

Vol. 20, Núm. 4, 2018

## **La enseñanza de las matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles**

### **Teaching Mathematics to People with Down Syndrome Using Mobile Devices**

---

Diego Tangarife Chalarca (\*) [diegotangarife@itm.edu.co](mailto:diegotangarife@itm.edu.co)

(\*) Universidad Pablo de Olavide  
(Recibido: 15 de diciembre de 2016; Aceptado para su publicación: 16 de marzo de 2017)

**Cómo citar:** Tangarife, D. (2018). La enseñanza de las Matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(4), 144-153. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.4.1751>

---

#### **Resumen**

En la última década ha surgido interés hacia las personas con necesidades de acceso al currículum, en particular, aquellas con síndrome de Down. Este trabajo muestra los resultados obtenidos con una aplicación diseñada y desarrollada con el objetivo de facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de Matemáticas a personas con Down. La metodología de desarrollo está basada en una revisión bibliográfica de las distintas herramientas y métodos utilizados para la enseñanza de Matemáticas a esta población y por medio de una prueba piloto desarrollada con cuatro aprendices se demuestra que el uso de las aplicaciones en dispositivos, como tabletas y *smartphones*, facilita la enseñanza a personas con necesidades de apoyo.

**Palabras clave:** Educación especial, TIC, enseñanza de las matemáticas.

#### **Abstract**

The last decade has seen a growing interest in curriculum access for people with needs, and in particular those with Down syndrome. This study shows the results obtained from an application designed and developed to help people with Down syndrome learn the basic mathematical operations. The development methodology is based on a literature review of the various tools and methods used in teaching mathematics to this specific population, and through a pilot test conducted with four learners, it is shown that using applications on devices such as tablets and smartphones facilitates teaching people with support needs.

**Keywords:** Special education, ITC, Mathematics teaching.

## I. Introducción

En la actualidad, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen una fuente de recursos que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, en especial en aquellas personas con necesidades de acceso al currículum. Estas tecnologías promueven la educación inclusiva y facilitan entornos comprensibles y flexibles para desarrollar al máximo sus capacidades (Morilla, 2012). En los últimos años las TIC se han incorporado en las metodologías de enseñanza propiciando un mayor disfrute de las actividades y, por ende, un mayor logro de las competencias, asimismo, el aprovechamiento de estas tecnologías ha servido como puente en la comunicación de las personas con necesidades de apoyo, educadores y familias (Garzón, 2010); sin embargo, la incorporación de las TIC en la educación suele reducirse a "clases de informática" o "clases de computación", y el uso de ésta en estudiantes con necesidades de acceso al currículum es muy limitado (UNESCO, 2012), por lo anterior, se requiere adaptar las estrategias de enseñanza y enfocarlas en las debilidades particulares de cada individuo (Khan, 2010).

Según el Proyecto H@z TIC, de la Federación Española de Síndrome de Down, (2012), las TIC han demostrado tener un gran potencial para el aprendizaje y la inclusión social de las personas con Síndrome de Down (SD), sobre todo si se tienen 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 aumentando la memoria visual, lo cual facilita un aprendizaje más rápido con el apoyo de imágenes. Es importante, entonces, hacer algunas adaptaciones curriculares como respuesta a las necesidades educativas especiales (Agudelo, Gijón, Luna y Prieto, 2015), de tal forma que incorporen el uso de las TIC como herramientas pedagógicas en los procesos educativos, principalmente en las poblaciones con necesidades de acceso al currículum. En este sentido, el objetivo de este trabajo es incorporar una aplicación para facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de las matemáticas a personas con SD, la cual fue diseñada con base en algunas características propias de aprendizaje y en las recomendaciones para el desarrollo de software dirigido a este tipo de población.

### 1.1 El aprendizaje en las personas con síndrome de Down

Las investigaciones realizadas en los últimos años hacen énfasis 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; Bruno y Noda 2010; García, 2009; Ortega, 2008; Rahmah y Tengku, 2012; Ramos, 2004; Rodríguez y Olmo, 2010; Ruiz, 2013) estas características son: aprendizaje más lento, comparado con el 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; tienen dificultades de abstracción y deducción, entre otras.

Ruiz (2013) define la atención como la tarea principal que realiza el cerebro, y 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 e inhibir otros, dependiendo de las demandas de la situación. Las alteraciones cerebrales propias del SD producidas por la trisomía cromosómica afectan, entre otras funciones y estructuras, el desarrollo y funcionamiento de la atención, "menor" que en las personas de desarrollo normal, por ello 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 sea parte de la planificación educativa de manera constante, ya que se convierte en un requisito previo de acceso al resto de los aprendizajes, tanto escolar como los producidos en el entorno cotidiano.

Con relación a la memoria, Rahmah y 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, que se entiende como "la capacidad de recordar y repetir un conjunto de ítems verbales en el mismo orden que

fueron escuchados" (Connors, Rosenquist, Arnett, Moore y Hume, 2009), en consecuencia, se sugiere diseñar ejercicios de repeticiones que estimulen su funcionamiento.

El estudio desarrollado por Ortega (2008) aborda 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.

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, 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 su estudio, Calero, Robles y García (2010) compararon el potencial de aprendizaje de niños preescolares normales con los de SD, encontrando 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 del aprendizaje tiene un efecto significativo, sobre todo cuando se atienden déficits específicos.

## 1.2 Estrategias empleadas en la 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 Chile, el Ministerio de Educación adelanta diversas acciones para el desarrollo de entornos educativos inclusivos que garanticen el acceso a la educación para personas con necesidades educativas especiales. Para ello, dispuso de un manual docente creado por la Fundación Down 21 Chile (2015) para la enseñanza de las matemáticas con un método que contiene cinco etapas: 1) conocimientos básicos, 2) los números, 3) problemas aditivos, 4) problemas multiplicativos y 5) el manejo del dinero. Para cada etapa se trazan objetivos de aprendizaje, se plantea una metodología de desarrollo y se proponen actividades complementarias. Los ejercicios de aprendizaje están enmarcados dentro del contexto cotidiano, lo que permite mantener el interés de los estudiantes. Finalmente, para la evaluación se recomienda hacer un seguimiento sistemático de los progresos obtenidos por cada estudiante en cada etapa y con esto obtener indicadores específicos que le permitan al docente la continuidad en el proceso de enseñanza.

Algunas de las estrategias utilizadas en escuelas de educación primaria en Australia están basadas en métodos visuales que ayudan al alumno a desarrollar el concepto del número utilizando marcos, cuadros, líneas de números y tablas de centenas (Faragher, Brady, Clarke y Gervasoni, 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. En el estudio realizado por Bruno y Noda (2012) 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), se utilizan plantillas donde se conforman decenas y con éstas se desarrollan diversas actividades donde se hace necesario aplicar los componentes antes mencionados. Al concluir el estudio se evidencian las dificultades que existen con la noción de decena; donde se conoce la palabra decena, pero no se sabe utilizar de forma correcta en las tareas de las cuatro componentes del estudio. Por otra parte, la evaluación también demostró la necesidad de trabajar con las agrupaciones como tarea numérica esencial.

En esta misma línea, Noda, Bruno, González, Moreno, y Sanabria (2011) analizan el conocimiento conceptual y procedimental expuesto por los alumnos con SD para realizar operaciones de suma y resta en tres niveles, demostrando que "los alumnos con SD obtienen un progreso similar en las mismas etapas que los alumnos de desarrollo normal, a pesar de que tienen dificultades para alcanzar niveles más altos

de abstracción debido a la falta de conocimiento de hechos numéricos básicos". De igual forma, se evidencia una mayor dificultad en la operación de la resta, tanto a nivel conceptual como de procedimiento. "En cuanto a los errores, estos varían mucho en función de los alumnos, y se puede atribuir principalmente a un conocimiento incompleto del sistema de numeración decimal". En la identificación de los números, los alumnos de diferentes niveles muestran dificultades en las operaciones que incluyen el número cero adicionando o restando una unidad más en la operación. Asimismo, el avance en los conocimientos matemáticos en algunos casos está limitado por la escasa comprensión conceptual y dificultades de abstracción, lo que les lleva a aplicar procedimientos sólo memorizados, pero también se enfatiza de que se requiere una mayor investigación donde se tenga en cuenta la forma en que se les enseña los conceptos matemáticos (Bruno y Noda, 2010). Por otro lado, algunos 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 y Jobling, 2012).

### 1.3 La enseñanza de las Matemáticas con el uso de las TIC

En los últimos años, las TIC han jugado un papel importante en los procesos de enseñanza aprendizaje en una gran cantidad de escenarios, y de manera muy especial en las personas con necesidades de acceso al currículum, sirviendo de apoyo en los procesos educativos y como medio de inclusión en la sociedad. En su estudio, 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, y pueden ser también un elemento pedagógico rehabilitador y equiparador de oportunidades.

La Matemática requiere para su aprendizaje de una mayor abstracción de conceptos que permiten entender diversos fenómenos o situaciones que se viven a diario. La tecnología ha facilitado en gran medida el acercamiento y entendimiento de diversos fenómenos propios de esta ciencia. Por lo tanto, la incorporación de la tecnología es una buena alternativa para apoyar los procesos de enseñanza a personas con necesidades de acceso al currículum. Las propuestas diseñadas y desarrolladas para la enseñanza enfocadas a personas con SD son muy variadas, y van desde tutoriales inteligentes hasta software desarrollado con realidad virtual generando nuevas sensaciones en los procesos de aprendizaje. En la investigación desarrollada por Noda, Bruno, González, Moreno y Sanabria (2012) para la enseñanza, tanto de operaciones, como de problemas de suma y resta, crean una pizarra digital, que se basa en un sistema que registra las acciones y los resultados finales obtenidos por los alumnos en la realización de las operaciones, esta pizarra detecta los errores cometidos así como las causas potenciales de los mismos; 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 evaluación se evidencia la mala comprensión del sistema de numeración decimal, el cual puede ser producto de un mal aprendizaje y, por ende, se hace necesaria una revisión y ajuste en la metodología de enseñanza.

Entre las propuestas más novedosas orientadas a dispositivos móviles, se encuentra la Plataforma Interactiva y Cooperativa de Apoyo al Aprendizaje (PICA), sistema diseñado para la creación de actividades de aprendizaje y comunicación para alumnos con necesidades de apoyo. El sistema sólo está soportado por los dispositivos: iPad, iPhone y iPod touch de Apple, y entre sus características ofrece: movilidad, interacción mediante movimiento, multimedia y conectividad. Este sistema, además de permitir la configuración de las actividades, tiene beneficios como: adquisición de vocabulario y comprensión del significado; mejora de la fonética y sintaxis; y desarrollo de memoria (Fernández, 2012; Pegalajar y Colmenero, 2013).

En otras propuestas, Ortega y Gómez (2006; 2007) presentan el 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 matemáticas. La propuesta está basada en juegos de conteo de diferentes conjuntos y asociaciones a una cantidad solicitada. El resultado de este estudio fue un significativo progreso en la realización de operaciones y evidenció un impacto positivo del material multimedia en las personas con necesidades de apoyo, facilitando la generación y

consolidación del conocimiento. Las necesidades de integración y autonomía de las personas con SD han promovido el desarrollo de software y hardware para tal fin, como es el caso de la herramienta de realidad virtual desarrollada por Afonseca y 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. En la evaluación se resaltó la capacidad que tienen las personas con SD de realizar un aprendizaje colaborativo con el uso de la tecnología, lo que redunda positivamente en la integración de esta población en la sociedad.

## II. Método

En esta investigación se diseñó y desarrolló una aplicación orientada a dispositivos móviles con el objetivo de ser utilizada como herramienta de ayuda en la enseñanza de las Matemáticas a personas con SD. La investigación está soportada por un diseño descriptivo y una implementación cuasi-experimental orientada a verificar la hipótesis de la influencia que tiene la aplicación en la enseñanza de las Matemáticas a personas con necesidades de apoyo. La aplicación incorpora muchas de las sugerencias de algunos estudios realizados a personas con SD en la enseñanza de las Matemáticas, y por medio de dos pruebas (pretest y posttest) realizadas a un grupo experimental de cuatro aprendices con SD se aplicó la prueba *t* de Student para dos muestras relacionadas para establecer la incidencia de la aplicación en la enseñanza de las matemáticas en esta población.

El estudio fue realizado con cuatro aprendices seleccionados aleatoriamente de la Fundación Casa Taller Artesas de la ciudad de Medellín (Colombia). La fundación trabaja con personas con SD realizando diferentes actividades lúdicas, artísticas y manuales; además, dedican varias horas por semana en conceptos de lectura y escritura sin seguir ningún currículo. La edad de los aprendices (2 mujeres y 2 hombres, va de los 19 a los 26 años. El nivel de académico en que se ubican está entre 5o. y 10o. grado; tres de ellos ya no asisten a la escuela y sólo uno continúa sus estudios en un colegio público que brinda educación de inclusión.

Antes de iniciar el estudio se realizó el pretest con lápiz y papel en los tres componentes a evaluar: conocimiento de los números, sumas y restas. En el primer componente se realizaron actividades como: agrupar objetos por su tipo y escribir la cantidad de cada uno, ordenar números (primero menores a 50 y luego menores a 100), y finalmente escribir el número anterior y el siguiente de un determinado número dado. En el componente de sumas y restas se realizaron, primero, operaciones con números menores a 10, luego con menores a 50, y finalmente con menores a 100. Las restas se realizaron con números adecuados para que el resultado siempre fuera positivo con el fin de disminuir la dificultad en los ejercicios. Los cuatro aprendices demostraron tener buen conocimiento de los números hasta el 100, presentando algún grado de dificultad con números mayores a 50. En la realización de las sumas la mayor dificultad se evidenció cuando en la operación hay "llevada". En las restas, todos los participantes presentaron gran dificultad cuando en las operaciones se requiere "tomar prestado" del dígito de la izquierda. La calificación para cada componente evaluado fue obtenida utilizando la escala de 0 a 5 con una ponderación entre aciertos y desaciertos de cada actividad evaluada. Por ejemplo, si el aprendiz realizando las actividades del conocimiento de los números obtiene 13 aciertos y 5 desaciertos la calificación en este componente será de 3.6. Los resultados pueden verse en la tabla 1.

Tabla I. Puntaje obtenido en el pretest en cada componente

| Alumno    | Conocimiento de los números | Sumas | Restas |
|-----------|-----------------------------|-------|--------|
| Aprendiz1 | 3.8                         | 3.3   | 2.7    |
| Aprendiz2 | 3.6                         | 2.8   | 2.6    |
| Aprendiz3 | 3.3                         | 2.5   | 2.3    |
| Aprendiz4 | 3.7                         | 3.3   | 2.8    |

Nota: Calificación inicial ponderada entre aciertos y desaciertos para cada aprendiz.

Después, para hacer uso de la aplicación en la enseñanza de las Matemáticas, se realizó una fase de pruebas en la cual cada aprendiz participó activamente practicando en un dispositivo móvil (*tablet* o *smartphone*). Las pruebas se centraron en el funcionamiento de la aplicación y en la realización de las acciones más comunes, como: seleccionar una opción, arrastrar, retroceder, salir, aceptar, etc. Luego se realizaron ocho sesiones en cuatro semanas, con una duración de 50 a 60 minutos donde a cada aprendiz practicaba en su dispositivo los tres componentes antes mencionados. Este proceso fue acompañado y guiado por profesionales que trabajan con personas con SD, brindando apoyo y orientación en todas las fases del estudio.

En las primeras dos sesiones se hizo mayor énfasis en actividades con los módulos de ordenamiento y agrupamiento para trabajar los conceptos del conocimiento del número, como cantidad, orden y correspondencia. En cada sesión se indicó al aprendiz las actividades y los conceptos a trabajar, iniciando con números del 1 al 20, luego hasta 50 y finalmente hasta el 100. En la primera fase el aprendiz realizó entre 8 y 12 ejercicios por sesión y al terminar se tomó el registro de los aciertos y desaciertos de cada aprendiz para observar su evolución. Las siguientes seis sesiones se centraron en los módulos de suma y resta, tanto en operaciones como en problemas o ejercicios de aplicación, siguiendo el mismo procedimiento de la fase inicial.

Los problemas que carga la aplicación están formulados como una pregunta, ejemplo: “Si tengo 2 manzanas y me regalan 3, con cuantas manzanas quedo?”, “Si tengo 10 chocolates y le regalo a mi amigo 4, ¿cuántos chocolates me quedan?”. En esta actividad se le explicó al aprendiz el problema y luego de hacer un razonamiento y la operación respectiva utilizando lápiz y papel, es él quien ingresa el número de la solución. Todos los números que intervienen tanto en las operaciones como en los ejercicios de aplicación son generados de forma aleatoria, esto hace que el aprendiz realice cada proceso aplicando los conceptos enseñados de forma adecuada y no de memoria. Al terminar las sesiones se hizo la evaluación de los tres componentes de manera similar al pretest con la ponderación de aciertos y desaciertos. Cabe resaltar que la aplicación registra un desacuerdo por cada error en cualquier operación, esto con el fin que el aprendiz realice la operación aplicando el proceso adecuado e identifique los componentes que requieren mayor trabajo. Los resultados se pueden ver en la tabla II.

Tabla II. Puntaje obtenido del postest en cada componente

| Alumno    | Conocimiento de los números | Sumas | Restas |
|-----------|-----------------------------|-------|--------|
| Aprendiz1 | 4.5                         | 3.7   | 3.1    |
| Aprendiz2 | 4.4                         | 3.2   | 3.3    |
| Aprendiz3 | 3.6                         | 3.1   | 2.7    |
| Aprendiz4 | 4.2                         | 3.6   | 3.2    |

Nota: Calificación final ponderada entre aciertos y desaciertos para cada aprendiz.

### III. Resultados

De los tres componentes evaluados, los aprendices obtienen la mayor puntuación en el conocimiento de los números, esto evidencia en cierto grado la buena comprensión de este concepto, lo que coincide con el estudio realizado por Noda et al. (2007), donde los alumnos alcanzaron un porcentaje aproximado del 93% en este mismo componente, y resalta que el éxito de este proceso se basa en los pocos procedimientos numéricos que el alumno necesita para realizar esta actividad. A partir de los datos obtenidos en ambos test se realizó la prueba *t* de Student para dos muestras relacionadas en los tres componentes evaluados para verificar la hipótesis planteada. En todos los casos el nivel de significación utilizado fue del 5%, y el valor crítico de alfa de 3.182 aplicando un contraste bilateral. Al procesar los datos arrojan diferencias significativas para cada componente del estudio, así: conocimiento de los números ( $t=5.19$ ,  $p<0.025$ ), sumas ( $t=6.76$ ,  $p<0.025$ ) y restas ( $t=6.33$ ,  $p<0.025$ ), observándose en todos los casos del postest puntuaciones superiores comparado con el pretest. Los resultados de esta prueba se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III. Datos obtenidos de la prueba  $t$  de las dos muestras relacionadas

| Componente Evaluado           | Media antes - después | Coeficiente $r$ de Pearson | $t$   | p-valor |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------|---------|
| - Conocimiento de los números | 3.60 - 4.18           | 0.919                      | 5.186 | 0.014   |
| - Sumas                       | 2.98 - 3.40           | 0.975                      | 6.755 | 0.007   |
| - Restas                      | 2.60 - 3.08           | 0.821                      | 6.333 | 0.008   |

Nota: Resultados de la prueba  $t$  para cada uno de los componentes evaluados.

De la tabla anterior y al analizar los datos obtenidos del pretest y postest, se evidencia que existen diferencias significativas entre las medias para cada uno de los componentes evaluados. Esto lo corrobora el valor obtenido de  $p$ , que en cada caso es menor que 0.025 (en general,  $p < a$ ). En el mismo sentido, el coeficiente  $r$  con un valor cercano a 1 demuestra una correlación positiva alta entre la aplicación empleada y las calificaciones obtenidas. Por otra parte, en los cuatro aprendices se observó un progreso importante en el transcurso de cada sesión, principalmente en lo relacionado con las sumas, donde al inicio del estudio la media obtenida al evaluar este componente era ligeramente inferior a 3.0 y finalizado el estudio aumentó significativamente a 3.4. En el componente de restas los puntajes obtenidos al inicio del estudio eran muy inferiores a lo esperado, con una media de 2.6 y finalizado el estudio alcanza un valor aproximado de 3.1. Estos resultados demuestran la dificultad que representa este tipo de operación tanto para personas con SD como para personas con desarrollo normal (Bruno y Noda, 2010). El bajo porcentaje de aciertos en este componente también se debe a la dificultad que presentaron en la resolución de problemas o algoritmos, donde con frecuencia no identifican o les significa un gran esfuerzo identificar el minuendo y el sustraendo, lo que conlleva a un resultado incorrecto o a resolver el problema sin aplicar el correcto razonamiento.

Con relación a las ayudas utilizadas, se evidencia en casi todos los aprendices la necesidad de utilizar los dedos u objetos físicos como fichas para realizar algunas operaciones. En cuanto a los errores más comunes se encontró la confusión de algunos números con otros (por ejemplo el 6 con el 9), contar "saltando" números intermedios y problemas en las operaciones con números que incluyen el cero.

## V. Discusión y Conclusiones

La Matemática es, sin duda, una de las ciencias que exige un mayor nivel de abstracción para su entendimiento, es por ello que desde el punto de vista educativo es importante conocer cuáles son los conocimientos que los alumnos deben aprender, para poder realizar una planificación y minimizar las dificultades presentadas en el aprendizaje. Como se mostró en este trabajo, la enseñanza en las personas con Down requiere de adaptaciones en los diseños curriculares (Aguadelo, 2015; García, 2009) e incorporar el uso de la tecnología aprovechando las bondades que ellas ofrecen para adaptarlas como herramientas útiles en los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que los dispositivos tecnológicos como *tablets* y *smartphones* son utilizados con gran facilidad y proveen un buen recurso para el desarrollo de habilidades en esta población.

Las dificultades que presentan las personas con SD en la memoria, y especialmente con la memoria de trabajo, son notorias y se pueden evidenciar al utilizar los dedos y otros objetos para realizar la mayoría de operaciones, lo que coincide con el trabajo de Ortega (2008). En cuanto a los errores en la confusión de algunos números pueden ser atribuidos a las dificultades visuales propias de esta población, así como al desconocimiento de conceptos básicos o a la mala comprensión del sistema de numeración.

En relación con la tecnología móvil utilizada en la enseñanza a las personas con SD, se observó poca implementación de soluciones enfocadas al área de Matemáticas, pero se evidencia una fuerte tendencia por las ventajas que ofrecen a personas con necesidades de apoyo, como son la incorporación de sensores que permiten el ingreso y salida de información, interfaces no tradicionales, e interacción con imágenes y sonidos que permiten desarrollar un mejor nivel abstracción (Fernández, 2012; Pazos, Raposo y Martínez, 2015). Sin embargo, se debe tener especial cuidado con el desarrollo de aplicaciones orientadas a esta población, sobre todo de no sobrecargar las interfaces con alto contenido visual, proporcionar instrucciones tanto auditivas como escritas, incorporar ejemplos animados, puntualizar las

competencias a trabajar y diseñar actividades adaptadas a las necesidades de aprendizaje (Khan, 2010).

Del mismo modo, se pueden identificar algunos de los principales factores que inciden directamente en la incorporación de la tecnología móvil en los procesos educativos a personas con SD. En primer lugar, la falta de aplicaciones adaptadas a niveles de aprendizaje que incluyan una retroalimentación de los errores y un proceso evaluativo sistemático y gradual acorde a las competencias; en segundo lugar, los pocos proyectos desarrollos de forma interdisciplinaria con plataformas interactivas donde se tenga en cuenta las características de aprendizaje y la metodología de enseñanza más apropiada, y por último, la preparación y orientación a profesores e instituciones sobre la incorporación y uso adecuado de la tecnología móvil en esta población.

Los resultados obtenidos con el uso de la aplicación indican que hay un efecto positivo y que contribuye en alto grado con el aprendizaje; sin embargo, la aplicación es sólo una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aportando el componente lúdico esencial, lo que permite que el aprendiz afiance sus conocimientos de manera divertida sin la ayuda de un tutor. Asimismo, los resultados de este estudio demuestran que a medida que el aprendiz practica con regular frecuencia en la aplicación obtiene mayor destreza y conocimiento y, por ende, aumenta el nivel de abstracción en la solución de problemas. Sin embargo, la aplicación en ningún momento sustituye el trabajo que hace el profesor.

La aplicación fue diseñada y desarrollada con el objetivo de facilitar la enseñanza de las operaciones básicas de las Matemáticas a personas con SD, los resultados permiten concluir que se alcanzó el objetivo en un alto grado, pese a que el estudio fue realizado con un grupo experimental no escolarizado, por esta razón, para poderla incorporar en el aula de clase se deben realizar los ajustes acordes a las competencias y metodología de enseñanza. Además, se debe hacer un acompañamiento continuo y orientar al alumno sobre el uso apropiado para minimizar los efectos negativos y obtener mejores resultados.

## Referencias

- Afonseca, C. y Bermúdez, B. (2013). *Supporting collective learning experiences in special education. Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, IEEE segundo Congreso Internacional, Vilamoura, Portugal, 1-7.
- Agudelo, M., Gijón, A., Luna, M. y Prieto, I. (2015). Manual de atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo derivadas de síndrome de Down. Recuperado de [http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO23839/apoyo\\_educativo\\_SD.pdf](http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO23839/apoyo_educativo_SD.pdf)
- Bautista, S. I. (2010). Intervención en alumnos y alumnas con síndrome de Down. *Revista Enfoques Educativos*, 64, 4-20.
- Bruno, A. y 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.
- Bruno, A. y 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.
- Calero, M. D., Robles, M. A. y 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. y 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.

Faragher, R., Brady, J., Clarke, B. y 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.

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. Recuperado de <https://www.sindromedown.net/proyecto-down/proyecto-hz-tic/>

Fernández, A. (2012). Plataforma Interactiva y Cooperativa de Apoyo al Aprendizaje [Aplicación móvil]. Recuperado de <http://asistic.uqr.es/picaa>

Fundación Down 21 Chile. (2015). *Matemática funcional para estudiantes que presentan NEE: Manual del Docente*. Recuperado de [http://down21-chile.cl/cont/cont/2014/6\\_3\\_manual\\_docente.pdf](http://down21-chile.cl/cont/cont/2014/6_3_manual_docente.pdf)

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. y Jobling, A. (2012). Developing numeracy in young adults with Down syndrome: a preliminary investigation of specific teaching strategies. *Journal on Developmental Disabilities*, 18(2), 1-25.

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.

Morilla, R. (2012). Las TIC 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. y 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. y 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. y 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. y 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. y 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.

Pazos, M., Rapaso, M. y Martínez, E (2015). Las TIC en la educación de las personas con síndrome de Down: un estudio bibliométrico. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(6), 20 - 39.

Pegalajar, M. y Colmenero, M. J. (2013). PICAA: 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. (2012). Reading activities using the scaffolding in MEL-SindD for Down syndrome children. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 35, 121-128.

Ramos, J. L. (2004). Enseñar a leer a los alumnos con discapacidad intelectual: Una reflexión sobre la práctica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34, 201-216.

Rodríguez, L. y 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*. Documento presentado en el II Congreso Nacional sobre Discapacidad Intelectual, Universidad de Cádiz, España.

UNESCO. (2012). *Informe sobre el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para personas con discapacidad*. Recuperado de

<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216382s.pdf>