

MASTER EN SOFTWARE LIBRE

Trabajo Final de Master de investigación PEC 3

**Diseño de una aplicación para enseñar las operaciones
básicas de las matemáticas a personas con Síndrome de
Down**

**Presentado Por:
DIEGO DE J. TANGARIFE CHALARCA**

**Fecha de entrega
Junio 16 de 2015**

Diseño de una aplicación para enseñar las operaciones básicas de las matemáticas a personas con Síndrome de Down

Diego Tangarife Chalarca
Candidato a maestría en Software Libre
dtangarife@uoc.edu

Jorge Jaramillo Garzón
Profesor investigador – ITM
jorgejaramillo@itm.edu.co

Resumen

La matemática a través de la historia, se ha convertido en una ciencia que cumple dos funciones primordiales: la primera, que podría considerarse universal, es proporcionar una estructura lógica al pensamiento para enfrentar de manera racional diversos campos de la actividad humana, y la segunda, servir como una herramienta que permite resolver adecuadamente las situaciones de la vida cotidiana. En este contexto, los currículos de matemáticas son incorporados desde los primeros niveles de la educación, como parte fundamental en el proceso educativo de cada persona, facilitando con esto que cada individuo alcance un desarrollo adecuado y se incorpore en las distintas actividades de la sociedad. La mayoría de las investigaciones en el área de las matemáticas se han enfocado en el aprendizaje de personas que no presentan problemas graves de aprendizaje. En la última década ha surgido interés hacia las personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE), en particular, aquellas con Síndrome de Down (SD). Este trabajo muestra los resultados obtenidos con una App, diseñada y desarrollada con el objetivo principal de facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de las matemáticas a personas con SD. La metodología de desarrollo está basada en una revisión bibliográfica de las distintas herramientas utilizadas para la enseñanza de las matemáticas en esta población y por medio de una prueba piloto desarrollada con cuatro aprendices se demuestra que el uso de las aplicaciones en dispositivos como Tablets y Smartphones facilitan la enseñanza en este tipo de población.

Palabras clave: Síndrome de Down, enseñanza de las matemáticas, app, TIC

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las Tecnologías de Información y de Comunicación (TIC) constituyen una gran fuente de recursos que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje en todo proceso educativo, y en especial en aquellas personas con necesidades educativas especiales (NEE). Estas tecnologías promueven la educación inclusiva y facilitan entornos comprensibles y flexibles para desarrollar al máximo sus capacidades (Morilla, 2012). En los últimos años se han incorporado estas tecnologías en las metodologías de enseñanza propiciando un mayor disfrute de las actividades y por ende un mayor logro de las competencias, así mismo, el aprovechamiento de estas tecnologías ha servido como puente en la comunicación de las personas con NEE con educadores y familias (Garzón, 2010), sin embargo, se requiere el uso de diferentes estrategias de enseñanza y enfocarlas en las debilidades particulares de cada

individuo (Khan, 2010). En el informe realizado por la UNESCO (2012), se refleja que la incorporación de las TIC suele reducirse a “clases de informática” o “clases de computación”, y a su vez el uso de estas para la educación de estudiantes con discapacidad es muy limitado.

Según el Proyecto H@z Tic de la Federación Española de Síndrome de Down, (2012), hoy día las tecnologías de la información y de comunicación (TIC) han demostrado tener un gran potencial para el aprendizaje y la inclusión social de las personas con SD, sobre todo si se tiene en cuenta algunas características psicológicas y de aprendizaje propias de las personas con discapacidad intelectual. Estas tecnologías ayudan a desarrollar la memoria semántica, relacionada con el significado de las palabras y el conocimiento, favorecen la atención y concentración de la persona, amentando la memoria visual, lo cual facilita un aprendizaje más rápido con el apoyo de imágenes. Es importante entonces, realizar algunas adaptaciones curriculares, de tal forma que incorporen el uso de las TIC como herramientas pedagógicas en los procesos educativos, principalmente en las poblaciones con NEE. Con base en lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es crear una aplicación para facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de las matemáticas a personas con SD, centrandolo en algunas características propias de aprendizaje y en las recomendaciones para el desarrollo de software dirigido a este tipo de población.

2. EL SINDROME DE DOWN EN CONTEXTO

2.1. Características del aprendizaje de las personas con Síndrome de Down

Las investigaciones realizadas en los últimos años enfatizan en algunas características principales en el proceso de aprendizaje de las personas con SD, las cuales deben ser un punto de partida para crear herramientas y material educativo destinado a este tipo de personas. Según algunos estudios (Bautista, 2010; Rodríguez & Olmo, 2010), estas características son: aprendizaje más lento, comparado al de las personas con desarrollo normal; requieren mayor número de ejemplos del concepto enseñado; aprenden mejor cuando se utilizan métodos visuales; algunos requieren el apoyo de profesionales en pedagogía terapéutica y audición; presentan problemas para mantener la atención, entre otras.

En la investigación realizada por Ruiz (2013), define la atención como la tarea principal que realiza el cerebro, y es la puerta de entrada de la información para la ejecución del resto de las tareas que ha de llevar a cabo, por lo tanto, tiene capacidad de activar unos procesos cognitivos y de inhibir otros, dependiendo de las demandas de la situación. Debido a las alteraciones cerebrales propias del SD producidas por la trisomía cromosómica afectan, entre otras funciones y estructuras, el desarrollo y funcionamiento de la atención es “menor”, que en las personas de desarrollo normal, por lo anterior, es preciso establecer programas específicos para su entrenamiento y mejora. En este sentido, se requiere un trabajo sistemático y continuado, dirigido hacia este objetivo, que forme parte de la planificación educativa con este alumnado de manera constante, ya que se convierte en un requisito previo de acceso al resto de los aprendizajes, tanto escolares como los producidos en el entorno cotidiano de su vida.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la memoria, según Rahmah & Tengku (2012), la definen como la tendencia a olvidar lo que se aprende y que repercute negativamente en el proceso educativo, por lo tanto es necesario acompañar el proceso de enseñanza con ejercicios que contengan: demostración, repetición y la combinación del uso de la imagen o el gráfico, la voz y la animación. A su vez, también está la memoria auditiva, la cual se puede medir, con el número de ítems verbales presentados de forma auditiva que una persona puede repetir en el mismo orden que los oyó (Connors et al, 2009), en este sentido, se sugiere diseñar ejercicios de repeticiones que ayuden a estimular este tipo de memoria.

En la investigación desarrollada por Ortega (2008) trata algunas dificultades en la memoria de trabajo (MT) encargada tanto del almacenamiento temporal de la información como de su procesamiento, y a su vez permite actualizar su contenido, manteniendo activa la información relevante e inhibiendo la información redundante o menos importante. En las personas con SD el proceso de almacenamiento de información se da a corto plazo y la codificación y recuperación de información requieren mayor control en la atención. Esta dificultad desfavorece en gran medida los procesos propios en la enseñanza de las matemáticas, desde el conteo hasta la resolución de problemas. Por lo tanto, es necesario enfatizar en diferentes estrategias que ayuden a estas personas a mejorar dicha dificultad y se sugiere una perspectiva optimista sobre la capacidad de las personas con discapacidad intelectual para aprender matemáticas, una habilidad que a veces se ha subestimado en personas con SD, donde los resultados serán muy favorables cuando sus puntos fuertes son reconocidos y desarrollados (Belacchi et al, 2014).

Las dificultades en el proceso de aprendizaje en las personas con SD son variadas y muchas de ellas son inherentes a este tipo de población, sin embargo, todas aquellas que tienen que ver con los sistemas sensoriales pueden ser corregidas mediante ayudas técnicas que facilitan y en muchos casos posibilitan el acceso a la información, como son: audífonos, gafas o implantes, entre otros (Ortega, 2008). En el estudio de Calero, Robles & García (2010), donde comparan el potencial de aprendizaje de niños preescolares normales con los de SD, encuentran diferencias significativas en la ejecución de diferentes tareas relacionadas fundamentalmente con la modalidad auditivo-verbal, tanto en memoria como en procesamiento, este estudio concluye que, la intervención en la etapa inicial de aprendizaje tiene un efecto significativo sobre todo cuando se atiende déficits específicos.

Para algunos investigadores, la mayor dificultad es el lenguaje matemático, que utiliza una gran cantidad de números, símbolos, figuras, signos, entre otros, que transmiten una gran cantidad de información, pero que no son fácilmente accesibles. En este sentido, se deben utilizar metodologías que faciliten la discriminación de la información relevante, de aquella que no lo es tanto, como también, secuenciar los objetivos y contenidos en orden creciente de dificultad, descomponiendo las tareas en pasos intermedios adaptados a sus posibilidades, utilizando técnicas instructivas y materiales didácticos que faciliten su percepción (García, 2009).

2.2. Estrategias de enseñanza de las matemáticas

Las metodologías de enseñanza de las matemáticas para personas con SD no difieren en gran medida de las convencionales, el objetivo siempre es el mismo y lo que se pretende es sopesar algunas de las dificultades que presentan las personas con SD en el entendimiento de los conceptos lógico matemáticos. En algunas escuelas, la metodología en la enseñanza de las matemáticas es la misma a la que se aplica en niños con desarrollo normal, en este caso la metodología es basada en actividades que parten de las situaciones cotidianas muy próximas a ellos, utilizando lápiz y papel y programas informáticos (Bruno et al., 2006).

Algunas de las estrategias utilizadas en algunas escuelas de primaria de Australia para la enseñanza de las matemáticas a personas con SD están basadas métodos visuales que ayudan al alumno a desarrollar el concepto del número utilizando marcos, cuadros, líneas de números y tablas de centenas (Faragher et al, 2008). De igual forma, es importante para el aprendizaje de las matemáticas el conocimiento del sistema de numeración decimal, como base para realizar operaciones aritméticas y diferenciar cantidades. Bruno & Noda (2012) realizan un estudio sobre la comprensión del sistema de numeración decimal basado en cuatro componentes para desarrollar el conocimiento numérico de varios dígitos: contar, agrupar, particionar o descomponer y establecer relaciones numéricas (ordenar). En el desarrollo del estudio se utilizaron unas plantillas con material “Herbinière-Lebert” que conformaban decenas y se le muestran 6 paquetes de chicles con 10 unidades, y se le plantea el siguiente problema: “Ana compró 6 paquetes de chicles. Cada paquete tiene 10 ¿Cuántos chicles tiene Ana? Su madre le regaló un paquete más de chicles ¿Cuántos chicles tiene ahora?”. Al concluir el estudio se evidencia las dificultades que existen con la noción de decena; donde se conoce la palabra decena, pero no se sabe utilizar de forma flexible en las tareas de las cuatro componentes del estudio. Por otra parte, la evaluación también demostró la necesidad de trabajar con las agrupaciones como una tarea numérica esencial.

Diversos estudios orientados a la enseñanza de las matemáticas a personas con SD son basadas en métodos de conteo. En la investigación de Bonilla (2012) expone como utilizar la computadora con el lenguaje de programación LOGO para ayudar a los niños con SD a aprender los contenidos lógico matemáticos. En este estudio se diseñaron y pusieron en práctica una secuencia de actividades computacionales para facilitar el aprendizaje del conteo y del concepto de cantidad. El lenguaje utilizado facilitó la construcción de actividades por parte del usuario y posibilita de igual forma al profesor adaptar las actividades a las necesidades de los alumnos. Las actividades fueron creadas para trabajar con los principios que conforman la base de la adquisición del número y cantidad; como son: correspondencia uno a uno, orden estable y cardinalidad. Con el lenguaje de programación se diseñaron las siguientes actividades: dibujando con cuadrados; jugando con bloques; laberintos y siguiendo caminos. Las variables evaluadas en este estudio fueron las siguientes: principio de correspondencia; principio de serie estable; cantidad de nombres de números conocidos por el alumno y pre cantidad. Las conclusiones de este estudio fueron el evidente problema que tienen los niños con SD con la numeración y el interés en el desarrollo de las actividades en la computadora. Lo interesante de esta propuesta es lo dinámico de algunas actividades con sus niveles de complejidad, donde la computadora puede generar una figura con bloques y el alumno la debe reproducir utilizando los mismos objetos, practicando los conceptos de conteo y cantidad.

En una investigación similar realizada por Noda et al (2007) donde trabajaron los conceptos numéricos con tres grupos (primaria, infantil y alfabetización) de alumnos con SD utilizando el ordenador, se analizaron las actividades de reconocimiento del número, establecimiento del cardinal de colecciones de objetos, ordenación de números y colecciones de objetos, y resolución de problemas aditivos. Los objetivos de este estudio fueron: analizar el conocimiento numérico que manifiestan los alumnos con SD en relación con la edad y el currículo que siguen y analizar las dificultades en actividades numéricas de los alumnos con SD en función de los tipos de actividades y enunciados. Después de realizar las actividades se evidencia la influencia del tipo de actividad en la aplicación de los principios del conteo y por consiguiente, muestran dificultades en la aplicación de tres de los principios del conteo: orden estable, correspondencia uno a uno y cardinalidad. Otro aspecto que sobresale de este estudio es la importancia del contexto y la forma de los enunciados. Las personas SD tienen grandes dificultades lingüísticas y su vocabulario es limitado en relación con el de los niños de la misma edad y nivel educativo, por consiguiente, en algunos casos no pueden entender el enunciado, por ser éste muy extenso, o por no identificar una imagen.

Otro estudio realizado por Noda et al (2011) donde se analiza el conocimiento conceptual y procedimental exhibido por los alumnos con SD para realizar operaciones de suma y resta en tres niveles, basado en preguntas dictadas y representadas de forma gráfica, de operaciones de suma y resta adaptadas a cada nivel, encuentra que los procedimientos utilizados por los alumnos, se diferencia entre los estudiantes de nivel 1, que recurrieron a la representación gráfica de las bolas o símbolos en el papel, mientras los estudiantes de niveles 2 y 3, usaban sus dedos. Así también, los procedimientos y las estrategias utilizadas por los alumnos con SD muestran que progresan a través de las mismas etapas que los alumnos sin discapacidad, a pesar de que tienen dificultades para alcanzar niveles de abstracción más alto, debido a la falta de conocimiento de hechos numéricos básicos. De igual forma, es evidente que la operación de la resta es más compleja, tanto conceptual como de procedimiento (Bruno & Noda, 2010). En cuanto a los errores, éstos varían mucho en función de los alumnos, y se puede atribuir principalmente a un conocimiento incompleto del sistema de numeración decimal. También, los alumnos de los tres niveles muestran dificultades en las operaciones que incluyen el número cero adicionando una bola o una unidad más. Esta investigación señala que los estudios han demostrado que los alumnos con SD no pueden avanzar en sus conocimientos matemáticos debido a que poseen escasa comprensión conceptual y dificultades de abstracción, lo que les lleva a aplicar procedimientos sólo memorizados, pero también enfatiza que se requiere una mayor investigación que tenga en cuenta la forma en que se les enseña los conceptos matemáticos. En este sentido, los estudios demuestran que los programas de enseñanza específica utilizando la práctica repetida y el uso de materiales y juegos concretos influyen significativamente en el desarrollo de algunas habilidades numéricas (Gaunt, Moni & Jobling, 2012).

2.3. Uso de la Tecnología

Las TIC en los últimos años han venido jugando un papel muy importante en los procesos de enseñanza aprendizaje en una gran cantidad de escenarios, y de manera muy especial en las personas con NEE sirviendo de apoyo en los procesos educativos y como medio de inclusión en la sociedad. En el estudio desarrollado por Sánchez (2008) concluye que las TIC son herramientas que pueden utilizarse de forma creativa para mejorar el desarrollo de habilidades y destrezas de las personas con discapacidad intelectual, como también hacer de ellas un elemento pedagógico rehabilitador y equiparador de oportunidades.

La matemática es una ciencia que requiere para su aprendizaje de un mayor esfuerzo y de la abstracción de un sinnúmero de conceptos que permiten entender diversos fenómenos o situaciones que se viven todos los días. La tecnología ha proporcionado y facilitado en gran medida el acercamiento y entendimiento de diversos fenómenos propios de esta ciencia. La propuesta desarrollada por Noda et al (2012) para la enseñanza, tanto de operaciones como de problemas de suma y resta en una pizarra digital, está basada en un sistema que registra las acciones y los resultados finales obtenidos por los alumnos en la realización de las tareas, y detecta los errores cometidos así como las causas potenciales de los mismos, y posteriormente con la información obtenida se genera un informe personalizado para cada alumno que sirve de orientación al profesor. En la pizarra se pueden realizar operaciones hasta con números de dos dígitos proporcionando ayudas visuales como bolas o símbolos para facilitar el conteo.

En la investigación desarrollada por Bruno et al. (2006), analizan un tutorial inteligente sobre conceptos lógico matemáticos, que trata los temas de: clasificación, correspondencia uno a uno, seriaciones y cuantificadores. Para cada tema se desarrollan varios tipos de actividades con diferente grado de dificultad, logrando resultados importantes en la comprensión en cierto grado de conceptos matemáticos no solo de memoria, como también, el interés por el uso de la tecnología y la necesidad de formación continua que requieren las personas con SD. De igual forma se presentan algunos inconvenientes con el uso de la tecnología, propiamente con el uso del ratón, por las dificultades motrices propias de esta población, por lo que se recomienda el uso de pantallas táctiles.

La Plataforma Interactiva y Cooperativa de Apoyo al Aprendizaje (PICAA), es otro sistema diseñado para la creación de actividades de aprendizaje y de comunicación para alumnos con NEE. El sistema solo está diseñado para los dispositivos: iPad, iPhone y iPod touch de Apple, que ofrece algunas características como: movilidad, interacción mediante movimiento, multimedia y conectividad. Este sistema, además de permitir la configuración de las actividades tiene grandes beneficios como: adquisición de vocabulario y comprensión del significado; mejora de la fonética y sintaxis del lenguaje; y el desarrollo de la memoria (Fernández, 2012).

En otras investigaciones Ortega & Gómez (2006 y 2007) presentan un programa multimedia “Mis primeros pasos con Pipo”, cuyo objetivo es explorar las posibilidades del ordenador como instrumento de enseñanza y posterior generalización de conocimientos y habilidades matemáticos. Esta propuesta está basada en realizar juegos de conteo de diferentes conjuntos de peces y asociarlos a una cantidad solicitada. Las necesidades de integración y de

autonomía de las personas con SD han promovido la creación de diferentes desarrollos de software y hardware para tal fin, como es el caso de la herramienta de realidad virtual desarrollada por Afonseca & Bermúdez (2013), cuyo objetivo es enseñar a las personas con SD las asociaciones, y la composición y descomposición de los conceptos, que tienen que ver con la misión de un museo marino. La herramienta está conformada por una pizarra interactiva y un software aplicando realidad virtual y animaciones en 3D.

3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN

Algunas investigaciones mencionan que los contenidos que debe cubrir la enseñanza de las matemáticas elementales en los niños con dificultades en el aprendizaje se pueden agrupar en ocho categorías (Lucena, 2012):

- Numeración
- Habilidad para el cálculo y ejecución de algoritmos
- Resolución de problemas
- Estimación
- Habilidad para utilizar instrumentos tecnológicos
- Conocimiento de fracciones y los decimales
- La medida
- Nociones de geometría

Teniendo como punto de partida lo anterior, esta investigación toma el conocimiento del número como la base fundamental en el aprendizaje de las matemáticas, que por ende incluye conceptos de seriación, agrupación, cantidad, clasificación, cardinalidad, orden y correspondencia. El aprendizaje de estos conceptos le permite a la persona avanzar en el aprendizaje de las operaciones matemáticas y finalmente resolver problemas o algoritmos relacionados con las cuatro operaciones básicas (ver figura 1).



Figura 1: Evolución en el aprendizaje matemático

3.1 Objetivos

Objetivo general

Diseñar y desarrollar una aplicación para facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de las matemáticas a personas con Síndrome de Down.

Objetivos específicos

- Analizar en qué medida las nuevas tecnologías ayudan en la enseñanza de las matemáticas a personas con NEE.
- Validar la aplicación en un entorno real
- Facilitar a las personas con NEE practicar las matemáticas básicas sin la ayuda de un tutor.

3.2 Arquitectura de desarrollo

La arquitectura utilizada en este proyecto está orientada al desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles como Tablets y Smartphones que utilizan como sistema operativo iOS, Android, Blackberry, PalmOS, Windows Mobile y Symbian. El framework utilizado es PhoneGap, que permite crear aplicaciones de forma híbrida haciendo uso de las tecnologías estándar web como HTML5, CSS3 y Javascript (Adobe Systems Inc, 2015). Estas aplicaciones son empaquetadas y se comportan como aplicaciones nativas (ver figura 2).

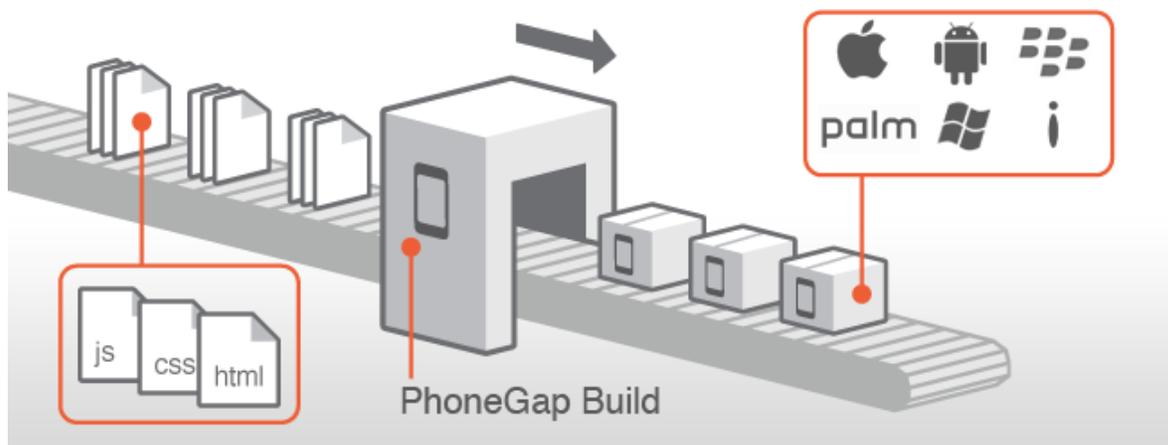


Figura 2: Empaquetado de una APP con PhoneGap
Tomado de <http://www.phonegap.com/>

De igual forma con el uso de las bibliotecas de jQuery y JQuery Mobile es utilizada para crear la interfaz de usuario, aprovechando su compatibilidad con la mayoría de los dispositivos móviles. Estas librerías ofrecen soporte para las principales plataformas móviles, de Smartphones y Tablets, entre otros, brindando características mejoradas en navegación y animación. Dentro de las bondades más notables de jQuery Mobile están su flexibilidad en el desarrollo, compactibilidad con diferentes navegadores y gamas de dispositivos (The jQuery Foundation, 2015).

3.2 Diseño de interfaces

La aplicación está diseñada para funcionar principalmente en dispositivos como Smartphones y Tablets (ver figura 3), también puede ser instalada en computadores de escritorio emulando el sistema operativo Android. La interfaz principal está compuesta por menú contextual de fácil navegación, donde el usuario tiene la facilidad de acceder directamente a cualquier módulo.

En el módulo de configuración el aprendiz ingresa el número máximo hasta donde sabe contar y este parámetro es tomado como base para cargar aleatoriamente los números de forma aleatoria que intervienen en cada una de las operaciones matemáticas, es decir, ninguna de las operaciones realizadas será mayor al número ingresado, esto facilita la enseñanza gradual de las operaciones con base en el método de conteo y el conocimiento del número (ver figura 4).



Figura 3: Interfaz en Tablet

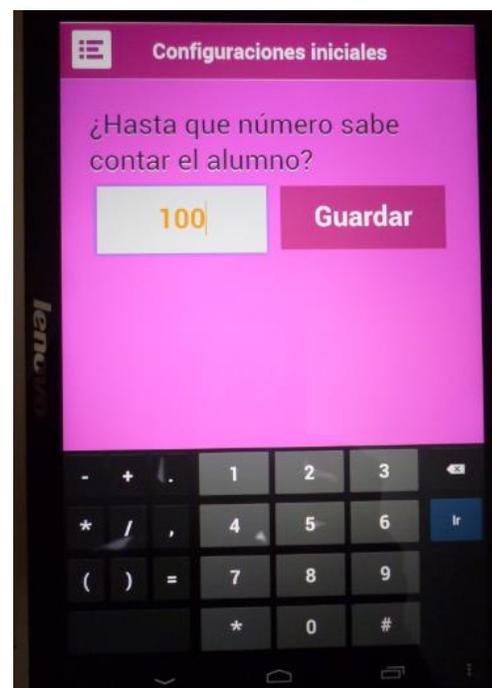


Figura 4: Configuración inicial

En los módulos de suma y resta se incorporan los círculos como ayudas para facilitar la realización de las operaciones por medio del conteo (ver figuras 4 y 5). De igual forma, en las sumas con llevada se ubica de forma visual el dígito que debe ser tenido en cuenta en el siguiente paso de la operación (ver figura 4).



Figura 4: Módulo de suma

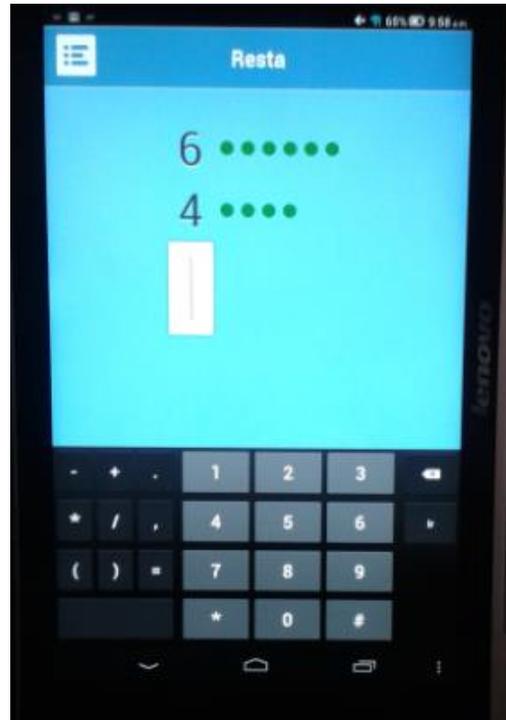


Figura 5: Módulo de resta

La división es un proceso que se debe realizar paso a paso haciendo la división entre cada dígito y luego sacando el residuo por medio de una resta (ver figura 6).



Figura 7: Módulo de división

Los ejercicios incluidos en la aplicación son tomados de situaciones muy reales que le facilitan al aprendiz aplicar las matemáticas en su vida diaria (ver figura 8). Cada uno de los módulos cuenta un registro de aciertos y desaciertos, esto permite hacer un seguimiento del aprendiz, y es un punto de partida para implementar acciones de mejora en la actividad donde presente alguna dificultad (ver figura 9).

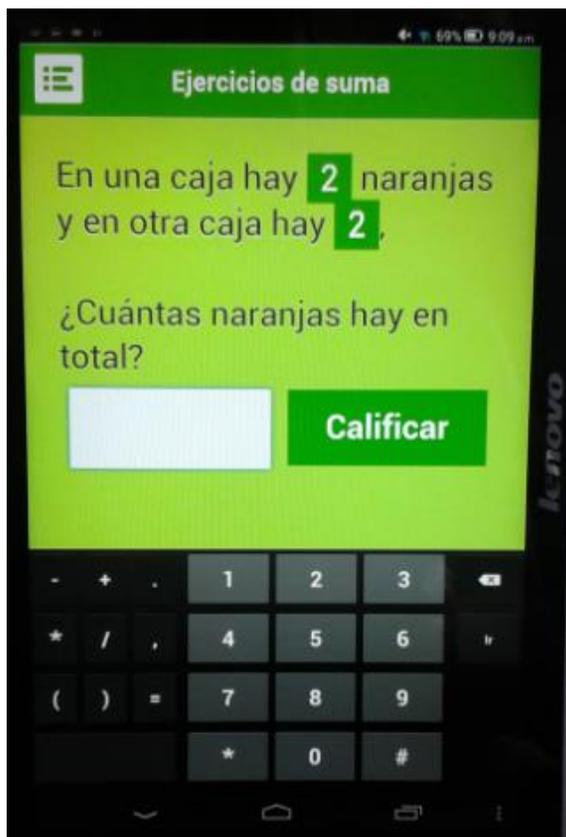


Figura 8: Ejercicios de aplicación

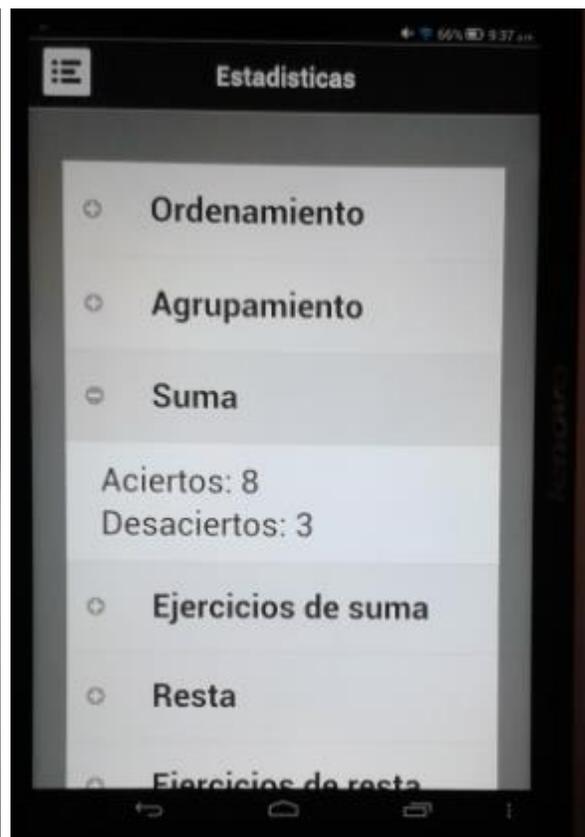


Figura 9: Módulo de estadísticas

4. PRUEBAS DE EXPERIMENTACIÓN

Se realizaron dos sesiones en dos días en las que se desarrollaron actividades con los módulos de: ordenamiento, agrupamiento, suma, ejercicios de suma, resta y ejercicios de resta. Las sesiones tuvieron una duración de 60 a 80 minutos. Los ejemplos animados facilitaron entender las actividades y estas se ejecutaban hasta oprimir el botón “Comenzar” (ver figuras 10 y 11). En cada sesión se trabajaron los módulos mencionados anteriormente y al finalizar las dos sesiones se realizó una encuesta a cada aprendiz para evaluar la aplicación.



Figura 10: Animación de ordenamiento



Figura 11: Animación de agrupamiento

4.1. Aprendices participantes

Los aprendices que participaron en las pruebas asisten a la Fundación Casa Taller Artesas (Medellín, Colombia) en la que realizan diferentes actividades lúdicas, artísticas y manuales, asimismo, dedican varias horas por semana en conceptos de matemáticas, lectura y escritura. En total participaron cuatro aprendices y dos de ellos solo participaron en una sesión. En la tabla 1 se describe de manera resumida el perfil cada uno de ellos.

Tabla 1: Aprendices participantes en las pruebas

Nombre	Edad	Descripción
Paulina	31	No está estudiando, cursó hasta 9° grado y sabe realizar las cuatro operaciones básicas con números hasta 100
Laura	22	No está estudiando, cursó hasta 10° grado y sabe realizar sumas y restas con números hasta 100
Federico	19	Está cursando 10° grado en un colegio público con educación de inclusión y sabe realizar sumas y restas con números hasta 100
Jesús	19	No está estudiando, cursó hasta 5° grado en un colegio privado de educación especial y sabe realizar sumas y restas con números hasta 100

4.2. Resultados

A continuación, en las figuras 8 a la 11 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas para cada aprendiz, donde predomina en mayor medida los aciertos obtenidos en cada actividad. Los errores más comunes encontrados fueron: confundir algunos números con otros, contar saltando números intermedios y confusión en las operaciones con números que incluyen el cero.

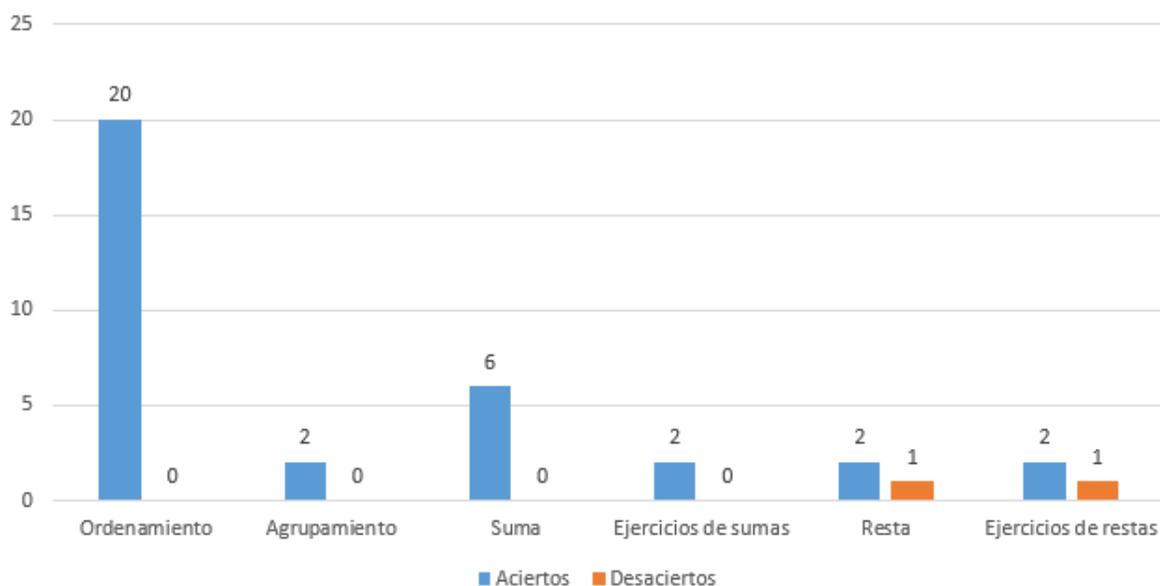


Figura 8: Resultados de Paulina

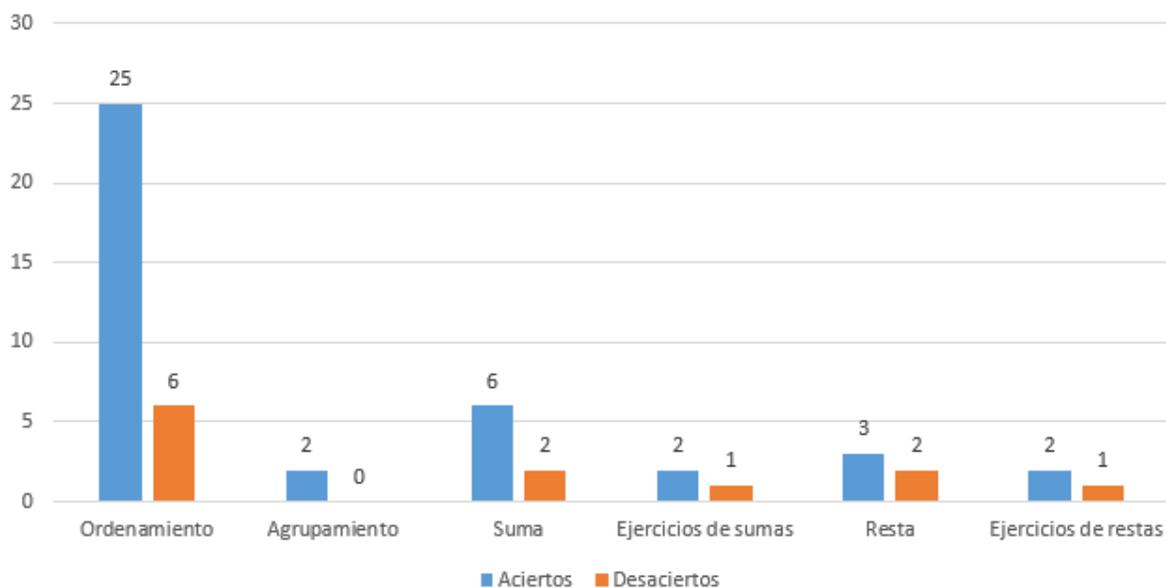


Figura 9: Resultados de Laura

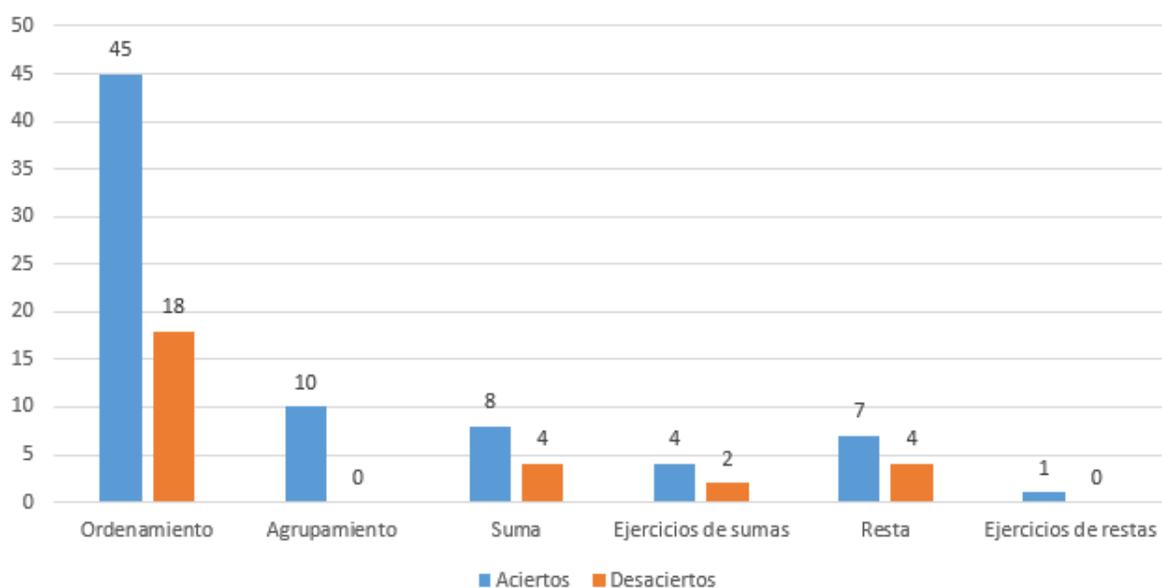


Figura 10: Resultados de Federico

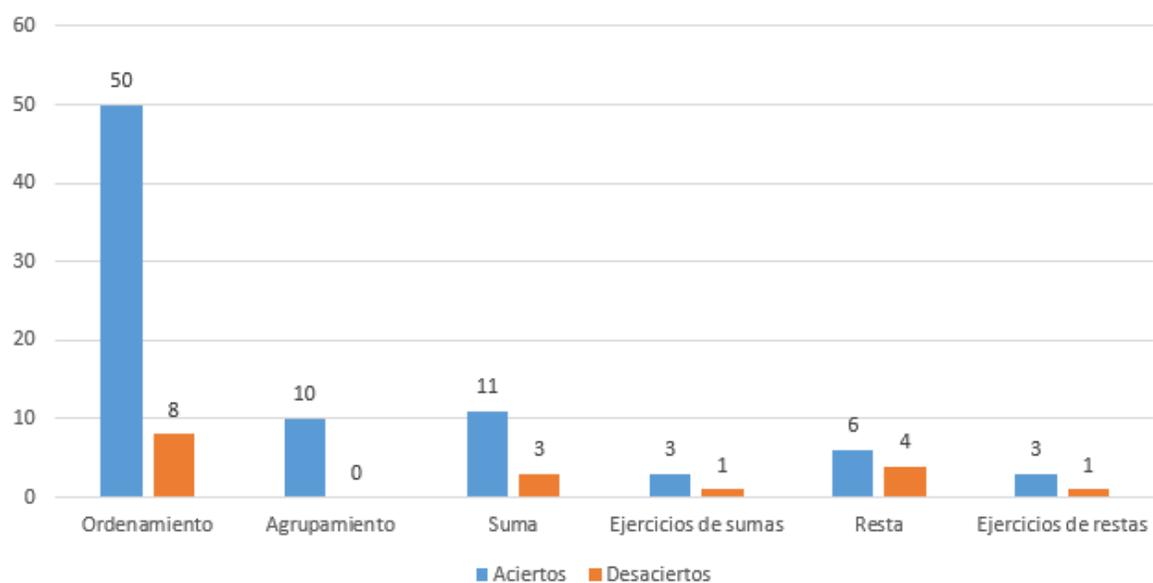


Figura 11: Resultados de Jesús

Después de terminar las dos sesiones se realizó una encuesta a cada aprendiz. Las preguntas fueron explicadas a cada uno de ellos por una profesional en el área de la educación de personas con SD, quien también estuvo durante el desarrollo de las pruebas (ver tabla 2).

Tabla 2: Evaluación de la aplicación por los aprendices

Aspecto a Evaluar	Respuestas Positivas	Respuestas Negativas
La aplicación en general es fácil de usar	4	0
Le gusta el diseño de los botones y las ventanas	4	0
Le gustan los colores usados	3	1
Los números se pueden ver y diferenciar con facilidad	4	0
Le pareció entretenido el desarrollo de las actividades	4	0
Le gustaría seguir utilizando la aplicación.	4	0
Usted cree que puede aumentar sus conocimientos usando la aplicación.	4	0

De la tabla anterior se puede deducir el alto grado de aceptación que tuvo la aplicación por los cuatro aprendices, solo hubo un aspecto negativo donde manifestaba uno de ellos el desagrado por algunos colores.

Durante el desarrollo de las pruebas dos personas observaban la actitud del aprendiz en cada actividad, y llevaban el registro de los aspectos positivos y negativos. La tabla 3 contiene la recopilación de los aspectos evaluados de los cuatro aprendices según la observación.

Tabla 3: Evaluación según la observación

Aspecto a Evaluar	SI	NO
Los aprendices estuvieron motivados usando la aplicación.	4	0
Se observó facilidad en la dinámica del desarrollo de cada módulo.	4	0
Se observó facilidad en la interacción con la aplicación	4	0
Se observó facilidad con el uso de la pantalla táctil	3	1
Los aprendices estuvieron relajados en el desarrollo de las actividades sin temor a equivocaciones.	4	0
Los aprendices estuvieron atentos y concentrados en las actividades	4	0
Se notó interés en cada una de las actividades presentadas	4	0
Se observó interés con el uso de los dispositivos tecnológicos	4	0

De los aspectos evaluados según la observación, se evidencia una gran aceptación y motivación de los aprendices con el uso de la aplicación y por realizar cada una de las actividades, solo en uno de ellos se observó alguna dificultad en el uso de la pantalla táctil en las actividades de ordenamiento y agrupamiento, al arrastrar los objetos y levantar el dedo sin haberlo llevado hasta la posición final.

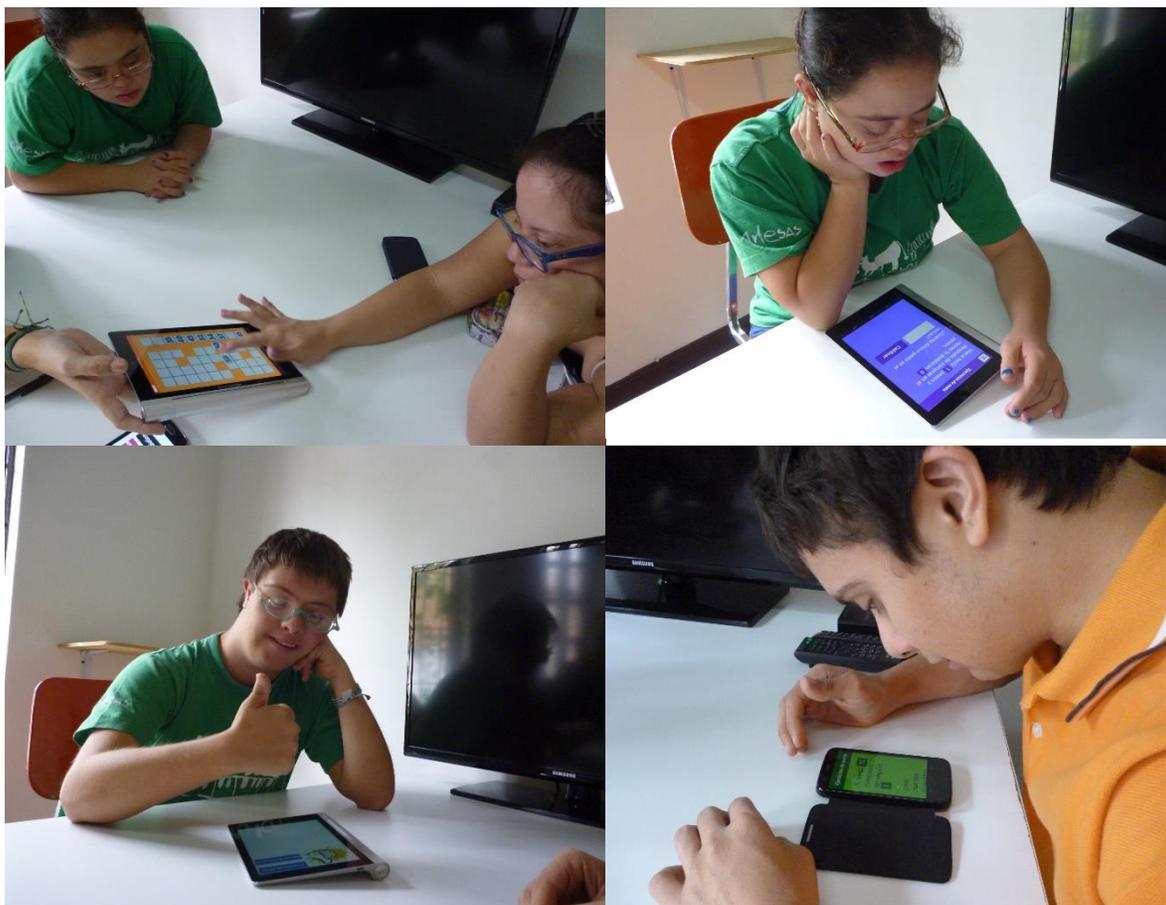


Figura 12: Los aprendices en la realización de las pruebas

CONCLUSIONES

La matemática es sin duda una de las ciencias que exige un mayor nivel de abstracción para su entendimiento, es por esto, que desde el punto de vista educativo, es importante conocer cuáles son los conocimientos en matemáticas que los alumnos deben aprender, para poder realizar una planificación y minimizar las dificultades presentadas en el aprendizaje. En este sentido, se debe hacer más uso de la tecnología y aprovechar todas las bondades que ellas ofrecen y adaptarlas como herramientas útiles en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que sin duda alguna, los dispositivos tecnológicos como Tablets y Smartphones los utilizan con gran facilidad y son un buen recurso para el desarrollo de habilidades en esta población.

La aplicación desarrollada es una herramienta que aporta un componente lúdico, ayudando a que el aprendiz afiance sus conocimientos de una manera divertida sin la ayuda de un tutor. Esta aplicación tuvo un alto grado de aceptación por los aprendices y tutores, y manifestaron el querer seguirla utilizando como herramienta didáctica en el aprendizaje de las matemáticas.

La aplicación en ningún momento sustituye el trabajo que debe hacer un profesor, por consiguiente, un aprendiz con los conceptos básicos adquiridos puede llegar a obtener un progreso significativo utilizando la aplicación.

Referencias bibliográficas

- Adobe Systems Inc. (2015). Easily create apps using the web technologies you know and love: HTML, CSS, and JavaScript. [Online]. Available: <http://phonegap.com/> [Accessed: 20-Ene-2015].
- Afonseca, C., & Bermúdez, B. (2013). Supporting Collective Learning Experiences in Special Education. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), IEEE 2nd International Conference - Vilamoura, Portugal*, 1-7.
- Bautista, S. I. (2010). Intervención en alumnos y alumnas con síndrome de Down. *Revista Enfoques Educativos*, 64, 4-20.
- Belacchi, C., Chiara, M., Brentan, E., Dante, A., Persi, L. & Cornoldi, C. (2014). Approximate additions and working memory in individuals with Down syndrome. *Elsevier - Research in Developmental Disabilities*, 35, 1027-1035.
- Bonilla, J. (2012). *Actividades Computacionales de Conteo Matemático para Niños con Síndrome de Down*. (Tesis de Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, México). Recuperada de: http://www.matedu.cinvestav.mx/~asacristan/Tesistas/tesis_JBonilla.pdf
- Bruno, A. & Noda, M. A. (2012). Estudio de un alumno con síndrome de Down en la comprensión del sistema de numeración decimal. *Revista, Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 1(2), 5-22.
- Bruno, A. & Noda, M. A. (2010). Necesidades educativas especiales en matemáticas: el caso de personas con síndrome de Down. *Investigación en educación matemática: actas del XIV Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Lleida, España*, 141-162.
- Bruno, A., Noda, M., Aguilar, R. M., González, C. S., Moreno, L. & Muñoz, V. (2006). Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico-matemáticos en alumnos con Síndrome de Down. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(2), 211-266.

- Calero, M. D., Robles, M. A. & García, M. B. (2010). Habilidades cognitivas, conducta y potencial de aprendizaje en preescolares con síndrome de Down. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(1), 87-110.
- Connors, F. A., Rosenquist, C. J., Arnett, L., Moore, M. S. & Hume, L. E. (2009). Entrenar la memoria auditiva: Cómo mejorar la extensión de la memoria en los niños con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 26, 74-79.
- Cortés, M. Y., Guerrero, A., Zapata, J. V., Villegas, M. L. & Ruiz, A. (2013). Study of the Usability in Applications Used by Children with Down Syndrome. *Revista IEEE - Computing Colombian Conference (8CCC)*
- Federación Española de Síndrome de Down. (2012). Proyecto H@z Tic: Guía práctica de aprendizaje digital de lectoescritura mediante tablet para alumnos con Síndrome de Down. [Online]. Available: http://www.sindromedown.net/adjuntos/cPublicaciones/105L_guiahz.pdf. [Accessed: 10-Ene-2015].
- Faragher, R., Brady, J., Clarke, B. & Gervasoni, A. (2008). Children with Down syndrome learning mathematics: Can they do it? Yes they can!. *Revista Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(4), 10-15.
- Fernández, A. (2012). PICA: Aplicación Móvil. [Online]. Available: <http://asistit.ugr.es/pica>. [Accessed: 10-Ene-2015].
- García, D. (2009). Adaptaciones curriculares individuales para alumnos con síndrome de Down. *Revista Enfoques Educativos*, 30, 167-174.
- Garzón, M. T. (2010). Comunicador SC@UT para alumno autista. *Revista Innovación y Experiencias Educativas*, 30, 1 - 12.
- Gaunt, L., Moni, K. B. & Jobling, A. (2012). Developing Numeracy in Young Adults with Down Syndrome: A Preliminary Investigation of Specific Teaching Strategies. *Journal on Developmental Disabilities*, 18(2), 0-25.
- Khan, T. M. (2010). The effects of multimedia learning on children with different special education needs. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4341 - 4345.
- Lucena, F. (2012). Dificultades de aprendizaje de las matemáticas. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 20, 1 - 12.
- Morilla, R. (2012). Las TICs en alumnos y alumnas con síndrome de Down. *Revista internacional de educación, tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la educación inclusiva, logopedia y multiculturalidad*, 1(2), 20-26.
- Noda, A., Bruno, A., Aguilar, R., Moreno, L., Muñoz, V. & González, C. (2007). Un estudio sobre habilidades de conteo en alumnado con síndrome de Down. *Revista Educación Matemática*, 19(3), 31-63.

- Noda, A., Bruno, A., González, C., Moreno, L. & Sanabria, H. (2011). Addition and subtraction by students with Down syndrome. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(1), 13-35.
- Noda, A., Bruno, A., González, C., Moreno, L. & Sanabria, H. (2012). Suma y resta mediante el uso de una pizarra digital en alumnado con Síndrome de Down. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 30, 15-40.
- Ortega, J. M. (2008). Síndrome de Down: contenidos matemáticos mediados por ordenador. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 16, 85-105.
- Ortega, J. M. & Gómez, C. J. (2007). Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático en niños con síndrome de down: generalización para la autonomía. *Pixel-Bit - Revista de Medios y Educación*, 29, 59-72.
- Ortega, J. M. & Gómez, C. J. (2006). Computer assisted teaching and mathematical learning in Down Syndrome children. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 298-307.
- Ortega, J. M. (2005). Bondades y limitaciones del material multimedia para personas con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 22, 84-92.
- Pegalajar, M. & Colmenero, M. J. (2013). PICA: Aplicación móvil de aprendizaje para la inclusión educativa del alumnado con discapacidad. *Revista científica electronica de educación y comunicación en la sociedad del conocimiento*, 13(1), 94-106.
- Rahmah, L. Y. & Tengku, N. S. (2012). Reading Activities Using the Scaffolding in MEL-SindD for Down Syndrome Children. *Elsevier - Procedia Social and Behavioral Sciences*, 35, 121-128.
- Rodríguez, L. & Olmo, L. (2010). Aportaciones para la intervención psicológica y educativa en niños con síndrome de Down. *Revista Docencia e Investigación*, 20, 307-327.
- Ruiz, E. (2013). Cómo mejorar la atención de los niños con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 30, 163-175.
- Sánchez, R. (2008). TIC para estimular las Inteligencias. *II Congreso Nacional sobre Discapacidad Intelectual* – Universidad de Cádiz, España, 1-14.
- The jQuery Foundation. (2015). A Touch-Optimized Web Framework. Available: <http://jquerymobile.com/> [Accessed: 23-Ene-2015].
- UNESCO. (2012). Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad. [Online]. Available: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216382s.pdf>. [Accessed: 10-Ene-2015].