

Un estudio sobre habilidades de conteo en alumnado con síndrome de Down

María Aurelia Noda, Alicia Bruno, Rosa Aguilar, Lorenzo Moreno, Vanesa Muñoz y Carina González

Resumen: En este trabajo abordamos la adquisición de algunos conceptos numéricos en alumnado con síndrome de Down. Se analizan actividades de *reconocimiento del número, establecimiento del cardinal de colecciones de objetos, ordenación de números y colecciones de objetos, y resolución de problemas aditivos*. Se describe el dominio de los principios del conteo de tres grupos de alumnos con síndrome de Down, al resolver actividades numéricas planteadas a través del ordenador. Los resultados indican cómo influye el tipo de actividad planteada en las respuestas de los alumnos.

Palabras clave: tutorial inteligente, síndrome de Down, conceptos numéricos, principios de conteo.

Abstract: In this work, we analyze the knowledge acquisition of numerical concepts by students with Down's syndrome. We broach the numerical features of: *number recognition, cardinality, ordering and additive problem solving*. We describe the expertise of the counting principles in three groups of students with Down's syndrome when solving numerical problems supplied through the computer. The mistakes are related with the *counting principles*. The results obtained show the significance of the activity statement in the answers.

Keywords: tutorial intelligent system, Down's syndrome, number concepts, counting principles.

INTRODUCCIÓN

El trabajo que presentamos forma parte de un proyecto sobre el aprendizaje matemático de personas con síndrome de Down. En concreto, detallamos una

Fecha de recepción: 6 de junio de 2007.

investigación realizada sobre las dificultades de estas personas en la adquisición del concepto de número.

En los últimos años se ha conseguido una mayor integración de las personas con síndrome de Down en las escuelas y en la sociedad en general, lo que hace necesario profundizar en los procesos de aprendizaje que siguen, con el propósito de adaptar las metodologías de enseñanza a sus características. Las investigaciones sobre el aprendizaje de estas personas en áreas educativas se han centrado, sobre todo, en el lenguaje (Germain, 2002) y, en menor medida, en conceptos matemáticos. De estas últimas, la mayoría han sido sobre conceptos numéricos, los cuales son imprescindibles para el desarrollo social de todas las personas, están en la base del conocimiento matemático y son necesarios para otras ramas de las matemáticas, como la medida o la geometría.

Los trabajos realizados sobre la adquisición de conceptos numéricos en personas con síndrome de Down analizan, en su mayoría, su habilidad para recitar la serie numérica, contar y dar el cardinal de una colección de objetos. Estos trabajos, que comenzaron a realizarse en la década de 1970, responden a estudios cuantitativos de carácter estadístico en los que se comparan poblaciones de diferentes características. Así, por ejemplo, hay estudios que comparan las habilidades de personas con síndrome de Down frente a las de personas de desarrollo típico o frente a personas con otras deficiencias (Carr, 1988; Gelman y Cohen, 1988; Caycho, Gunn y Siegal, 1991). También existen trabajos que estudian a personas con síndrome de Down con características concretas, como por ejemplo, de diferentes generaciones (Shepperdson, 1994) o niños integrados en escuelas especiales (Sloper, Cunningham, Turner y Knussen, 1990; Porter, 1999). La mayoría de las investigaciones son estudios clínicos, poco contextualizados en un entorno escolar real.

La manera en la que los niños adquieren el concepto de número ha recibido diferentes explicaciones por parte de los investigadores. En las últimas décadas ha habido una tendencia generalizada a entender que el proceso de conteo es una actividad fundamental en los primeros pasos numéricos, ya que dicho proceso prepara y facilita la adquisición de habilidades numéricas más complejas. Dentro de esta línea, Gelman y Cohen (1978) presentaron los *principios de aprendizaje del conteo* que posteriormente fueron la base de numerosas investigaciones sobre este proceso. Los principios del conteo se resumen en los siguientes:

- *principio de abstracción* (cualquier colección de objetos es un conjunto contable);

- *principio del orden estable* (las palabras utilizadas al contar deben producirse con un orden establecido entre término y término);
- *principio de la irrelevancia en el orden* (el orden en el que se cuentan los objetos es irrelevante);
- *principio de la correspondencia uno a uno* (cada objeto debe recibir uno y sólo un término de la secuencia numérica);
- *principio de cardinalidad* (el último término obtenido al contar todos los objetos indica el cardinal de la colección).

Es importante resaltar la relación entre los principios cuando se realizan tareas de conteo, ya que no dominar uno de ellos implica un fracaso en la actividad. Por ejemplo, si un alumno muestra eficacia en todos los principios salvo en el de *correspondencia uno a uno* (porque asigna dos términos a un mismo objeto o se salta un objeto al contar...), esto propiciará que fracase en la resolución de la tarea de conteo que está realizando.

Las principales investigaciones numéricas de personas con síndrome de Down han analizado su habilidad para utilizar algunos de los *principios de aprendizaje del conteo* de Gelman y Gallistel (1978).

Gelman y Cohen (1988), en un estudio comparativo, concluyeron que los niños sin discapacidad hacen un uso innato de los principios de conteo, mientras que los niños con síndrome de Down no son capaces de resolver tareas de contar o de cardinalidad y aplican procedimientos aprendidos de memoria. Sin embargo, en dicho estudio se encontraron dos niños con síndrome de Down que eran “excelentes contadores” y que usaron los principios de conteo. A este respecto, diferentes investigadores, como Nye, Clibbens y Bird (1995), se plantearon *por qué se ignoraron estos niños en las conclusiones del estudio*, ya que son ejemplos de individuos con síndrome de Down con buenas habilidades numéricas y que aplicaron con éxito los principios de conteo.

Caycho, Gun y Siegal (1991) replicaron el estudio de Gelman y Cohen con una muestra diferente y concluyeron que la habilidad para usar los principios de conteo estaba relacionada con la capacidad en el lenguaje de los niños y con el programa educativo que habían seguido. Afirmación que constata la importancia de la integración de los niños con síndrome de Down para la mejora de sus habilidades sociales y sus conocimientos académicos. Con respecto a las matemáticas, Sloper, Cunningham, Turner y Knussen (1990) encontraron que niños con síndrome de Down integrados en escuelas ordinarias mejoraron en sus habilidades numéricas frente a otros no integrados.

Porter (1999) analizó *los principios del orden estable, la correspondencia uno a uno y la cardinalidad*. En primer lugar, encontró una gran variabilidad en las habilidades numéricas de los niños. Entre los principios, encontró que tenían mejores resultados al aplicar el *principio de correspondencia uno a uno* que el *de orden estable*, cuando recitaban la serie numérica. Esto parece lo contrario de lo que ocurre con los niños de desarrollo típico. La explicación que se da en este trabajo es que los niños con síndrome de Down tienen dificultades para aprender las palabras de los números, debido a sus problemas generales con el lenguaje, lo que les hace errar en el recitado de la serie numérica.

En un estudio reciente, Abdelhameed y Porter (2006) analizaron las dificultades para recitar la serie numérica (*principio del orden estable*) y para contar objetos (*principio de correspondencia uno a uno*) de niños con síndrome de Down que asistían a escuelas especiales. Aunque los resultados fueron muy variables, revelaron que, en general, los niños tienen dificultades importantes en las tareas de conteo. Cometieron numerosos errores en el proceso de contar, pero el más frecuente fue asignar distintas palabras a un objeto. La causa que se da a estos bajos resultados es, de nuevo, la idea de que los niños con síndrome de Down aprenden procesos rutinarios, sin comprensión conceptual, aunque también la relacionan con las experiencias de aprendizaje de los niños.

Nye, Fluck, y Buckley (2001) dan una imagen muy diferente a la tradicional sobre el aprendizaje numérico de los niños con síndrome de Down. En este caso, compararon la habilidad procedimental para contar y la comprensión conceptual de la cardinalidad de un grupo de niños con síndrome de Down frente a un grupo de niños de desarrollo típico. Observaron que los niños sin discapacidad podían recitar una secuencia de números más larga y contar conjuntos de mayor cantidad de objetos que los niños con síndrome de Down. Pero lo más destacable es que no encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de niños en la capacidad de usar los principios de conteo para resolver tareas de cardinalidad. Esto da una imagen alentadora sobre la capacidad de los niños con síndrome de Down para aprender conceptos y no sólo imitar procedimientos.

En resumen, las investigaciones comparan algunos de los principios de conteo e intentan establecer cuáles de ellos son utilizados con éxito por parte de este alumnado, sin llegar a conclusiones definitivas. La revisión de la literatura pone de manifiesto las dificultades de estas personas en el aprendizaje numérico, al mismo tiempo que se muestra alentadora en que una integración y un aprendizaje precoz y continuo a lo largo de su vida propicia que las personas con síndrome de Down aprendan conceptos matemáticos.

El trabajo que presentamos analiza el conocimiento numérico de personas con síndrome de Down en un amplio espectro de actividades no analizadas en investigaciones previas. Se analizan las dificultades de estos alumnos al realizar actividades numéricas de *reconocimiento del número, establecimiento del cardinal de colecciones de objetos, ordenación de números y colecciones de objetos, y resolución de problemas aditivos*. En todas las actividades que se presentan a los alumnos (salvo en las de *reconocimiento del número* y las de *ordenación de números*), aparecen colecciones de objetos para que sean resueltas por un proceso de conteo. Por ello, para su análisis, tenemos en cuenta cómo hacen uso los alumnos de los principios de conteo, pues entendemos que contar correctamente es esencial en el desarrollo de la comprensión del número.

El proceso de conteo aparece explícitamente en el currículo español, al igual que ocurre en otros países (NCTM, 2000; SEP, 2004, pp. 71-77), en los que se indica que los alumnos en la etapa preescolar deben desarrollar la capacidad de “contar con comprensión”, ya que esta capacidad es una herramienta básica del pensamiento numérico.

El conocimiento numérico sobre el que se indaga está relacionado con el Currículo Español de Educación Infantil (3-6 años), que indica que es necesario tratar los siguientes contenidos numéricos: *uso contextualizado de los primeros números ordinales; aproximación a la cuantificación de colecciones; utilización del conteo como estrategia de estimación y uso de los números cardinales referidos a cantidades manejables; aproximación a la serie numérica y su utilización oral para contar; observación, y toma de conciencia de la funcionalidad de los números en la vida cotidiana* (BOE, núm. 4, 2007).

Las actividades pertenecen a un software multimedia (tutorial inteligente), diseñado por nuestro equipo de investigación (Aguilar, Bruno, González, Muñoz y Noda, 2003, 2006). La influencia de herramientas informáticas en el aprendizaje y dominio de los principios de conteo en personas con síndrome de Down ha sido objeto de otras investigaciones. Ortega (2004) muestra que, en el proceso de enseñanza aprendizaje de personas con síndrome de Down, la utilización de materiales multimedia optimiza la adquisición de conceptos y habilidades relacionadas con el conteo.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es analizar el conocimiento numérico en alumnos con síndrome de Down, distinguiendo su capacidad para: reconocer los números, establecer el cardinal de una colección, ordenar números y colecciones de objetos, y resolver problemas aditivos.

Analizamos los conceptos numéricos en una población con características diferentes: alumnos que siguen el currículo de Infantil, alumnos que siguen el currículo de primaria, pero que no han logrado afianzar todos los aspectos matemáticos del currículo de Infantil, y alumnos que ya no están escolarizados por su edad y que han recibido una formación académica limitada o desigual.

Planteamos los siguientes objetivos de investigación:

1. Analizar el conocimiento numérico que manifiestan los alumnos con síndrome de Down en relación con la edad y el currículo que siguen.
2. Analizar las dificultades en actividades numéricas de los alumnos con síndrome de Down en función de los tipos de actividades y enunciados.

METODOLOGÍA

Los alumnos participantes en esta experiencia pertenecen a la Asociación Tinerfeña de Trisómicos 21 (ATT21, Tenerife, España), con la que estamos desarrollando un trabajo sistemático sobre la enseñanza de las matemáticas (Acosta, Bruno, Hernández, Martín, Noda y Padilla, 2005; Bruno, Noda, Aguilar, González, Muñoz y Moreno, 2006). En esta Asociación, entre otras actividades, los alumnos reciben clases de apoyo escolar de las diferentes disciplinas, donde refuerzan los contenidos básicos del currículo. En concreto, los contenidos de matemáticas que se trabajan son los siguientes:

Infantil: números del 1 al 9; sumas y restas de manera manipulativa; resolución de problemas; conceptos básicos de medida: grande-pequeño, alto-bajo, lleno-vacío; formas geométricas básicas: cuadrado, triángulo, círculo y rectángulo.

Primaria: sistema de numeración decimal; operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división; resolución de problemas; concepto de fracción; medidas de longitud: medidas naturales, introducción al sistema métrico decimal; formas geométricas básicas y otras figuras planas; iniciación a la estadística.

Alfabetización: los conceptos que se trabajan con alumnos de alfabetización se adaptan al nivel de cada alumno y se ponen en correspondencia con los contenidos descritos para infantil y primaria.

Analizamos a 10 alumnos con síndrome de Down de diferentes edades comprendidas entre los 5 y 25 años (1 mujer y 9 varones). De los 10 alumnos, 7 de ellos (A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7) estaban integrados en aulas ordinarias de infantil, primaria y secundaria, según su edad. Los otros 3 alumnos (A8, A9 y A10) no están escolarizados (habían superado la edad en la que pueden estar integrados en las escuelas), realizan actividades laborales en centros especiales y acuden a la ATT21 a realizar actividades de apoyo escolar en diferentes disciplinas. Las actividades laborales de los alumnos de alfabetización cambian de uno a otro, pero en general consisten en trabajos de tipo manual en pequeños centros que tienen por objetivo ser un puente para la inserción laboral hacia centros no especiales. En la realización de estas actividades manuales, se enfrentan a situaciones que *a priori* pueden poner en juego procesos matemáticos (de tipo lógico, numérico, geométrico o de medida).

El conocimiento matemático de los 10 alumnos, la edad y el nivel en el que están integrados se resume en el cuadro 1. Como los resultados de la experiencia se analizarán en función de las diferencias entre los alumnos, hemos optado por agruparlos de la siguiente manera:

- Alumnos de *infantil*: A1, A2, A3 y A4. Siguen el currículo de infantil y están escolarizados.
- Alumnos de *primaria*: A5, A6 y A7. Siguen el currículo de infantil y de primaria y están escolarizados.
- Alumnos de *alfabetización*: A8, A9 y A10. Jóvenes no escolarizados, cuya trayectoria educativa ha sido irregular, ya que no han estado escolarizados todos los años de su infancia. Los alumnos A8 y A10 siguen el currículo de infantil y el A9 el de infantil con aspectos de primaria.

Las actividades numéricas que realizaron los alumnos forman parte de un tutorial inteligente diseñado para el refuerzo de conceptos numéricos en Educación Infantil.

El tutorial utiliza tecnología *web*. Cada una de las actividades se muestra en una página web que se puede visualizar en cualquier navegador, en la cual se integran textos, ilustraciones, figuras, gráficas, preguntas, audios y animaciones. Además, tiene en cuenta aspectos motivacionales, como la presencia de anima-

Cuadro 1 Alumnos: edad, nivel de integración, currículo seguido en matemáticas

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Edad	5	5	8	8	9	10	19	20	25	23
Integración*	I	I	P	P	P	P	S	A	A	A
Currículo**	I	I	I	I	I-P	I-P	I-P	I	I-P	I

* Infantil (I); Primaria (P); Secundaria (S); Alfabetización (A).

** Infantil (I); Infantil –Primaria (I-P).

ciones que hacen las veces de agentes pedagógicos que explican la actividad por realizar, y los enunciados de las actividades están contextualizados a las situaciones presentadas. Las explicaciones se pueden repetir cuantas veces se quiera o necesite, pinchando en el botón de *actualización* del navegador.

El tutorial, además de tener en cuenta las características específicas de las personas con síndrome de Down (enunciados cortos, palabras cercanas, contextos familiares, mensajes de forma oral y escrita...), tiene una amplia variedad de actividades numéricas que permiten trabajar los diferentes aspectos implicados en el concepto de número, de las cuales, la mayoría puede resolverse mediante procesos de conteo. Estas actividades consisten en reconocer el número, contar colecciones de objetos, ordenar números y colecciones de objetos, dar el cardinal de una colección, construir o completar una colección de objetos de un cardinal dado y resolver problemas aditivos.

En este tutorial las actividades están diseñadas en tres niveles de dificultad según los números implicados: poco (números hasta el 3), medio (números hasta el 6) y alto (números hasta el 9). En esta investigación se seleccionaron 37 actividades del tutorial (cuadro 2), que fueron resueltas por los alumnos de manera individual y en presencia de su tutor.

Las actividades se realizaron durante las clases de apoyo que reciben los alumnos en la ATT21, en sesiones de 20 minutos, cuyo número varió entre 1 y 3 dependiendo del ritmo de trabajo de cada alumno. Las sesiones se videograbaron.

A continuación se describen los objetivos de las 37 actividades de *reconocimiento del número, establecimiento del cardinal, ordenación de números y colecciones, y resolución de problemas aditivos* (cuadro 2). En el anexo se presenta una explicación más detallada de los tipos de actividades a través de ejemplos.

Cuadro 2 Tipos de enunciados de las actividades

Reconocimiento del número	
<i>Tipo 1.</i> Al oír el número, saber identificarlo con el símbolo correspondiente.	
<i>Tipo 2.</i> Al ver el número escrito, saber relacionarlo con el símbolo correspondiente.	
Establecer el cardinal de colecciones de objetos	
<i>Tipo 1.</i> Unir las colecciones que tengan igual número de objetos.	
<i>Tipo 2.</i> Al oír el cardinal de una determinada colección de objetos, construir dicha colección.	
<i>Tipo 3.</i> Mostrar una colección de objetos y seleccionar el símbolo correspondiente a su cardinal.	
<i>Tipo 4.</i> Dado un número escrito, seleccionar de entre diferentes colecciones las que tengan dicho cardinal.	
<i>Tipo 5.</i> Relacionar colecciones con los números que indican su cardinal (menor número de dígitos que de colecciones).	
<i>Tipo 6.</i> Señalar colecciones de objetos cuyo cardinal no sea el número dado.	
Ordenar números y colecciones de objetos	
<i>Tipo 1.</i> Ordenar de mayor a menor (o de menor a mayor) diferentes colecciones de objetos.	
<i>Tipo 2.</i> Ordenar de mayor a menor (o de menor a mayor) series de números.	
<i>Tipo 3.</i> Unir puntos siguiendo la serie numérica para descubrir una figura.	
Resolución de problemas aditivos	
<i>Tipo 1.</i> Problemas de cambio, de suma o resta.	
<i>Tipo 2.</i> Problemas de combinación, de suma o resta.	

Cuadro 3 Actividades analizadas según el nivel de dificultad y el tipo de enunciado

Actividades	Nivel poco	Nivel medio	Nivel alto	Total actividades
Reconocimiento del número	2 Tipo 1-Tipo 2	2 Tipo 1-Tipo 2	2 Tipo 1-Tipo 2	6
Establecimiento del cardinal	5 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3-Tipo 4 Tipo 5	5 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3-Tipo 4 Tipo 5	6 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3-Tipo 4 Tipo 5- Tipo 6	16
Ordenación de números y colecciones	1 Tipo 1	4 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3	2 Tipo 2-Tipo 3	7
Resolución de problemas aditivos	-	4 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3-Tipo 4	4 Tipo 1-Tipo 2 Tipo 3-Tipo 4	8

El número de actividades de cada tipo se desglosan en el cuadro 3. La variación del número de actividades de cada categoría lo determinó el interés por analizar los diferentes tipos de enunciados. No aparece ninguna actividad de resolución de problemas de nivel *poco*, puesto que el tutorial no contenía en su diseño problemas en los que los dos números implicados fueran inferiores a 4; estos problemas están incluidos en el nivel medio.

RESULTADOS

Analizamos los resultados en la primera parte desde un punto de vista general, comparando las diferentes categorías de actividades, los niveles de éstas, así como las diferencias entre los alumnos. Esta visión nos ayuda a tener un conocimiento global de las respuestas de los alumnos frente a las actividades planteadas. En la segunda parte hacemos un estudio más detallado de las actividades objeto de estudio, observando las principales dificultades de los alumnos y teniendo en cuenta el tipo de enunciado.

RESULTADOS GENERALES

Al analizar las actuaciones de la población del estudio, se observa que, del conjunto total de actividades (37), los aciertos son superiores a los fracasos (figura 1), 54% de éxito frente a 46% de fracaso.

Si este análisis lo realizamos distinguiendo el currículo que siguen los alumnos, observamos que los alumnos del grupo de infantil tienen un porcentaje de éxito muy bajo en comparación a los de primaria y alfabetización y, entre estos dos últimos grupos, los alumnos de primaria han destacado ligeramente sobre los de alfabetización (figura 2).

En los tres grupos de alumnos disminuye el éxito a medida que aumenta el valor de los números implicados en las actividades, pero esto es especialmente llamativo en el grupo de infantil, donde pasan de 41% de éxito en las actividades con números hasta el 3 (nivel poco) y disminuye hasta 13% de éxito con los números hasta el 9 (nivel alto). Sin embargo, es pertinente juzgar estos resultados considerando que corresponden a su edad y a las experiencias educativas que les brindan en el nivel académico al que pertenecen. En contraste, hay alumnos del grupo de alfabetización que también están siguiendo el currículo de matemá-

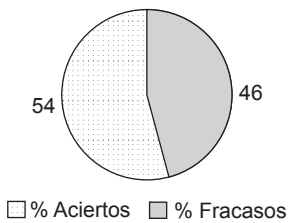


Figura 1 Porcentajes globales de éxito y fracaso

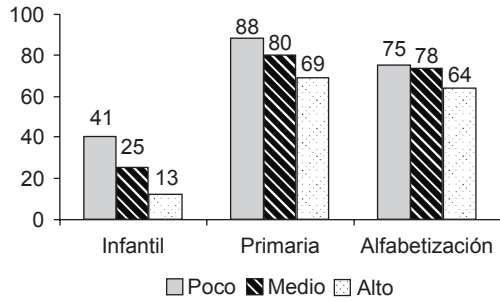


Figura 2 Porcentajes de aciertos según currículo y nivel de dificultad de las actividades

ticas de infantil y, sin embargo, logran mejores resultados, quizás porque, como se verá más adelante, tienen mejor interiorizados ciertos procedimientos numéricos, tales como contar objetos, debido a sus experiencias laborales y sociales en el transcurso de sus años.

Con respecto a las cuatro clases de actividades estudiadas en este trabajo (figura 3), las de *reconocimiento del número* tienen un porcentaje de éxito muy alto (93%), y el resto de las actividades presentan un nivel medio, siendo las de *cardinalidad* las que presentan mayor dificultad, con 43% de éxito. Como se verá en el siguiente apartado, esto se debe probablemente a que en las actividades de *reconocimiento del número* no es necesario utilizar tantos procedimientos numéricos ni realizar tantas acciones (arrastrar, emparejar...) para resolverlas, como ocurre en las actividades de *cardinalidad* y *resolución de problemas*.

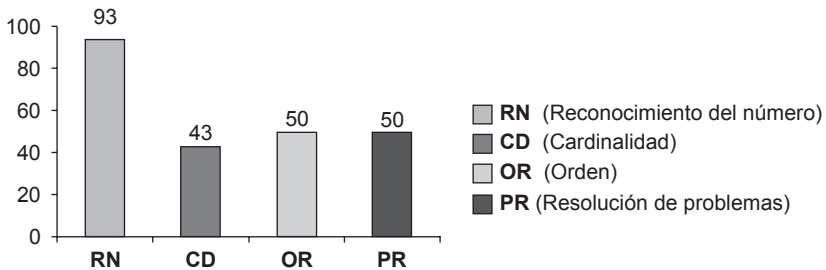


Figura 3 Porcentajes de aciertos en cada concepto

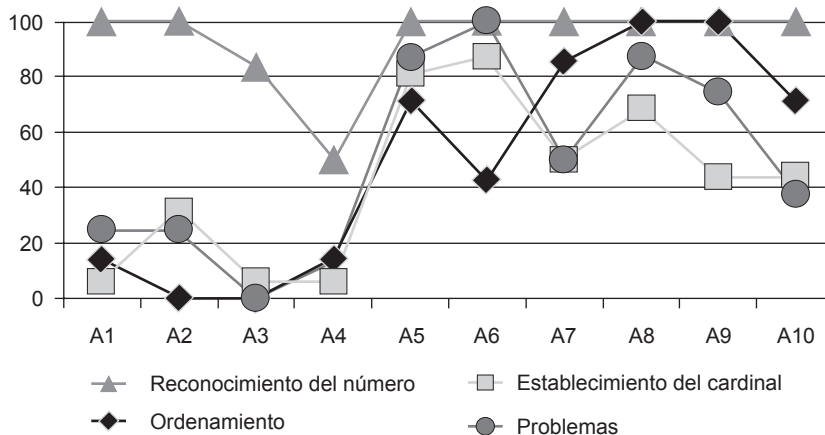


Figura 4 Porcentajes de aciertos por alumnos en cada una de las categorías de actividades

En la figura 4 se muestra para cada alumno el porcentaje de aciertos en cada una de las categorías de actividades. Los resultados muestran la gran variabilidad entre los alumnos. Por ejemplo, los alumnos A6 y A9, que siguen el currículo de infantil-primaria, muestran un diferente conocimiento numérico; el alumno A6 tiene altos porcentajes de éxito en actividades de cardinalidad, resolución de problemas y reconocimiento del número, y bajo en ordenación. Por el contrario, el alumno A9 muestra 100% de éxito en las actividades de orden y reconocimiento del número y resultados más bajos en cardinalidad. Esto coincide con los resultados mostrados en diferentes estudios que señalan la variabilidad en el conocimiento del alumnado con síndrome de Down (Porter, 1999; Abdel-hameed y Porter, 2006).

RESULTADOS SEGÚN LAS ACTIVIDADES

En este apartado analizamos las cuatro categorías de actividades objeto de estudio. En cada una de ellas indagamos en las dificultades en función de los niños y de los diferentes tipos de enunciados.

Cuadro 4 Aciertos en actividades de *reconocimiento del número* según tipos de enunciados

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de aciertos	100	100	83	50	100	100	100	100	100	100
Número de actividades resueltas con éxito										
Tipo 1 (3 actividades)	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
Tipo 2 (3 actividades)	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3
<i>Total (n = 6)</i>	6	6	5	3	6	6	6	6	6	6

Reconocimiento del número

En las actividades de *reconocimiento del número* se plantearon dos tipos de enunciados (cuadro 2 y anexo) en los que se presentaba un número de manera oral (tipo 1) y escrita (tipo 2), y se debía señalar, de entre varios símbolos, el que correspondía a dicho número.

Como se puede observar en el cuadro 4, estas actividades tuvieron un alto nivel de éxito, ya que sólo dos alumnos de infantil (A3 y A4) fracasaron al reconocer los números hasta el 9. Uno de ellos, el alumno A4, presentaba un bajo nivel de lectura y un vocabulario escaso, lo que le impedía realizar con éxito estas actividades, en especial las de tipo 2.

Sin embargo, como veremos más adelante, aunque en estas actividades de *reconocimiento del número* el éxito fue alto, cuando este aspecto se intercala en actividades de *cardinalidad, orden y resolución de problemas*, los alumnos muestran algunas confusiones al reconocer los números. Es decir, cuando se pide a los alumnos *reconocer los números* de un listado, obtienen más éxito que cuando el reconocimiento de los números se tiene que realizar en el contexto de otras tareas que requieren otros procedimientos numéricos u otras acciones. Este hecho se observó, especialmente, en los alumnos del grupo de infantil e indica que el reconocimiento del símbolo no es suficiente para comprender su connotación numérica.

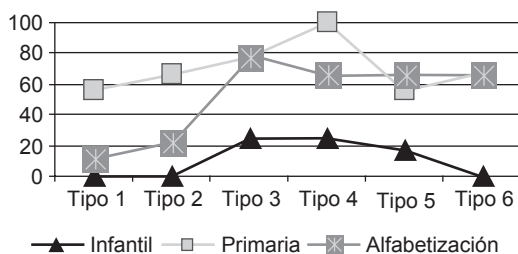


Figura 5 Porcentajes de aciertos según el currículo de los alumnos y el tipo de enunciado, en actividades de establecimiento del cardinal

Establecimiento del cardinal de colecciones de objetos

En las actividades de *establecer el cardinal de colecciones de objetos*, analizamos seis tipos de enunciados (cuadro 2 y anexo), con el objetivo, en todas ellas, de establecer el cardinal de una o varias colecciones de nueve objetos como máximo. Se plantearon tres actividades de cada tipo, salvo del tipo 6, de la que sólo se planteó una actividad.

En la figura 5 se muestran los resultados de los tres grupos de alumnos con respecto a los seis tipos de enunciados.

Se observa una diferencia considerable entre los alumnos del grupo de infantil frente a los de primaria y alfabetización. Destaca este último grupo porque, a pesar de no haber superado mayoritariamente el currículo de infantil, sus resultados son claramente mejores que los del grupo de infantil. Es decir, que su experiencia cotidiana y su formación permanente les han permitido desarrollar un mejor entendimiento de la cardinalidad.

Hay una influencia importante del tipo de actividad en el éxito de las respuestas de los alumnos (cuadro 5 y figura 5).

Las actividades en las que la pregunta es directa, “¿cuántos... hay?” (tipo 3) o “selecciona la colección que tenga tantos objetos como indica el número” (tipo 4), son las que los alumnos responden con mayor éxito.

Para la mayoría de los alumnos, las actividades más complejas fueron las de tipo 1 y tipo 2. De hecho, ninguno de los cuatro alumnos de infantil respondió con éxito a estas actividades, los de alfabetización tuvieron resultados muy bajos y los de primaria son los que presentaron mejores resultados.

Las actividades de tipo 2 requieren la “construcción de un conjunto de objetos”. Investigaciones realizadas con niños de desarrollo típico señalan las dificul-

Cuadro 5 Aciertos en actividades de cardinalidad según tipos de enunciados

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de aciertos	6	31	6	6	88	88	56	69	44	44
Número de actividades resueltas con éxito										
Tipo1 (3 actividades)	0	0	0	0	2	2	2	1	0	1
Tipo2 (3 actividades)	0	0	0	0	3	3	0	0	1	1
Tipo3 (3 actividades)	0	1	1	1	3	3	1	3	2	2
Tipo4 (3 actividades)	1	2	0	0	3	3	3	3	1	2
Tipo5 (3 actividades)	0	2	0	0	2	3	1	3	3	0
Tipo6 (1 actividad)	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Total (n = 16)</i>	1	5	1	1	14	14	8	11	7	7

tades de los niños en el uso del conteo para “construir conjuntos de objetos” de una cantidad dada, incluso cuando la cantidad pedida está en el rango de dominio de conteo de los niños (Wynn, 1990). Una explicación plausible de estas dificultades es la falta de comprensión del enunciado, en las videograbaciones hemos observado que, ante la sentencia: “coloca seis yogures en la nevera”, algunos alumnos respondían como si hubiesen oído “coloca yogures en la nevera” (obviando la palabra “seis”), con lo que colocaban “todos” los yogures. De hecho alguno de los alumnos repetía en voz alta la sentencia “*coloca los yogures en la nevera*”. No obstante, destaca la actuación de dos alumnos de primaria (A5 y A6) que realizan con éxito las tres actividades tipo 2.

También presentaron dificultades importantes las actividades en las que tenían que establecer correspondencias entre colecciones (tipo 1 y tipo 5). Este hecho puede explicarse por la dificultad para realizar acciones o procesos en los que es necesario seguir un orden, ser sistemático, retener el cardinal de una colección para contar otra y así establecer una relación.

La actividad tipo 6 se planteó con el propósito de observar si los alumnos entendían la negación, en este caso: “señala las colecciones que no tienen 2 objetos”. Encontramos que 4 alumnos (2 de primaria y 2 de alfabetización) respondieron correctamente. Los demás alumnos respondieron a la sentencia afirmativa “señala las colecciones que tienen 2 objetos”. A pesar de repetirles varias veces el enunciado de la actividad, insistían en responder a esta última sentencia,

lo que es un indicador de la dificultad de la actividad y la necesidad de una adaptación y un trabajo directo sobre las negaciones. En general, en la enseñanza dominan más las cuestiones afirmativas que las negativas, aunque en la vida cotidiana los alumnos también se encuentran situaciones que vienen dadas por negaciones.

En el cuadro 6 se detallan las dificultades observadas en las actividades de *cardinalidad*. Los porcentajes se han calculado con respecto al total de las 16 actividades y al número de errores o dificultades en una misma actividad, por lo que éstas pueden superar el 100% para cada alumno. Por ejemplo, el alumno A1 fracasó en 15 de las 16 actividades planteadas (94% de fracasos). De las 16 actividades, en 11 de ellas erró en el recitado de la serie numérica (69% de fracaso en el principio del orden estable); en 10 actividades cometió errores al señalar los objetos (62% de fracaso en el principio de correspondencia uno a uno); en 14 actividades asignó de manera incorrecta el cardinal de la colección (87% de fracaso en el principio de cardinalidad); en 3 actividades no reconoció los números (19% de fracaso en reconocimiento del número) y en 3 actividades fracasó por no comprender el enunciado (19%). Como se observa, las dificultades provienen mayoritariamente por cometer errores que denotan la falta de adquisición de los principios de conteo.

Los cuatro alumnos de infantil no muestran dominar los principios del conteo. Además, aparecen otras dificultades que no corresponden a los principios,

Cuadro 6 Porcentajes de dificultades en actividades de *cardinalidad*

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de fracaso	94	69	94	94	12	12	44	31	56	56
Dificultades										
<i>Principio de orden estable</i>	69	25	56	94	0	0	0	0	0	6
<i>Principio de correspondencia uno a uno</i>	62	25	75	94	12	6	12	0	19	25
<i>Principio de cardinalidad</i>	87	25	87	94	12	6	31	6	25	31
<i>No reconocer números</i>	19	0	31	56	0	0	0	0	0	0
<i>No entender el enunciado</i>	19	44	19	0	0	6	19	25	12	25

Los porcentajes se han realizado sobre las 16 actividades de *cardinalidad*

como *no reconocer el número y no comprender el enunciado* o la acción que hay que realizar para resolver la actividad.

Los alumnos de primaria y alfabetización dominan el *principio del orden estable*, sin embargo, no presentan un dominio de los *principios de correspondencia uno a uno* ni de *cardinalidad*. Los errores que hemos observado son los ya señalados en la literatura (Bermejo y Bermejo, 2004), como contar un objeto dos veces, saltarse un objeto, señalar y numerar un lugar vacío de la pantalla, y partir la palabra numérica y señalar dos objetos, por ejemplo, decir “nue-ve” y señalar dos objetos. Además, pensamos que los recuentos realizados sobre la pantalla del ordenador pueden resultar más complejos debido a que, en este tutorial, los objetos no se pueden mover ni separar o marcar una vez contados. También en estos dos grupos de alumnos encontramos una mayor tendencia a *subitizar* (dar el cardinal de la colección sin realizar un proceso de recuento), lo cual realizan erróneamente en ocasiones, como es el caso de los alumnos A7, A9 y A10.

Como ya comentamos en el apartado anterior, hay alumnos que no mostraron dificultades en las actividades de *reconocimiento del número* y, sin embargo, en las actividades de *establecer el cardinal de colecciones de objetos* cometieron el error de decir un número en voz alta y señalar otro distinto; es el caso de los alumnos de infantil A1, A3 y A4. Una posible explicación sería que en esta actividad tienen que realizar más procesos y acciones en el ordenador, lo que en ocasiones los hace desconcentrarse en el desarrollo de la actividad, aspecto que habría que contrastar con actividades realizadas en un formato diferente.

Ordenación de números y colecciones de objetos

En las actividades de *ordenación de números y colecciones de objetos* se plantearon tres tipos de enunciados (cuadro 2 y anexo) en los que se presentaban a los alumnos diferentes números o colecciones de objetos y debían ordenarlos de mayor a menor (o de menor a mayor).

En este tipo de actividades, los alumnos han presentado la mayor variabilidad de resultados, desde 0% hasta 100% de fracaso (figura 6 y cuadro 7).

La ordenación se mostró como un concepto no adquirido por algunos alumnos y asimilado por otros. Los alumnos que presentan mayores dificultades son los del grupo de infantil y, en este caso, los de alfabetización presentan mejores resultados que los alumnos de primaria en los tres tipos de enunciados, de hecho, dos alumnos de alfabetización (A8 y A9) contestaron correctamente a todas las preguntas de orden (cuadro 7).

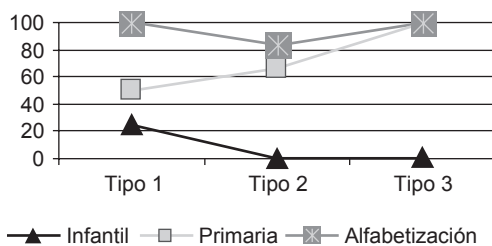


Figura 6 Porcentajes de aciertos según el currículo de los alumnos y el tipo de enunciado, en actividades de *ordenar números y colecciones de objetos*

Cuadro 7 Aciertos en actividades de ordenar números y colecciones de objetos según tipos de enunciados

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de aciertos	14	0	0	14	71	43	86	100	100	71

Número de actividades resueltas con éxito

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
<i>Tipo1 (2 actividades)</i>	1	0	0	1	1	1	1	2	2	2
<i>Tipo2 (4 actividades)</i>	0	0	0	0	3	1	4	4	4	2
<i>Tipo3 (1 actividad)</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Total (n = 7)</i>	1	0	0	1	5	3	6	7	7	5

Al analizar las dificultades, hemos diferenciado entre las actividades tipo 1 (ordenar colecciones de objetos) y las tipo 2 y tipo 3 (ordenar números), ya que los principios implicados en ambos tipos de enunciados son diferentes (cuadros 8 y 9). Los porcentajes de ambos cuadros se han calculado con respecto al total del número de actividades de los tipos indicados y al número de errores o dificultades en cada una de ellas.

En las actividades en las que tienen que ordenar colecciones de objetos (cuadro 8), observamos que los alumnos de alfabetización son los que tienen menos dificultades, ya que realizaron con éxito las dos actividades planteadas.

Las dificultades observadas en las actividades en las que tienen que ordenar colecciones de objetos (cuadro 8) son, además de las propias de los principios del

Cuadro 8 Porcentajes de dificultades en actividades de ordenar colecciones de objetos (tipo 1)

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de fracaso	50	100	100	50	50	50	50	0	0	0
Dificultades										
<i>Principio de orden estable</i>	50	0	50	50	0	0	0	0	0	0
<i>Principio de correspondencia uno a uno</i>	50	0	50	50	0	0	0	0	0	0
<i>Principio de cardinalidad</i>	50	0	50	50	0	0	0	0	0	0
<i>Desconocer relaciones de orden</i>	50	100	50	50	50	50	50	0	0	0

Los porcentajes se han realizado sobre las dos actividades de ordenar colecciones de objetos

conteo, las relacionadas con no saber “ordenar”. Hay alumnos que resuelven sin éxito estas actividades por no poseer un dominio de los principios del conteo y, por consiguiente, no llegar a ordenar, como es el caso de tres alumnos de infantil (A1, A3 y A4). En cambio, los tres alumnos de primaria (A5, A6 y A7) y uno de infantil (A2) no manifiestan dificultades en relación con los principios del conteo, pero fracasan por desconocer el concepto de “mayor que” o “menor que”. Esto lo hemos considerado como desconocimiento de las relaciones de orden que se establecen entre los números.

En las actividades en las que tienen que ordenar series de números (cuadro 9), observamos que son los alumnos de infantil los que tienen peores resultados.

Las dificultades observadas en este tipo de actividad están relacionadas con la no aplicación del principio del orden estable, el no reconocimiento del número y la ausencia de conocimiento de relaciones de orden (“mayor que” o “menor que”). Los alumnos de infantil fracasan por errar al recitar la serie numérica y no llegar a ordenar los números (A1 y A2), y en el caso de los alumnos A3 y A4, además, por no reconocer los números correctamente. En cambio, las dificultades de dos alumnos de primaria (A5 y A6) y uno de alfabetización (A10) son el desconocimiento del concepto “mayor que” o “menor que”, de manera que recitan en voz alta la serie numérica correctamente, pero ordenan de manera incorrecta.

Cuadro 9 Porcentajes de dificultades en actividades de *ordenar números* (tipo 2 y tipo 3)

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de fracaso	100	100	100	100	20	60	0	0	0	40
Dificultades										
<i>Principio de orden estable</i>	100	80	100	100	0	0	0	0	0	0
<i>Desconocer relaciones de orden</i>	100	20	100	100	20	60	0	0	0	40
<i>No reconocer el número</i>	0	0	60	100	0	0	0	0	0	0

Los porcentajes se han realizado sobre cinco actividades de *ordenar números*

Resolución de problemas

En las actividades de *resolución de problemas* se plantearon dos tipos de enunciados de suma y resta (cuadro 2 y anexo). Los de tipo 1 son problemas con estructura semántica de *cambio* y los de tipo 2 con estructura de *combinación*. Estos problemas se resolvían sin realizar necesariamente una operación, sino que se podían responder siguiendo un proceso de conteo. Por otro lado, las situaciones con estructura de cambio se diseñaron de manera que el cambio fuese observable por los alumnos, con movimientos de las imágenes, a medida que se les iba planteando la situación.

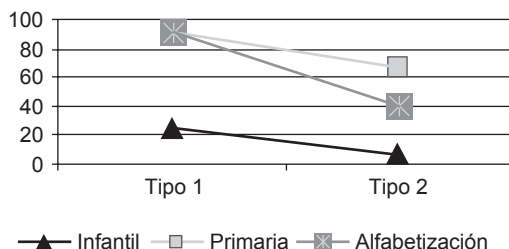


Figura 7 Porcentajes de aciertos según el currículo de los alumnos y el tipo de actividad

Cuadro 10 Aciertos en *problemas aditivos* según tipos de enunciados

Alumnos	Infantil				Primaria			Alfabetización		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de aciertos	25	25	0	13	88	100	50	88	75	38
Número de actividades resueltas con éxito										
Tipo1 (4 actividades)	2	2	0	1	4	4	3	4	4	3
Tipo2 (4 actividades)	0	0	0	0	3	4	1	3	2	0
<i>Total (n = 8)</i>	2	2	0	1	7	8	4	7	6	3

Los problemas de cambio (tipo 1) resultaron más fáciles que los de combinación (tipo 2); los alumnos de primaria son los que tuvieron mejores resultados y los de infantil, los que obtuvieron resultados más bajos. De hecho, todos los alumnos de infantil fracasaron en los cuatro problemas de combinación (figura 7 y cuadro 10).

Como se observa en el cuadro 11, las dificultades están relacionadas con la no aplicación de los principios de conteo, no reconocer el número y falta de comprensión del enunciado. Encontramos una importante influencia del contexto y de los dibujos implicados en el enunciado. Por ejemplo, el problema de combinación-suma “Una gallina tiene 3 pollitos y otra gallina tienen 4 pollitos. ¿Cuántos pollitos tienen entre las dos gallinas?” sólo lo resolvió con éxito un alumno de los 10 participantes. El análisis de las respuestas refleja que, para algunos alumnos (A5 y A9), la dificultad fue interpretar que gallinas y pollitos son la misma cosa (contaban todos los animales) y, para otros alumnos (A8 y A10), la dificultad estuvo en que no realizaban el proceso de unir las dos colecciones, contándolas por separado.

Nuevamente observamos que, alumnos que no mostraron dificultades en las actividades de *reconocimiento del número*, las manifiestan en estas actividades de *resolución de problemas*, como es el caso de los alumnos A1, A7 y A10.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado las diferencias en el conocimiento de 10 alumnos con síndrome de Down que hemos agrupado en infantil, primaria y alfabetización, según el currículo que siguen en el momento en que se realiza la experiencia.

Cuadro 11 Porcentajes de dificultades en actividades de *resolución de problemas aditivos*

Alumnos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
% de fracaso	75	75	100	87	12	0	50	12	25	62
Dificultades										
<i>Principio de orden estable</i>	25	12	62	87	0	0	0	0	0	12
<i>Principio de correspondencia uno a uno</i>	75	50	62	87	0	0	12	0	0	12
<i>Principio de cardinalidad</i>	75	50	87	87	0	0	25	0	0	25
<i>No reconocer números</i>	37	0	62	62	0	0	12	0	0	12
<i>No entender el enunciado</i>	0	25	0	0	12	0	12	12	25	12

Los porcentajes se han realizado sobre ocho actividades de *resolución de problemas*

Los trabajos previos sobre conocimiento numérico en alumnado con síndrome de Down se han centrado en diferenciar sus habilidades en los principios de conteo y establecer cuál de ellos dominan con más facilidad, sin que se haya llegado a resultados definitivos. En nuestro trabajo, nos planteamos analizar las dificultades al resolver diferentes tipos de actividades numéricas, observando si hacen un uso efectivo de los cinco principios de conteo.

Porter (1999) encontró que los alumnos tienen más dificultades en relación con el principio de *orden estable* que con el de *correspondencia uno a uno*. Abdelhameed y Porter (2006) indican que el error más frecuente en el proceso de conteo es el de asignar distintas palabras a un objeto (principio de *correspondencia uno a uno*). En nuestra investigación, ha quedado de manifiesto la influencia del tipo de actividad en la aplicación de los principios del conteo. Los alumnos han mostrado dificultades en la aplicación de tres de los principios del conteo: *orden estable*, *correspondencia uno a uno* y *cardinalidad*, pero en especial en el de *correspondencia uno a uno*. En las actividades de cardinalidad y resolución de problemas, los tres grupos de alumnos (infantil, primaria y alfabetización) presentan menos dificultad en la aplicación del principio de *orden estable* que en el de *correspondencia uno a uno*; en cambio, en las actividades de ordenar series de números, los alumnos de infantil presentan grandes dificultades en la aplicación del principio del *orden estable*.

En cuanto al principio de *cardinalidad*, resaltamos el hecho de que ninguno de los 10 alumnos observados tiene dificultad en responder a preguntas del tipo:

“¿cuántos... hay?”, diciendo el último número de su proceso de conteo (o *subitizando*), aunque dicho número no sea el resultado correcto. Es decir, que todos los alumnos reconocen que el último término obtenido al contar los objetos indica el cardinal de la colección, pero en ocasiones sus respuestas son incorrectas, porque cometen errores en el proceso de señalar los objetos y decir el número (*correspondencia término a término*) o bien, al recitar la serie numérica (*orden estable*).

Los otros dos principios, el de *irrelevancia del orden* y el de *abstracción*, no fueron causa de dificultades. Los alumnos contaron las colecciones sin dar importancia al orden en que señalaban los objetos y en ninguna actividad manifestaron dudas a la hora de considerar las colecciones de objetos como conjuntos contables. Sin embargo, sería interesante profundizar en futuras investigaciones sobre estos dos principios a través de actividades que propicien el análisis de estos principios.

Por otra parte, el análisis de las dificultades nos indica que, además de dominar los principios de conteo, es necesario tener otras habilidades numéricas, tales como reconocer el número o subitizar correctamente (dar el cardinal de una colección sin realizar el proceso de conteo) y dominar aspectos de comprensión, como reconocer dibujos o entender los enunciados.

Otro hecho que ha quedado de manifiesto es la importancia del contexto y la forma de los enunciados. Las personas con síndrome de Down tienen grandes dificultades lingüísticas y su vocabulario es limitado en relación con el de los niños de la misma edad y nivel educativo, de manera que una actividad usual de Educación Infantil puede convertirse en algo complejo para este alumnado por no entender el enunciado, por ser éste muy largo, o por no identificar una imagen. Esto coincide con los resultados de investigaciones con alumnos de desarrollo típico, las cuales indican que la habilidad de los niños para seguir los principios de conteo es muy vulnerable a las variaciones de las situaciones que se les planteen, y cambios en el contexto pueden tener efectos importantes sobre la violación de los principios de conteo (Fuson, 1992).

En general, las actividades que presentaron menos dificultades fueron aquellas que implicaban menos procesos numéricos. Entre las cuatro categorías de actividades analizadas, las de *reconocimiento del número* son en las que estos alumnos obtienen mejores resultados. En las restantes categorías la dificultad ha sido similar, dependiendo ésta más del contexto y del tipo de enunciado.

El hecho de que haya personas con síndrome de Down capaces de resolver con éxito tareas que *a priori* son de más difícil resolución (como han mostrado investi-

gaciones con alumnos de desarrollo típico), muestra una imagen alentadora sobre su capacidad de aprendizaje. Es el caso de actividades que requieren la “construcción de colecciones de objetos” o aquellas en las que se trabaja “la negación”.

Por otra parte, al igual que en otras investigaciones sobre conocimiento numérico en alumnos con síndrome de Down hemos observado una gran variabilidad de conocimientos entre los alumnos. Los resultados muestran grandes diferencias entre el grupo de infantil frente a los de primaria y alfabetización, lo cual es natural debido a que todos los alumnos del grupo de infantil estaban, en el momento de realizar la investigación, siguiendo el currículo de infantil, por lo que no habían adquirido todos los conceptos propios de esta etapa educativa. Sin embargo, es llamativo cómo los alumnos del grupo de alfabetización, que seguían en su mayoría el currículo de infantil, tuvieron resultados muy superiores a los del grupo de infantil. Esto muestra que a lo largo de su trayectoria personal (en su vida laboral, cotidiana o en su formación continua), han desarrollado un conocimiento numérico en contextos no escolarizados. De hecho, sus habilidades están muy próximas a las del grupo de primaria, cuyos alumnos seguían un currículo de infantil junto con aspectos de primaria. No obstante, el mejor grado de conocimientos de los alumnos de primaria en comparación con los de alfabetización, muestra la importancia que tiene una escolarización temprana de las personas con síndrome de Down.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelhameed, H., y J. Porter (2006), “Counting in Egyptian Children with Down’s Syndrome”, *International Journal of Special Education*, vol. 21, núm. 3, pp. 176-187.
- Acosta, L., A. Bruno, B. Hernández, N. Martín, A. Noda y J. Padilla (2005), “Las matemáticas, un campo a explorar en la población con síndrome de Down”, *Actas de las XI Jaem*, Canarias, Gobierno de Canarias, Consejería de Educación, Cultura y Deporte, pp. 807-813.
- Aguilar, R. M., A. Bruno, V. Muñoz, A. Noda, L. Moreno y C. González (2006), “El pensamiento lógico-matemático de alumnos con síndrome de Down”, *Actas de las XII Jaem*, Albacete, Servicio de publicaciones de la FESPM, pp. 809-814.
- Bermejo, V., y M. T. Bermejo (2004), “Aprendiendo a contar”, en V. Bermejo (ed.), *Cómo enseñar matemáticas para aprender mejor*, Madrid, CCS, pp. 15-32.
- Bermejo, V., y M. O. Lago (1987), “El aprendizaje de las matemáticas, estado

- actual de las investigaciones”, *Papeles del psicólogo*, núm. 32, <http://www.papelesdelpsicologo.es/vernumero.asp?id=347>.
- BOC (1992), *Decreto 89/1992, de 5 de junio por el que se establece el currículo de la educación infantil*, <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/1992/085/003.html>
- Bruno, A., A. Noda, R. M. Aguilar, C. González, V. Muñoz y L. Moreno (2006), “Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico-matemáticos en alumnos con síndrome de Down”, *Relime*, vol. 9, núm. 2, pp. 211-226.
- Bruno, A., C. González, L. Moreno, A. Noda, R. M. Aguilar, y V. Muñoz (2003), “Teaching Mathematics to Children with Down’s Syndrome”, *Artificial Intelligence in Education, Workshop, Advanced Technologies for Mathematics Education*, Sydney.
- Carr (1988), “Six Weeks to Twenty-one Years Old: A Longitudinal Study of Children with Down’s Syndrome and their Families”, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 29, núm. 4, pp. 407-431.
- Caycho, L., P. Gun y M. Siegal (1991), “Counting by Children with Down’s Syndrome”, *American Journal on Mental Retardation*, vol. 95, núm. 5, pp. 575-583.
- Cronwell, A. C. (1974), “Development of Language, Abstraction and Numerical Concept Formation in Down’s Syndrome Children”, *American Journal of Mental Deficiency*, vol. 79, num. 2, pp. 179-190.
- Fuson, K. (1992), “Research on Whole Number Addition and Subtraction”, en D. Grouws (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Nueva York, MacMillan, pp. 243-275.
- Gelman, R., y M. Cohen (1988), “Qualitative Differences in the Way Down’s Syndrome and Normal Children Solve a Novel Counting Problem”, en L. Nadel (ed.), *The Psychology of Down’s Syndrome*, Cambridge, MA, MIT Press, pp. 51-99.
- Gelman, R. (1978), *The Child’s Understanding of Number*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Germain, R. (2002), “A ‘Positive’ Approach to Supporting a Pupil with Down’s Syndrome During ‘Dedicated Numeracy Time’ Down’s Syndrome”, *Research and Practice*, vol. 8, núm. 2, pp. 53-58.
- NCTM (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA 20191-9988.
- Nye, J., J. Clibbens y G. Bird (1995), “Numerical Ability, General Ability and Language in Children with Down’s Syndrome”, *Down’s Syndrome Research and Practice*, vol. 3, núm. 3, pp. 92-102.

- Nye, J., M. Fluck y S. Buckley (2001), "Counting and Cardinal Understanding in Children with Dawn's Syndrome and Typically Developing Children", *Down's Syndrome Research and Practice*, vol. 7, núm. 2, pp. 68-78.
- Ortega, J. M. (2003), *Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático en niños con síndrome de Down*, Madrid, Federación Española de Síndrome de Down (FISEM) y Obra Social de Caja Madrid.
- Porter, J. (1999), "Learning to Count: A Difficult Task?", *Down's Syndrome Research and Practice*, vol. 6, núm. 2, pp. 85-94.
- SEP (2004), *Programa de Educación Preescolar 2004*, México, Secretaría de Educación Pública.
- Shepperdson, B. (1994), "Attainments in Reading and Number of Teenagers and Young Adults with Down's Syndrome", *Down's Syndrome Research and Practice*, vol. 2, núm. 3, pp. 97-101.
- Sloper, P., C. Cunningham, S. Turner y C. Knussen (1990), "Factors Relating to the Academic Attainments of Children with Down's Syndrome", *British Journal of Educational Psychology*, vol. 60, pp. 284-298.
- Wynn, K. (1990), "Children's Understanding of Counting", *Cognition*, vol. 36, pp. 155-193.

ANEXO. TIPOS DE ACTIVIDADES PLANTEADAS A LOS ALUMNOS

RECONOCIMIENTO DEL NÚMERO

Con las actividades de *reconocimiento del número* los alumnos deben identificar los números presentados de manera oral y escrita.

Tipo 1

Al *oír* un número, identificar con el símbolo que le corresponde. Se presentan varios números en la pantalla y se pide señalar un número concreto. Ejemplo:



“Señala el número tres”

Tipo 2

Al *ver* un número escrito (palabra-número), identificar el símbolo que le corresponde. Se presenta una pantalla con varios números y una “palabra-número”. Se pide relacionar la palabra escrita con su número. Ejemplo:



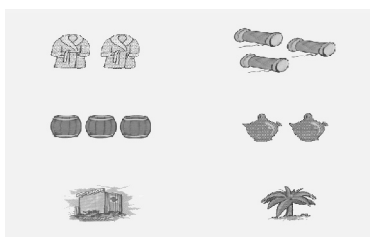
“Relaciona la palabra escrita con el número correspondiente”

ESTABLECIMIENTO DEL CARDINAL DE COLECCIONES DE OBJETOS

En estas actividades los alumnos deben establecer el cardinal de colecciones de objetos utilizando diferentes procedimientos: relacionar colecciones con igual número de objetos, construir una colección dado el cardinal, identificar el cardinal de una colección de entre varios números, etc. Se diseñaron seis tipos de enunciados.

Tipo 1

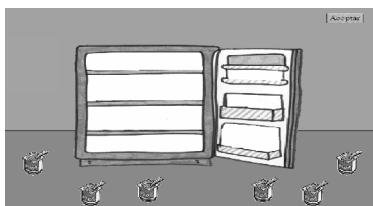
Actividades en la que tienen que identificar, de entre varias colecciones, las que tengan igual número de objetos. Se presenta una pantalla con seis colecciones de objetos y el agente indica que relacionen las que tienen igual número de objetos. Ejemplo:



“Une las colecciones que tengan igual número de objetos”

Tipo 2

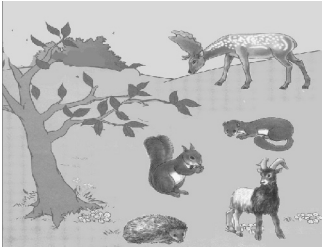
Al oír el cardinal de una determinada colección de objetos, construir dicha colección. Ejemplo:



“Coloca cuatro yogures en la nevera”

Tipo 3

Las actividades de este tipo consisten en identificar el cardinal de una colección de objetos. Se presenta una pantalla con diferentes objetos y varios números. Tras la indicación del agente ¿Cuántos... hay? el alumno debe señalar el número correspondiente. Ejemplo:

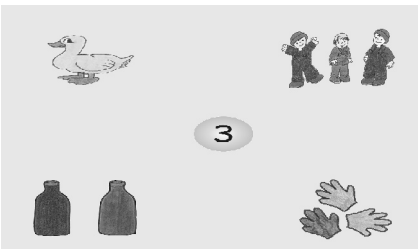


2
3
4
5
6

“¿Cuántos animales hay?”

Tipo 4

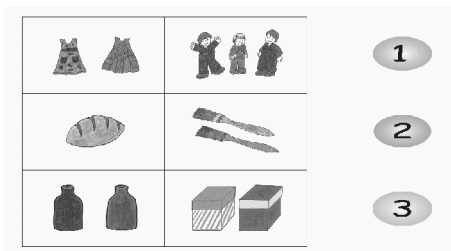
En este tipo de enunciado el alumno debe identificar colecciones de objetos que tengan un número de objetos determinado. Para ello, la pantalla muestra varias colecciones de objetos y un solo número y se pide que identifique las colecciones cuyo cardinal sea el indicado. Ejemplo:



“Indica la colección que tiene tantos objetos como indica el número”

Tipo 5

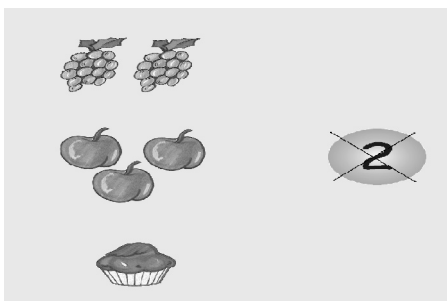
En este tipo de enunciados se presentan varias colecciones de objetos y varios números (siempre mayor cantidad de colecciones que de números) y se le indica que relacione cada colección con el cardinal de la misma. Ejemplo:



“Une cada colección con el número que le corresponda”

Tipo 6

Se presenta una pantalla con diferentes colecciones de objetos y un número tachado y se le pide que identifique las colecciones cuyo cardinal no sea el número que aparece tachado. Ejemplo:



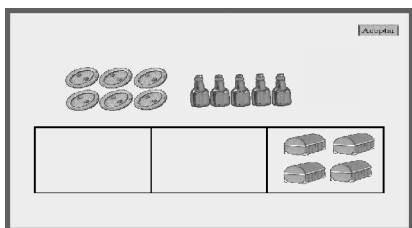
“Señala las colecciones que no tengan dos objetos”

ORDENACIÓN DE NÚMEROS Y COLECCIONES

En estas actividades los alumnos deben ordenar secuencias de números y diferentes colecciones de objetos. Para ello se diseñaron tres tipos de enunciados.

Tipo 1

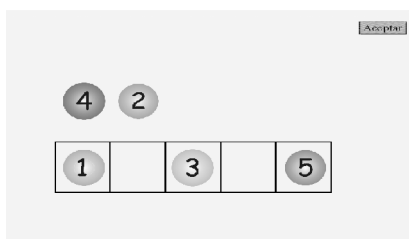
En estas actividades, el alumno debe ordenar de mayor a menor (o de menor a mayor) diferentes colecciones de objetos. Se presenta una pantalla con colecciones de objetos y tantas casillas vacías como colecciones diferentes, en las que tienen que colocar dichas colecciones según la indicación dada por el agente. Ejemplo:



“Ordenar de mayor a menor las colecciones de objetos”

Tipo 2

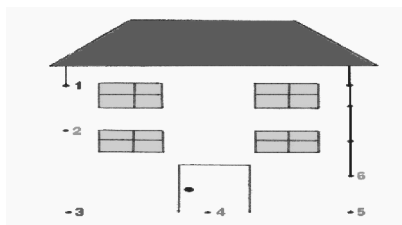
En este tipo de enunciado el alumno debe ordenar de mayor a menor (o de menor a mayor) varios números. Se presenta una pantalla con varios números y tantas casillas como números mostrados, en las que tienen que colocar dichos números según la indicación dada por el agente. Ejemplo:



“Ordenar los siguientes números de menor a mayor”

Tipo 3

Las actividades de este tipo consisten en unir puntos siguiendo la serie numérica para descubrir una figura. Ejemplo:



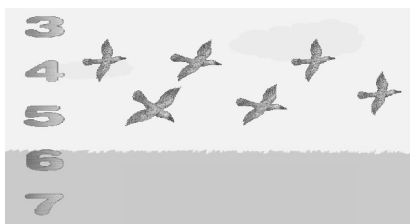
“Unir los números, siguiendo la serie, para ver la figura”

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ADITIVOS

Se diseñaron dos tipos de enunciados de problemas aditivos con estructura semántica de cambio y de combinación que se podían resolver siguiendo un proceso de conteo.

Tipo 1

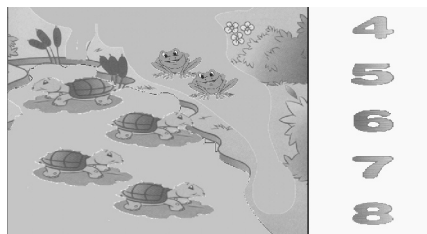
Problemas de cambio. En la pantalla se muestran varios números y la situación planteada surge a medida que el agente la va comentando. El alumno debe indicar el número correspondiente al resultado pedido. Ejemplo:



“Hay 6 pájaros volando juntos y se fue 1. ¿Cuántos pájaros se quedaron volando juntos?”

Tipo 2

Problemas de combinación. En la pantalla se muestran varios números y la imagen estática de la situación planteada por el agente. El alumno debe indicar el número correspondiente al resultado pedido. Ejemplo:



“En el estanque hay 6 animales. Si 2 son ranas ¿cuántas tortugas hay?”

DATOS DE LOS AUTORES

María Aurelia Noda

Departamento de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna, España
mnoda@ull.es

Alicia Bruno

Departamento de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna, España
abruno@ull.es

Rosa Aguilar

Departamento de Ingeniería de Sistemas de Automática, Arquitectura
y Tecnología de Computadoras, Universidad de La Laguna, España
raguilar@ull.es

Lorenzo Moreno

Departamento de Ingeniería de Sistemas de Automática, Arquitectura
y Tecnología de Computadoras, Universidad de La Laguna, España
lmoreno@ull.es

Vanesa Muñoz

Departamento de Ingeniería de Sistemas de Automática, Arquitectura
y Tecnología de Computadoras, Universidad de La Laguna, España
vmuñoz@ull.es

Carina González

Departamento de Ingeniería de Sistemas de Automática, Arquitectura
y Tecnología de Computadoras, Universidad de La Laguna, España
cgonzalez@ull.es