezas que actualmente desarrollan los adolescentes y busca identificarse con la tecnología que utilizan las nuevas generaciones.

¿Por qué en Android? ya que es el sistema operativo de muchos dispositivos digitales que permiten una gran capacidad de adaptación, con el menor costo y que puede ser utilizados por niños desde tempranas edades, utilizando touchscreen que es una manera muy similar a la clase de gestos que los niños usarían de forma espontánea en los objetos físicos en el mundo real. (Connell, 2014).

El Sistema Operativo Android es un sistema operativo basado en Linux, para dispositivos electrónicos móviles como tablets y smartphones. Android ofrece el Software Development Kit (SDK), que es un ambiente que permite desarrollar aplicaciones con lenguaje Java y está disponible en la red. Google desarrollo 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 Massachusetts y en la actualidad se tiene la 2da versión del MIT App Inventor. También se puede desarrollar las aplicaciones con la ayuda Eclipse for Android, que da un espacio de trabajo para programar en Java.

En tablets con sistema operativo Android, los usuarios 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 que deben ser tomadas en cuenta para el futuro inmediato con relación a la educación:

1. Cloud Computing.- Guardar datos en internet
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 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).

Ilustración 1Tecnologías emergentes (Horizon Report NMC, 2013)

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), siendo estos los parámetros que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la aplicación.

### Gestión del proyecto digital

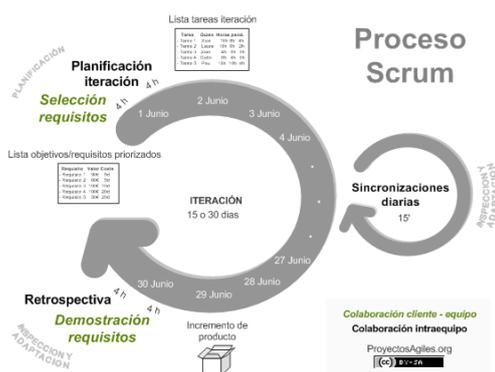
La herramienta digital se desarrolló por partes y aún hay módulos que deben ser realizados, no por ello pierde efectividad la aplicación como esta este momento. Las entregas fueron periódicas de acuerdo a una planificación y guiado por el método Agile que permite ir probando los componentes a medida que se van desarrollando, es un desarrollo que se van incrementando con el tiempo y además existe una

interrelación con el usuario continua y constante todo el tiempo, se realiza de manera iterativa, es decir el proyecto va creciendo poco a poco repitiéndose los pasos de los procesos para el desarrollo del software. La metodología Agile que se utilizará es Scrum, aunque también hay otras como XP o Extreme Programming, ASD o Adaptive Software Development, DSDM Dynamic System Development Method.

La 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 un 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.

Scrum da una orden al desarrollo de proyectos ya que indica 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, y otros, 2013)

El proyecto se desarrolló utilizando esta metodología, creando y evaluando cada módulo. Se consiguió entregables operativos en poco tiempo y cumpliendo los requisitos que el usuario y la metodología demandaban



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 él utiliza. El usuario tiene parte del producto para probarlo en un tiempo corto lo que anima a continuar, el usuario solo puede ver el producto al final del proceso.

Ilustración 2: Proceso SCRUM (ALBADALEJO, 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. (ALBADALEJO, 2014).

### Desarrollo del proyecto digital

La 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 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 es de 4 semanas.

- Objetivo del Sprint o iteración.- Desarrollar el módulo de la suma de números enteros positivos y negativos utilizando la metodología Conexiones, para dispositivos móviles con sistema operativo Android.
- Ejecución del Sprint o iteración.- El desarrollo se realizó a diario, siguiendo el siguiente esquema:
- Menú de Inicio: etiquetas y botones, en la ilustración 4 se muestra el menú de inicio de la aplicación para lo que es el entorno aritmético.
- Primera pantalla: etiquetas y botones. En la ilustración 5 se muestra la pantalla y como se enuncia la operación. Las etiquetas indican la operación y los botones son “Ok” y “Salir”.
- Segunda pantalla: etiquetas, botones, lienzo con las fichas. En la ilustración 6 se muestra la pantalla y como 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 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”



Ilustración 3: Menú inicio

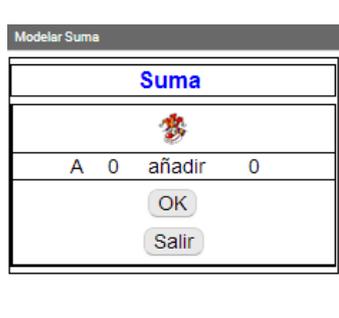


Ilustración 5: 1ra pantalla

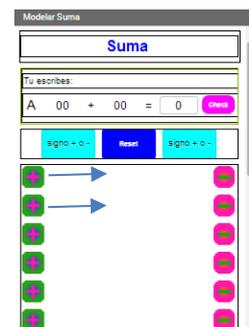


Ilustración 6: 2da pantalla

Una vez planteado el entorno gráfico se procede a la programación de cada componente.

- Funcionalidad.- La primera pantalla indica la operación a realizarse en este caso la suma y dos botones el uno para aceptar el reto y el otro para salir, al presionar Ok desaparece la ventana de la operación y aparece otra 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. Al escribir el resultado se presiona un botón “Check” y 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 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.

La aplicación fue puesta en diferentes dispositivos con Android como tablets y smartphones para su revisión y fue evaluada por la autora de la metodología y posteriormente por parte de estudiantes.

Las iteraciones en general cumplieron los pasos que se explicó en el primer Sprint, que son los dados por la metodología Scrum, es decir se cumplió con:

- Reunión de planificación del Sprint con la dueña del producto y el equipo de desarrollo, en la que se obtuvieron las historias de usuario para cada sprint, y fueron aprobados por los miembros de la reunión
- Se planteó el objetivo del Sprint, de manera clara
- Se realizó la ejecución del sprint para desarrollar el módulo respectivo. A continuación se da una lista de los módulos desarrollados y que corresponden a cada Sprint

<b>Módulo</b>	<b>Fechas de realización</b>	<b>Estado</b>	<b>Síntesis de historia</b>	<b>Estrategia de programación</b>
<b>Resta</b>	06-01-2014 al 24-01-2014	Completo	A una cantidad quitar otra cantidad	Tecla Visto Uso de comodín
<b>Multiplicación</b>	03-02-2014 al 28-02-2014	Completo	Repetir n veces una cantidad	Ley de signos Dos ventanas
<b>División</b>	04-03-2014 al 28-03-2014	Completo	Poner una cantidad en grupos iguales	Ley de signos Arrastrar fichas
<b>Modelar Binomios</b>	01-04-2014 al 18-04-2014	Completo	Añadir con variables	Similar a la suma
<b>Modelar Polinomios</b>	21-04-2014 al 16-05-2014	Completo	Añadir con variables	Similar a la suma pero 3 números
<b>Suma de Binomios</b>	19-05-2014 al 20-06-2014	Completo	Añadir o quitar términos semejantes	Términos semejantes
<b>Suma de Polinomios</b>	24-06-2014 al 25-07-2014	Completo	Añadir o quitar términos semejantes	Términos semejantes
<b>Producto de binomios</b>		En desarrollo		
<b>Producto de polinomios</b>		No se inicia el desarrollo		

### Evaluación del proyecto digital

Una vez terminado un módulo de la herramienta se procedió a la evaluación de la misma por parte del usuario, en este caso la primera persona que evaluó fue la autora de la metodología, luego de su aprobación, los estudiantes con problemas de abstracción son quienes la utilizaron y se valoró si:

- La herramienta facilitará la aplicación de la metodología Conexiones.
- Hay un progreso en los procesos de abstracción o de modelización de operaciones.

El método que se usó para la evaluación de la aplicación de la metodología así como del progreso de los estudiantes fue la recolección de resultados que da la herramienta al final de cada ejercicio, los mismos que fueron tabulados en las tablas respectivas para su posterior análisis y así poder obtener las estadísticas pertinentes. A continuación se presenta la información referente a la suma y la resta.

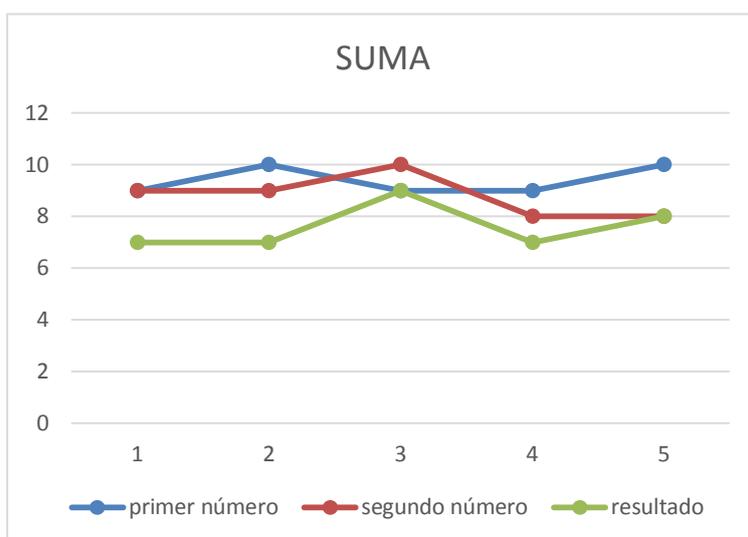


Ilustración 4: Resultados exitosos de la suma

resultados.

En la ilustración 3 se muestra los resultados exitosos del uso de la aplicación por parte de 2 estudiantes con problemas de aprendizaje a una edad de 12 años. El ejercicio consistía en resolver 10 ejercicios en máximo 10 minutos, los primeros días para poner la cantidad del primero y segundo número no hubo muchos problemas pero para leer el resultado si hubo, se justifica esta parte por lo que estaban reconociendo el entorno, para el día 5 mejoran los

Lo que se buscaba es que logren modelar en su mente la operación de la suma de dos números enteros con signo.

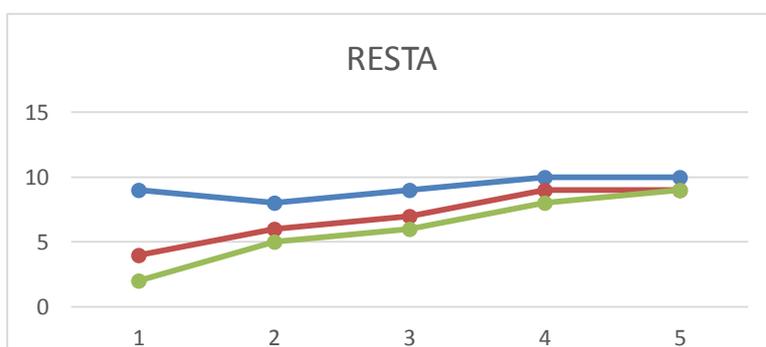


Ilustración 5: Resultados exitosos de la resta

En la figura se muestra los resultados exitosos del uso de la aplicación por parte de 2 estudiantes con problemas de aprendizaje.

Como se puede ver al principio no hubo muchos éxitos debido a que estaban reconociendo la herramienta pero aquí se da de forma más clara una línea ascendente de éxitos, es decir los estudiantes reconocieron el entorno y comenzaron a modelar en su mente la operación de resta de dos números enteros con signo

### **Conclusiones y recomendaciones del proyecto**

El material didáctico nos permite explicar y operar de una manera efectiva los términos semejantes del álgebra y además encontrar incógnitas en problemas reales con facilidad. Es una forma eficaz de aprender un tema tradicionalmente trabajado de forma abstracta.

Este proyecto está diseñado para atender a estudiantes de todo tipo se lo recomienda para ser aplicado en el aula regular con chicos que se inician en el conocimiento del álgebra, otros que tienen problemas de aprendizaje leves o aquellos que no han asimilado los principios algebraicos a causa de métodos pedagógicos ineficientes, y, por último para estudiantes con problemas de aprendizaje producto de incapacidades reales. Todos y cada uno de los estudiantes pueden acceder a una explicación concreta del álgebra para luego pasar sin dificultad a la abstracción.

La aplicación a problemas reales y cotidianos es muy interesante ya que los chicos y chicas pueden enfrentarse todos los días a problemas de temperatura, de medidas de longitud y monetarias llegando a resolverlos con facilidad. El hecho de entender la matemática como un lenguaje y una herramienta para organizar la realidad, quita a esta asignatura la carga de temor y angustia tan común en la mayoría de los estudiantes.

Conociendo las dificultades y obstáculos con los que se enfrenta el profesor ecuatoriano promedio que imparte matemáticas, este proyecto facilitaría la asimilación efectiva de conceptos abstractos y la operatividad con los mismos, mejorando así la calidad de la enseñanza aprendizaje y reduciendo significativamente el fracaso y la angustia, dos emociones muy ligadas a las matemáticas hoy en día.

El proyecto tiene proyección a futuro porque es el inicio del aprendizaje del álgebra, con mayor grado de profundidad y complejidad ya que esta visión geométrica del álgebra permite tanto a profesores como alumnos una aplicación inmediata y posterior a otras áreas del conocimiento como son el perímetro, área y volumen de formas reales del mundo que nos rodea.

Los estudiantes, al comprobar su rendimiento a través del material físico y digital, mejoran sus destrezas numéricas, su acceso al pensamiento abstracto, su gusto por la matemática y su autoestima. La fuerza motivadora de la experiencia combina el juego con los pasos naturales del aprendizaje, se accede a lo abstracto y universal desde lo concreto y particular. En los últimos 10 años se ha trabajado con estudiantes con necesidades educativas especiales y material concreto en un colegio privado de Quito, este año, con el apoyo de la versión digital.

Los estudiantes usaron los módulos desarrollados y la primera impresión que tienen es que se trata de un juego y no de aprender matemáticas o álgebra. La aplicación es fácil de instalarse en los dispositivos Android ya que se copia el instalador apk y se ejecuta. Mientras mayor es el uso de la aplicación, los estudiantes tienen mejores resultados, mejoran su velocidad. La facilidad del manejo de la aplicación es alta por lo que los estudiantes pueden familiarizarse con esta muy rápidamente.

Los estudiantes que tiene facilidad en el aprendizaje visual se ven beneficiados por los cambios de colores en las fichas, relacionados con los signos y estas imágenes les permiten operar. Los estudiantes pueden relacionar los modelos aprendidos con otros aprendizajes como es la estadística o la geometría, en donde se opera con números positivos y negativos. Las fichas y el uso de los comodines facilitan la comprensión de la ley de signos, no solo como un aprendizaje memorístico sino razonado.

La metodología y el software estarán disponibles en la página web [www.conexiones.org.ec](http://www.conexiones.org.ec), como un aporte para el desarrollo del aprendizaje de la matemática, especialmente a estudiantes con problemas de aprendizaje. Antes de aplicar la metodología, sea de manera real o virtual, los profesores deben conocerla ya que difiere del aprendizaje tradicional. El software no está terminado se continuará el desarrollo de los módulos faltantes, pero como se ha dicho los módulos básicos son totalmente operativos.

### Bibliografía

- ABRANTES, P. (2002) *La resolución de problemas en matemáticas*. Caracas, Venezuela: Editorial Educativa.
- ALAMEDA BAILEN, J y SALGUERO ALCAÑIZ, M. (2007). Conocimiento Numérico Cuantitativo y Léxico: Evidencia De Doble Disociación. 3, Huelva : s.n., 2007, *Psicothema*, Vol. 19, pág. 381-387.
- ALBADALEJO, X. (2014). Qué es SCRUM:proyectos agiles.org. *proyectosagiles.org*. [En línea] [Fecha de consulta :15/01/14]. <http://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum>.
- Android Open Source Project. (2014). Android Open Source Project. [En línea] [Fecha de consulta:15 /05/14]. <http://source.android.com/devices/index.html#>.
- AVILA,O. (2012). Android. *Contactos. Revista de educación en ciencias e ingeniería*. Vol 83, pág. 43-47.
- BAEZ, M. y otros. sf. Grupo Tecnología UCM. *Introducción a Android*. [En línea] sf. <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/tecnomovil/documentos/android.pdf>. [Fecha de consulta:15 /05/14].
- BALDOR, A. (1972). *Álgebra elemental*. Guatemala, Guatemala: Cultural Centroamericana.
- 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, 2012.
- BRAINFACTS. sf. BrainFacts.org. *BrainFacts.org*. [En línea] sf de sf de sf. [Fecha de consulta: 18/05/14.] <http://www.brainfacts.org/Diseases-Disorders/Diseases-A-to-Z-from-NINDS/Learning-Disabilities>.

CANTLON, J. F., BRANNON, E. M., CARTER, E. J. y PELPHREY, K. A. (2006). *Functional imaging of numerical processing in adults and 4–y-old children*. [ed.] Stanislas Dehaene. 5, 11 de Abril de 2006, PLOS Biology, Vol. 4, pág. 125.

CONNELL, M. (2014). Native Brain. [En línea] [Fecha de consulta :14/02/14]. <http://www.nativebrain.com/2012/12/why-use-an-ipad-for-early-learning-when-a-computer-will-do/>.

DEHAENE, S.(1997). *The number sense: how the mind creates mathematics*. Oxford: Oxford University Press.

DEHAENE, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. s.l. : Oxford University Press.

DEHAENE, S.(2009). Origins of mathematical intuitions: The case of arithmetic. *The year in Cognitive Neuroscience*. Vol.1156, pàg.232-259.

DEHAENE, S. 2010).The calculating Brain. En D. A. Sousa (2010). Mind, brain and education: Neuroscience implications for the classroom. *Bloomington: Solution Tree*. Vol. 9, pàg.179-197.

FERNÁNDEZ –BRAVO, J. A. Y SÁNCHEZ HUETE, J. C. (2007). *La enseñanza de la matemática. Fundamentos teóricos y bases psicopedagógicas*. Madrid: Editorial CCS.

GONZÁLEZ, M. (2014). Mobile World Capital,Barcelona. *Mobile World Capital,Barcelona*. [En línea] 16 de Abril de 2014. [Fecha de consulta: 16/05/14.] <http://mobileworldcapital.com/es/articulo/479>.

HORIZON REPORT NMC. (2013). Horizon Report. *2013-horizon-report-k12*. [En línea] Digital, sf de sf de 2013. [Fecha de consulta: 16/05/14.] <http://www.nmc.org/pdf/2013-horizon-report-k12.pdf>.

HOWDEN, H. (2001). *Algebra Tiles for the overhead projector*. Learning Resources Eta Cuisiniere.

KANTARWORLD PANEL COMTECH. (2014). Kantarworldpanel. *smartphone-os-market-share*. [En línea] 30 de Marzo de 2014. [Fecha de consulta: 15/05/14.] <http://www.kantarworldpanel.com/smartphone-os-market-share/>.

LOPERA ECHEVERRI, E. (2010). *Teorías del sistema cerebro/mente: implicaciones psicoeducativas*. 2010, Pensando Psicología vol 6, págs. 143-156.

Open Handset Alliance(2007). [En línea] [Fecha de consulta:05/11/07]. [http://www.openhandsetalliance.com/press\\_110507.html](http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html).

PREAL, (2010). *La educación en el Ecuador avances y retos. Informe del progreso educativo del Ecuador [en línea]*. Quito: Fundación Ecuador y Grupo Faro. [Fecha de consulta: 03/04/14].

RADFORD, L. y ANDRE, M. (2009) "Cerebro, cognición y matemáticas." *Relime*. Vol. 12, pág. 215-250.

ROWAN, C. (2014). 10 reason why handheld devices should be banned for the children under the age of 12. *Huff Post*. [Fecha de consulta :03/03/14].

SCHWABER, K. (2013). SCRUM Guide: Español. *SCRUM.org*. [En línea] [Fecha de consulta: 02/06/13].  
[https://www.scrum.org/Portals/0/Documents/Scrum%20Guides/Scrum\\_Guide%202011%20-%20ES.pdf](https://www.scrum.org/Portals/0/Documents/Scrum%20Guides/Scrum_Guide%202011%20-%20ES.pdf).

UNESCO (2009). *Informe del seguimiento de la educación para todos en el mundo. Superar la desigualdad: por qué es importante la gobernanza*. Paris: UNESCO

UNESCO. sf. UNESCO Las TIC en la Educación. *UNESCO web site*. [En línea] sf de sf de sf. [Fecha de consulta: 16/05/14.]  
<http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>.

VARGO, F. Y YOUNG, N. sf. Learning Disabilities Worlwide. *Learning Disabilities Worlwide web site*. [En línea] sf de sf de sf. [Fecha de consulta: 18/05/14.]  
<http://www.ldworldwide.org/what-are-learning-disabilities>.