

OPERACIONES BÁSICAS EN ALUMNOS CON SÍNDROME DE DOWN

Aurelia Noda y Alicia Bruno

Presentamos un estudio sobre las operaciones de suma y resta, realizado con alumnos con síndrome de Down. Se entrevistó a un grupo de estudiantes con esta discapacidad mientras resolvían problemas aditivos simples y operaciones de suma y resta. Nuestro objetivo era analizar su conocimiento sobre los significados de estas operaciones, las estrategias y los procedimientos que aplican, así como la relación entre las dificultades que manifiestan y sus características cognitivas. Los resultados muestran que los estudiantes con síndrome de Down usan los mismos niveles de estrategias que los alumnos sin discapacidad, aunque sólo uno llegó al nivel más abstracto. El uso de los dedos o representaciones concretas (bolas) fue la estrategia básica en la realización de las operaciones.

Términos clave: Errores; Estrategias; Síndrome de Down; Suma y resta

Basic Operations in Students with Down Syndrome

We present a study on the operations of addition and subtraction, conducted with students with Down syndrome. We interviewed a group of students with Down syndrome while solving basic additive problems and addition and subtraction operations. Our aim was to analyze their knowledge about the meaning of these operations, the strategies and procedures that they apply, and the relationship between their difficulties and their cognitive characteristics. The results show that students with Down syndrome use the same levels of strategies and procedures than students without any disability, though just one subject operated on the most abstract level. The use of fingers or concrete representations (balls) was the main strategy used for performing operations.

Keywords: Addition and subtraction; Down syndrome; Errors; Strategies

Las personas con síndrome de Down son cualitativa y cuantitativamente diferentes en la manera de procesar la información y presentan un proceso de madura-

Noda, A. y Bruno, A. (2010). Operaciones básicas en alumnos con síndrome de Down. *PNA*, 4(4), 143-159.

ción con un desarrollo más lento. A continuación, describimos características cognitivas de esta población aunque téngase en cuenta que las alteraciones cerebrales propias de su genética no son las mismas en todos los individuos y cada uno mostrará dificultades distintas en intensidad y cualidad (Arranz, 2002; Chapman y Hesketh, 2000; Troncoso, Del Cerro y Ruiz, 1999). Este hecho, más las influencias familiares, sociales y educativas propician la existencia de una gran variabilidad cognitiva entre ellos, mayor incluso que en la población general (Pueschel, 2002).

En general, las personas con síndrome de Down reciben, procesan y organizan la información con dificultad y lentitud. Al mismo tiempo manifiestan impulsividad para dar respuestas a las tareas, lo que les lleva a responder sin haber realizado una reflexión previa, siendo esto causa de una menor calidad en sus respuestas (Flórez y Troncoso, 1991). Los aprendizajes con más carga de abstracción son los que mayor dificultad les plantean y suelen tener dificultades para aplicar los conocimientos que han aprendido a otras situaciones. También presentan un déficit en la memoria a corto plazo, presentando una mejor percepción y retención visual que auditiva, por lo que es recomendable darles la información, siempre que sea posible, a través de más de un sentido (Bower y Hayes, 1994; Buckley, 1985; Marcell y Weeks, 1988). Además tienen dificultad para retener varias instrucciones dadas en un orden secuencial (memoria secuencial), lo que tiene importancia en la mayoría de las actividades matemáticas y, en especial, en la comprensión de los problemas en los que se deben tener en cuenta varios datos (Molina, 2002; Snart, O'Grady y Das, 1982). Todas estas características hacen de las matemáticas una materia especialmente compleja para este colectivo.

Aunque las deficiencias descritas vienen determinadas por características biológicas, su evolución es mayor o menor, en función de la rapidez con que se interviene en el desarrollo cognitivo y en los planteamientos educativos.

Si nos centramos en la investigación sobre Educación Matemática en alumnos con síndrome de Down, se puede comprobar que dominan las investigaciones realizadas en el ámbito numérico, en concreto en aspectos sobre la adquisición del concepto de número, la cardinalidad y el conteo (Abdelhameed y Porter, 2006; Caycho, Gun y Siegal, 1991; Nye, Fluck y Buckley, 2001). Se encuentran menos investigaciones que profundicen en los procesos y métodos que utilizan en las operaciones aritméticas. La amplia literatura sobre estas operaciones en personas de desarrollo típico nos sirve como marco para profundizar en el aprendizaje de estos aspectos numéricos en las personas con síndrome de Down y poder ver relaciones entre sus dificultades y sus características cognitivas, con el objetivo de poder proponer metodologías adecuadas que les ayuden a progresar en su aprendizaje. Es por ello que en este trabajo nos centramos en el estudio de errores y estrategias en la suma y resta.

Partimos de la idea de que los errores que cometen los alumnos en las operaciones suelen ser sistemáticos y provienen de la aplicación de reglas erróneas

(Brown y Van Lehn, 1982; Ginsburg, 1977). Brown y Burton (1978) desarrollaron un programa de ordenador capaz de diagnosticar los algoritmos empleados en operaciones de resta de tres dígitos donde se cometían errores sistemáticos (*bugs*). Con un éxito moderado, este programa tuvo la ventaja de servir para detectar los errores y además analizar los procesos responsables de dichos errores.

Fiori y Zuccheri (2005) indican que los errores son una etapa natural e inevitable en la construcción del conocimiento y su estudio da información para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los trabajos que analizan los errores con la suma y resta en personas sin discapacidad son numerosos (Baroody, 1988; Dickson, Brown y Gibson, 1991; Fernández, Llopis y Pablo, 1991; Giménez y Gironde, 1993) y se pueden desglosar en las categorías que mostramos en la Tabla 1. No citamos aquí todos los errores, sólo los que usamos en este trabajo.

Tabla 1
Categorización de errores en los algoritmos de suma y resta

Categoría de error	Descripción
Conteo (E1)	Contar objetos o bolas erróneamente
Grafomotriz (E2)	Confundir números
Algoritmo (E3)	Comenzar a operar por la izquierda en operaciones con llevadas
Sistema de numeración decimal (E4)	
E4.1	Incorrecta alineación de números en columnas
E4.2	Cambiar orden de unidades
E4.3	Sumar o restar unidades de diferente orden
Cero (E5)	
E5.1	Cero o uno en vez de sumar o restar
E5.2	Asignar al cero el valor del otro término
Significado de la operación (E6)	
E6.1	Sumar y restar a la vez
E6.2	Sumar en lugar de restar o viceversa
Llevada (E7)	
E7.1	Olvidar la llevada
E7.2	Llevar siempre

Tabla 1

Categorización de errores en los algoritmos de suma y resta

Categoría de error	Descripción
Hechos numéricos (E8)	Inventar hechos numéricos
Otros (E9)	Despistes o invención

En cuanto a las estrategias y los procedimientos empleados en las actividades de suma y resta, utilizamos los trabajos de Carpenter, Fennema, Franke, Levi y Empson (1999) y Carpenter y Moser (1982). Estos autores describen las estrategias que emplean alumnos sin discapacidad al resolver los problemas aditivos de enunciado verbal (ver Tabla 2).

Tabla 2

Estrategias de suma y resta

Estrategia	Descripción
Modelización	
Suma	
Contar todo	Se construyen dos conjuntos de objetos, se juntan y se cuentan todos los objetos.
Resta	
Quitar	Se forma el conjunto mayor de objetos, se separa de ellos un conjunto de objetos igual al sustraendo y se cuenta la cantidad de objetos que queda.
Añadir	Se forma el conjunto de objetos del sustraendo y se añade tantos objetos hasta tener el número del minuendo. El resultado es el número de objetos añadidos.
Correspondencia uno a uno	Se forman los dos conjuntos de objetos y se emparejan. La solución es el número de objetos sin emparejar.
Quitar hasta	Se forma el conjunto de objetos del minuendo y se quitan objetos hasta que quede el número de objetos que indique el sustraendo. El resultado es el número de objetos quitados.
Conteo	
Suma	
Contar a partir del primero	Se empieza a contar hacia delante a partir del primer su- mando dado.

Tabla 2
Estrategias de suma y resta

Estrategia	Descripción
Contar a partir del mayor	Se empieza a contar hacia adelante a partir del sumando mayor.
Resta	
Contar hasta	Se cuenta hacia delante a partir del sustraendo, hasta llegar al minuendo. El resultado es el número de palabras recitadas.
Contar hacia atrás	Se cuenta a partir del minuendo la cantidad que indica el sustraendo. El resultado es el último número recitado.
Contar hacia atrás hasta	Se cuenta a partir del minuendo hacia atrás, hasta llegar al sustraendo. El resultado es el número de palabras recitadas.
Símbolos numéricos	
Suma	
Hecho memorizado	Se utilizan sumas o restas memorizadas de los números de un dígito.
Hecho deducido	A partir de un hecho memorizado, se deduce otro.
Resta	
Hecho memorizado	Se utilizan sumas o restas memorizadas de los números de un dígito.
Hecho deducido	A partir de un hecho memorizado, se deduce otro.

Las estrategias de añadir y contar hasta son semejantes. La primera se realiza con objetos y la segunda sólo con el uso de la secuencia numérica. Lo mismo podemos decir con las estrategias de quitar y contar hacia atrás. Los autores de estos trabajos indican que las estrategias de conteo pueden ir acompañadas de recuento con los dedos, que se usa para llevar la cuenta del número de palabras recitadas en la secuencia numérica, más que para representar los números físicamente.

Las estrategias de conteo son más abstractas que las de modelización con objetos físicos, ya que los niños demuestran que no necesitan construir y contar físicamente los conjuntos. Según Carpenter et al. (1999), al principio los niños utilizan estrategias de modelización, que son sustituidas por estrategias de conteo y, finalmente, acaban utilizando los hechos numéricos. El paso de una estrategia a

otra no se produce de forma instantánea, y durante un tiempo pueden convivir estrategias de modelización y conteo, junto al uso de hechos numéricos recuperados de la memoria.

Verschaffel, Greer y De Corte (2007) indican que los alumnos con dificultades de aprendizaje pasan por los mismos niveles procedimentales cuando realizan sumas y restas que la población sin dificultades de aprendizaje, solo que lo hacen de manera más lenta. Sin embargo, no encontramos en la bibliografía datos que analicen este hecho en personas con síndrome de Down. En este trabajo analizamos las estrategias citadas en la Tabla 2, diferenciando en ellas los procedimientos utilizados por los alumnos. Entendemos por procedimiento el registro que usa el alumno para obtener el resultado, en concreto, bolas, dedos y símbolos numéricos.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Realizamos entrevistas individuales a un grupo de estudiantes con síndrome de Down para indagar sobre su conocimiento de las operaciones de suma y resta. Los objetivos de la investigación eran los siguientes:

- ◆ Analizar cómo resuelven sumas y restas en tres formatos diferentes de actividad: contextualizadas en problemas aditivos simples, con material manipulativo y algoritmos presentados con papel y lápiz.
- ◆ Analizar las estrategias y procedimientos que utilizan en las operaciones.
- ◆ Identificar errores y analizar si sus dificultades tienen relación con alguna de sus características cognitivas.

Para realizar el estudio se entrevistó a 12 alumnos con síndrome de Down (ver Tabla 3), pertenecientes a la Asociación Tinerfeña de Trisómicos 21 (Tenerife, España). Estos estudiantes están integrados en escuelas ordinarias (educación primaria, educación secundaria o formación profesional) o están en centros especiales de inserción laboral y asisten a la asociación para proseguir con su formación académica (los denominados *de alfabetización*). Los alumnos se seleccionaron atendiendo a tres niveles de conocimiento numérico:

Nivel 1. Conocen los números hasta 30 y están en fase de aprendizaje de sumas y restas con números de un dígito.

Nivel 2. Conocen los números de dos dígitos, y están en fase de aprendizaje de sumas y restas con números de dos dígitos, sin llevadas.

Nivel 3. Conocen los números hasta 1000, y están en fase de aprendizaje de sumas y restas con números de dos dígitos, con llevadas.

Tabla 3
Características de los alumnos entrevistados

	Nivel 1				Nivel 2				Nivel 3			
Alumnos	A1	A2	A3	A4	A5	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Edad	20	24	31	14	12	13	17	25	22	21	23	15
Nivel de integración	A	A	A	P	P	P	S	A	FP	S	FP	S
Currículo seguido	I	I	I-P	I	P	P	P	P	P	P	P	P

I: Infantil; P: Primaria; S: Secundaria; FP: Formación Profesional; A: Alfabetización

Se entrevistó a cada alumno en una sesión grabada en video que duró entre 30 y 45 minutos. Las entrevistas fueron semiestructuradas, se plantearon unas cuestiones comunes a todos los estudiantes y se ampliaron dependiendo de las respuestas dadas por ellos. La estructura de la entrevista fue la siguiente, adaptada al nivel de cada estudiante:

Cuestión 1. Resolver dos problemas de enunciado verbal simple (suma y resta), con estructura de cambio, expresados de manera oral.

Cuestión 2. Resolver una suma y una resta de forma manipulativa (usando fichas).

Cuestión 3. Efectuar cuatro sumas y cuatro restas presentadas en papel, escritas en vertical.

Cuestión 4. Escribir y efectuar una suma y una resta, dictadas por el profesor.

Cuestión 5. Efectuar una suma y una resta presentadas por escrito y en horizontal; copiarlas y resolverlas.

Cuestión 6. Responder verbalmente a sumas y restas de números de un dígito.

Planteamos cuestiones conceptuales que pretendían poner de manifiesto si los alumnos identifican los significados de las operaciones (cuestiones 1 y 2), y otras procedimentales, en las que analizamos estrategias, procedimientos y errores de los algoritmos (cuestiones 3, 4, 5 y 6).

RESULTADOS

Estructuramos la discusión de los resultados de esta investigación distinguiendo tres elementos: (a) el significado de las operaciones de suma y resta, (b) las estrategias y procedimientos, y (c) el análisis de errores.

Significado de las Operaciones de Suma y Resta

Uno de los objetivos de esta investigación es analizar el concepto de la suma y la resta que tienen los estudiantes en situaciones no algorítmicas. Este objetivo se abordó con las cuestiones 1 (problemas de enunciado verbal) y 2 (suma y resta de forma manipulativa) de la entrevista. En la Tabla 4 destacamos los éxitos (E) y los fracasos (F) de los 12 alumnos en estas cuestiones conceptuales.

Como se señala en la introducción, las personas con síndrome de Down presentan un déficit en la memoria a corto plazo y en la memoria secuencial, principalmente cuando reciben información por el canal auditivo-verbal. Por ello, en los problemas de enunciado verbal (cuestión 1), cuando los alumnos manifestaron dificultades de comprensión, se les repitió el enunciado, con ayudas visuales que representaban la situación descrita (columna *Dibujo* de la Tabla 4).

Tabla 4
Resultados de los 12 alumnos en las cuestiones 1 y 2

Alumnos	Suma			Resta		
	Cuestión 1		Cuestión 2	Cuestión 1		Cuestión 2
	Oral	Dibujo		Oral	Dibujo	
Nivel 1						
A1	F	E	E	F	F	F
A2	E	-	F	F	E	F
A3	F	E	E	F	E	E
A4	F	F	F	F	F	F
Nivel 2						
A5	E	-	E	F	E	E
A6	E	-	E	F	E	E
A7	E	-	E	F	E	E
A8	F	E	E	F	E	E
Nivel 3						
A9	F	E	E	E	-	E
A10	E	-	E	E	-	E
A11	E	-	E	E	-	E
A12	E	-	E	E	-	E

E: Éxito; F: Fracaso

Se puede observar en la Tabla 4 que el éxito en la comprensión del problema aumenta según el nivel de conocimiento numérico de los estudiantes. Los alumnos de nivel 1 son los que obtuvieron menos éxito, especialmente en el problema de resta, mientras que los alumnos de nivel 3 respondieron con éxito sin necesidad de mostrarles el dibujo. Esto muestra un mayor grado de comprensión del significado de las operaciones.

La respuesta errónea más usual de los alumnos de nivel 1 y nivel 2 fue repetir el último número o la última frase del enunciado que oían, de manera impulsiva. Recuérdese también que es habitual en las personas con síndrome de Down el dar respuestas sin reflexionar previamente. Fue necesario en esos casos volver a plantearles la tarea con ayudas visuales y secuenciadas, observando una mejor comprensión del problema planteado y una resolución satisfactoria.

Por otro lado, cuando se les pidió resolver operaciones con material manipulativo (cuestión 2), observamos mejores resultados en la comprensión de las operaciones. De hecho, todos los alumnos de nivel 2 y nivel 3 respondieron con éxito a estas cuestiones. Manifestaron que sumar es añadir o juntar fichas y restar es quitar o separar fichas, lo que revela una comprensión conceptual de ambas operaciones. Sin embargo, los de nivel 1 (excepto A5) no dieron significado a las operaciones. Estos alumnos estaban en una fase inicial del aprendizaje de las operaciones que se limita a conocer el procedimiento de la suma y a identificar el signo de la resta, por lo que ante una tarea de resta recurrían a lo que conocían y a lo que les producía seguridad, que es el procedimiento de la suma.

Por todo ello nos planteamos si el fracaso en la resolución de problemas se debe a la falta de comprensión del enunciado, al no emplear metodologías adecuadas a sus características, más que a la ausencia del concepto de suma y resta. Los resultados muestran la necesidad de investigar más profundamente la resolución de problemas por parte de estos alumnos.

Estrategias y Procedimientos

El análisis de los resultados de las cuestiones 3, 4 y 5 muestra una clara evolución de la estrategia en función del nivel de los alumnos (ver Tabla 5). Estos estudiantes evolucionan en la suma desde la estrategia contar todo (nivel 1) hasta la de contar a partir del mayor (nivel 2 y nivel 3). En la resta hay predominancias en cada nivel: la estrategia contar todo en el nivel 1 (suman en lugar de restar), la de quitar en el nivel 2 y la de contar hasta en el nivel 3.

Con respecto a los procedimientos, hay una diferencia entre los alumnos de nivel 1 que recurren a la representación de bolas en el papel, frente a los de nivel 2 y nivel 3 que utilizan los dedos. Observamos que, en general, no emplean símbolos numéricos, salvo en operaciones en las que uno de los números es un 0.

Tabla 5
Estrategias y procedimientos utilizados en los algoritmos

Estrategias	Nivel 1				Nivel 2				Nivel 3			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Suma												
Contar todo	×	×		×	×							
Contar a partir del primero			×						×			
Contar a partir del mayor						×	×	×		×	×	×
Resta												
Contar todo	×	×		×								
Quitar			×		×	×	×	×				×
Contar hasta							×		×	×	×	
Hecho memorizado											×	
Suma y resta												
Bolas	×	×	×	×								
Dedos					×	×	×	×	×	×	×	×
Símbolos numéricos											×	

Preguntamos a todos los alumnos que respondieran de manera verbal a sumas y restas de números de un dígito (cuestión 6), con el objeto de observar si conocían los hechos memorizados. Encontramos que A5, A7, A8, A10 y A11 respondieron con éxito a algunos de los hechos numéricos, en especial los de la suma y, sin embargo, en ningún caso aplicaron hechos numéricos en las operaciones escritas, salvo A11. El resto de los alumnos no tenían memorizados los hechos numéricos y recurrían con frecuencia a responder con números al azar, demostrando su tendencia a responder de manera impulsiva.

Análisis de Errores

En la Tabla 6 se muestran los diferentes errores cometidos por los alumnos. A7 y A11 no cometieron ningún error en las operaciones; el resto de los alumnos cometieron diferentes errores, algunos de los cuales se produjeron con más fre-

cuencia en determinados niveles. Por ejemplo, el error en el conteo E1 y el error E6.2 lo cometieron principalmente los alumnos de nivel 1, mientras que el error E7 correspondió evidentemente a los alumnos de nivel 3.

Tabla 6
Errores en suma y resta observados en los 12 estudiantes

Errores	Nivel 1				Nivel 2				Nivel 3			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
E1	×		×	×								
E2			×									
E3								×				×
E5												
E5.1	×	×						×				×
E5.2	×									×		
E6												
E6.2	×	×		×		×						
E7												
E7.1									×			×
E9			×	×	×	×						

A1, A2, A4 y A6 incurrieron en un error de significado de la operación; en concreto, hacían una suma cuando tenían que realizar una resta (E6.2). Para determinar si el error era consecuencia de un despiste o de su impulsividad, se les preguntó: “Fíjate bien. ¿Qué estás realizando, una suma o una resta?” Encontramos dos situaciones diferentes. Por ejemplo, A6 manifestó que fue un despiste y modificó su actuación: miró el signo y dijo “es una resta, me equivoqué”, borró y lo corrigió. Sin embargo, A1, A2 y A4, tras formularles la misma pregunta, miraron el signo y dijeron “una resta”. Al pedirles que la realizaran de nuevo, no corrigieron el procedimiento sino que realizaron de nuevo una suma. Ante esta situación se les preguntó: “¿Haces igual las sumas y las restas?” y respondieron afirmativamente. Lo que indica que sólo identificaban el signo de la resta, pero no poseían un conocimiento del significado de la operación.

Todos los alumnos de nivel 3 siguieron el procedimiento de restar por compensación. A9 y A12 cometieron el error de olvidar la llevada (E7.1). Por ejemplo, A9 en la primera operación de la Figura 1 realizó correctamente el algoritmo, mientras que en la segunda operación cometió el citado error. Ante la pregunta: “¿Ahora no colocas el uno?”, la alumna comenta: “No, ahora no hace

falta porque ya está puesto”. Lo que muestra que no es un olvido, sino una falta de comprensión del proceso realizado.

$$\begin{array}{r} 34 - 7 \\ \cancel{3}4 \\ - 17 \\ \hline 27 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 43 - 16 \\ \cancel{4}3 \\ - 16 \\ \hline 37 \end{array}$$

Figura 1. Respuesta de A9

En las operaciones en las que uno de los dígitos es cero, algunos alumnos presentaron dificultades. A1 y A2 cometieron el error E.1 (poner en el resultado uno o cero) o bien, contaron el cero con una bola más (ver Figura 2).

$$\begin{array}{r} 5 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 30000 \\ + 0 \\ \hline 3 \end{array}$$

Tocan el cero y dicen “uno”

Dibuja tres bolas, señala al cero y coloca una bola más, pero a continuación escribe 3 como resultado

Figura 2. Respuesta de A1 y A2

A8 también presentó problemas con el cero, que reflejan una ausencia de significado y un procedimiento mal aprendido. Dudó en las sumas o restas en las que hubo un cero, empezó a operar por la izquierda como una forma de esquivar la dificultad que le producía y terminó poniendo cero en vez de sumar o restar (E5.1) (ver Figura 3).

$$\begin{array}{r} 54 \\ - 30 \\ \hline 2 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 54 \\ - 30 \\ \hline 20 \end{array}$$

Empieza por la izquierda con la estrategia *quitar*, y a continuación, dice “a cuatro le quito cero, son cero”

Figura 3. Respuesta de A8

A10 tuvo problemas con el cero en las restas con llevadas y puso el valor del sustraendo (E5.2). En cambio, A12 cometió el error E5.1 poniendo cero en lugar de restar (ver Figura 4).

$\begin{array}{r} 50 \\ - 34 \\ \hline 24 \end{array}$	$\begin{array}{r} 50 \\ - 34 \\ \hline 20 \end{array}$
<p><i>“A cero le quito cuatro me quedan cuatro, porque el cero no vale nada”.</i></p>	<p><i>“A cero le quito cuatro me da nada”. “Si le quito cuatro a cero no me queda nada”</i></p>

Figura 4. Respuesta de A10 y A12

Con las cuestiones 4 y 5, relativas a la escritura de operaciones, A2, A3, A5 y A6, al ver escritas las operaciones en horizontal, las copiaron también en horizontal e intentaron resolverlas en ese formato. En concreto, A5 y A6 utilizaron el mismo procedimiento erróneo, que fue sumar todos los dígitos. Al pedirles que las hicieran en vertical, cambiaron el procedimiento (ver Figura 5).

<p>Realiza $26 + 3$</p> $26 + 3 = 11$	$\begin{array}{r} 26 \\ + 3 \\ \hline 29 \end{array}$	<p>Realiza $37 - 4$</p> $37 - 4 = 14$	$\begin{array}{r} 37 \\ - 4 \\ \hline 32 \end{array}$
--	---	--	---

Figura 5. Respuesta de A5

Al pedirles que explicaran lo que habían hecho, se limitaron a describir el procedimiento empleado sin manifestar sorpresa porque una misma operación les diese resultados diferentes. Es más, se mostraron seguros del procedimiento seguido en las operaciones escritas horizontalmente. Ante la pregunta: “¿Por qué te dan resultados diferentes?”, volvieron a explicar el procedimiento que habían inventado. Se observa un arraigo a sus procedimientos y una dificultad para reconocer los errores cometidos.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado estrategias, procedimientos y errores de un grupo de alumnos con síndrome de Down al realizar actividades de suma y resta. Las investigaciones realizadas con niños sin discapacidad en este tópico nos han permitido tener un marco en el que analizar los resultados. Hemos indagado si ciertas estrategias y errores prevalecen y si existe alguna relación entre las dificultades que presentan y sus características cognitivas.

En la población analizada en este trabajo hemos encontrado que la resta es más difícil que la suma, como ocurre en la población sin discapacidad. Esto lo hemos observado no sólo porque el número de respuestas correctas en la resta es

más bajo, sino porque en esta última operación los procedimientos y las estrategias han sido más básicos.

Los resultados de este trabajo coinciden con los indicados en Verschaffel et al. (2007), al indicar que los alumnos con dificultades de aprendizaje pasan por los mismos niveles procedimentales que la población sin dificultades de aprendizaje (ver Tabla 2). Estos autores indican que las investigaciones no son concluyentes sobre por qué muchos alumnos con dificultades no logran recordar hechos numéricos. En los estudiantes con síndrome de Down participantes en nuestro estudio, también observamos que los alumnos no dominaban los hechos numéricos básicos. Incluso aquellos que mostraron conocer algunos hechos numéricos, no los utilizaron al efectuar algoritmos, sino que emplearon procedimientos menos abstractos (dedos o fichas). Puede deberse a sus dificultades con la memoria o a un proceso de aprendizaje de los algoritmos que les ha fomentado el seguir un proceso (bolas o dedos) que les produce seguridad.

Encontramos dificultades importantes en la comprensión de los enunciados de los problemas, en especial en el problema de resta. Los problemas aditivos son complejos para muchos alumnos, tengan o no discapacidad, como ha quedado reflejado en múltiples investigaciones (Fuson, 1992). En nuestro caso, el hecho de que los alumnos tendieran a dar como resultado el último dígito o frase que oían, nos lleva a relacionar las dificultades de comprensión con su déficit en la memoria a corto plazo y secuencial. Los resultados muestran la necesidad de realizar estudios más profundos sobre la resolución de problemas aditivos en la población con síndrome de Down.

Las dificultades con los problemas aditivos no significan una ausencia de conocimiento conceptual de las operaciones, ya que asociaron el significado de la suma con la acción de unir fichas y la resta con la acción de quitar fichas.

Las investigaciones muestran que la población con síndrome de Down presenta un alto grado de variabilidad en el progreso del aprendizaje numérico (Abdelhameed y Porter, 2006; Buckley, 2007). Los conocimientos mostrados por los estudiantes de nuestro estudio también presentan variaciones de unos a otros, tanto en la comprensión conceptual como en la procedimental, ya que los estudiantes con nivel superior usaron estrategias diferentes a la modelización, aunque no llegaron a la abstracción, y se inclinaron por los procedimientos visuales.

Hemos encontrado una tendencia de los alumnos a dar respuestas de manera impulsiva y una escasa capacidad para corregir errores. Esto puede ser un hándicap para la enseñanza y es necesario tenerlo en cuenta por parte de los profesores. Esto puede solventarse con una enseñanza que centre su atención en la tarea y fomente la comprensión conceptual, y para ello es fundamental el uso de materiales concretos y ayudas visuales.

Agradecimientos

Parte de esta investigación ha sido realizada en el marco del proyecto de Investigación SEJ2006-10290 (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, programa del Plan Nacional de I+D+i).

REFERENCIAS

- Abdelhameed, H. y Porter, J. (2006). Counting in egyptian children with Down syndrome. *International Journal of Special Education*, 21(3), 176-187.
- Arranz, P. (2002). *Niños y jóvenes con síndrome de Down*. Zaragoza, España: Editorial Egido.
- Baroody, A. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid, España: Visor.
- Bower, A. y Hayes, A. (1994). Short-term memory deficits and Down syndrome: A comparative study. *Down Syndrome Research and Practice*, 2(2), 47-50.
- Brown, J. S. y Burton, R. R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive Science*, 2(2), 155-191.
- Brown, J. S. y Van Lehn, K. (1982). Towards a generative theory of “bugs”. En T. Carpenter, J. Moser y T. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 117-135). New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Buckley, S. (1985). Attaining basic educational skills: Reading writing and number. En D. Lane y B. Stratford (Eds.), *Current approaches to Down syndrome* (pp. 315-343). London: Holt Rinehart y Winston.
- Buckley, S. (2007). Teaching numeracy. *Down Syndrome Research and Practice*, 12(1), 11-14.
- Carpenter, T. y Moser, J. (1982). The development of addition and subtraction problem-solving skills. En T. Carpenter, J., Moser y T. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 9-24). New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carpenter, T., Fennema, E., Franke, M. L., Levi, L. y Empson, S. B. (1999). *Children's mathematics. Cognitively guided instruction*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Caycho, L., Gunn, P. y Siegal, M. (1991). Counting in children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 95(5), 575-583.
- Chapman, R. S. y Hesketh, L. J. (2000). Fenotipo conductual de las personas con síndrome de Down. *Revista Syndrome Down*, 17(3), 66-79.
- Dickson, L., Brown, M. y Gibson, O. (1991). *El aprendizaje de las matemáticas*. Madrid, España: MEC y Labor.
- Fernández, F., Llopis A. y Pablo, C. (1991). *Matemáticas básicas: dificultades de aprendizaje y recuperación*. Madrid, España: Santillana.

- Fiori, C. y Zuccheri, L. (2005). An experimental research on error patterns in written subtraction. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 323-331.
- Flórez, J. y Troncoso, M. V. (1991). *Síndrome de Down y educación*. Barcelona, España: Masson SA y Fundación Síndrome de Down de Cantabria.
- Fuson, K. (1992). Research on whole number addition and subtraction. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 243-275). New York: MacMillan Publishing Company.
- Giménez, J. y Gironde, L. (1993). *Cálculo en la escuela*. Barcelona, España: Graó.
- Ginsburg, H. (1977). Learning to count. Computing with written numbers. Mistakes. En H. Ginsburg (Ed.), *Children's arithmetic: How they learn it and how you teach it* (pp. 1-129). Austin, TX: Pro-Ed.
- Marcell, M. M. y Weeks, S. L. (1988). Short-term memory difficulties and Down syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*, 32(2), 153-162.
- Molina, S. (2002). *Psicopedagogía del niño con síndrome de Down*. Granada, España: Arial.
- Nye, J., Fluck, M. y Buckley, S. (2001). Counting and cardinal understanding in children with Down syndrome and typically developing children. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(2), 68-78.
- Pueschel, S. M. (2002). *Síndrome de Down: Hacia un futuro mejor. Guía para padres* (2ª ed.). Barcelona, España: Masson SA y Fundación Síndrome de Down de Cantabria.
- Snart, F., O'Grady, M. y Das, J. P. (1982). Cognitive processing by subgroups of moderately retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 82(5), 645-472.
- Troncoso, M. V., Del Cerro, M. y Ruiz, E. (1999). El desarrollo de las personas con síndrome de Down: una visión longitudinal. *Siglo Cero*, 30(4), 7-26.
- Verschaffel, L., Greer, B. y De Corte, E. (2007). Whole number concepts and operations. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 557-627). Greenwich, CT: NCTM e Information Age Publishing.

Este documento se publicó originalmente como Noda, A. y Bruno, A. (2009). Conceptos, estrategias y errores en las operaciones de suma y resta en alumnos con síndrome de Down. En M. J. González, M. T. González y J. Murillo (Eds.), *Actas del XIII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)* (pp. 333-344). Santander, España: SEIEM.

Aurelia Noda
Universidad de La Laguna
mnoda@ull.es

Alicia Bruno
Universidad de La Laguna
abruno@ull.es