

Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico- matemáticos en alumnos con Síndrome de Down

Alicia Bruno ¹
María Noda ¹
Rosa Aguilar ²
Carina González ²
Lorenzo Moreno ²
Vanessa Muñoz ²

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados de un estudio sobre la adquisición de conceptos lógico-matemáticos en alumnos con Síndrome de Down. Los datos que se analizan son actividades pertenecientes a un tutorial inteligente, sobre conceptos lógicos de *clasificación*, *seriación*, *correspondencia uno a uno* y *cuantificadores*. Se estudia la dificultad de estos conceptos y la respuesta de los alumnos a los aspectos técnicos del tutorial.

● **PALABRAS CLAVE:** Síndrome de Down, conceptos lógico-matemáticos, tutorial inteligente.

ABSTRACT

In this work results of a study on the acquisition of logical-mathematical concepts in students with Down Syndrome are presented. The data that are analyzed are activities belonging to an Intelligent Tutorial, on logical concepts of *classification*, *seriation*, *one-to-one correspondence* and *quantifiers*. The difficulty of these concepts is studied and the answer of the students to the technical aspects of the tutorial.

● **KEYWORDS:** Logical-mathematical concepts, Down Syndrome, data processing technology.

Fecha de recepción: Noviembre de 2005 / Fecha de aceptación: Mayo de 2006

* Departamento de Análisis Matemático, área Didáctica de la Matemática, Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

** Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas, Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

RÉSUMÉ

Dans ce travail se présentent les résultats d'une étude sur l'acquisition de concepts logico-mathématiques chez les élèves présentant le syndrome de Down. Les données qui s'analysent sont des activités qui appartiennent à une Tutelle Intelligente, sur des concepts logiques de *classification*, *mise en série*, *correspondance un à un* et *quantificateurs*. La difficulté de ces concepts est étudiée ainsi que la réponse des élèves aux aspects techniques de la tutelle.

- **MOTS CLÉS:** Concepts logico-mathématiques, Syndrome de Down, technologie informatique.

RESUMO

Neste trabalho apresentamos os resultados de um estudo sobre a aquisição de conceitos lógico-matemáticos em alunos com Síndrome de Down. Os dados analisados são atividades pertencentes a um Tutorial Inteligente, sobre conceitos lógicos de *classificação*, *seriação*, *correspondência um a um* e *quantificadores*. São estudadas as dificuldades destes conceitos e a resposta dos alunos aos aspectos técnicos do tutorial.

- **PALAVRAS CHAVE:** Conceitos lógico-matemáticos, Síndrome de Down, tecnologia informática.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de conceptos matemáticos en personas con Síndrome de Down, comparado con el de la lengua, ha recibido poca atención no sólo desde el punto de vista del material curricular publicado, sino también desde la investigación realizada, que proviene sobre todo de la psicología y la pedagogía, no de la educación matemática. Sin embargo, la investigación en este tema no debe ser ignorada por la educación matemática, ya que afecta a un sector minoritario de la población.

En la educación matemática –disciplina que tiene como fuentes principales otras ramas del saber, como la psicología, la pedagogía, la epistemología o la propia matemática– no sólo cobra especial

relevancia el conocimiento sobre los aspectos psicopedagógicos en el aprendizaje de las personas con dificultades cognitivas, sino también el tocante al aprendizaje matemático de los alumnos sin discapacidades.

La declaración del 2000 como Año Mundial de las Matemáticas propició la reflexión de cómo poner al alcance de '*todo el alumnado*', incluidos los estudiantes con discapacidades, las matemáticas que necesitamos para formar a los ciudadanos del siglo XXI. Sin duda, en una sociedad de progreso resulta indispensable considerar al alumnado con necesidades educativas especiales como una cuestión de equidad (Balbuena, 2000).

Ahora bien, los *Principios y estándares para la educación matemática*, desarrollados en el 2000 por el National Council of Teachers of Mathematics, establecen seis principios que describen las características de una educación matemática de gran calidad: *igualdad, currículo, enseñanza, aprendizaje, evaluación y tecnología*.

El *principio de igualdad* manifiesta que “la excelencia en la educación matemática requiere de igualdad, altas expectativas y fuerte apoyo para todos los estudiantes”, e indica que “todos los alumnos”, con independencia de sus características y circunstancias personales, deben tener oportunidades para aprender matemáticas.

Para realizar esa tarea, el profesorado necesita recursos que le ayuden a compensar las situaciones desfavorables del alumnado (el ordenador, núcleo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, junto al internet, tiene reconocida capacidad para favorecer la integración educativa y social). Además, precisa de ayudas al profesorado y a los estudiantes, e implica tener recursos materiales y apoyos institucionales. Por tanto, la igualdad requiere de tiempo no sólo para crear materiales adaptados, sino también para que los alumnos puedan aprender; en el caso de los estudiantes con discapacidades, necesitan más tiempo para hacer las tareas y adquirir los conocimientos.

La tecnología, especialmente el ordenador, favorece la integración educativa y social de los alumnos con discapacidades (Brinkley y Watson, 1987; Elliot y Hall, 1997; Ortega, 2003). Por ende, el uso de programas informáticos no debe quedar aislado del proceso de enseñanza, necesita ser considerado como un recurso didáctico más y tiene que relacionarse a nivel de objetivos y secuenciación con otros recursos empleados en el aula. Aunque no hay

muchas experiencias de aprendizaje matemático de personas con Síndrome de Down que tengan como apoyo el uso de los ordenadores, es pertinente formular aquí las siguientes preguntas: *¿qué matemáticas pueden aprender?, ¿con qué grado de profundidad?, ¿qué adaptaciones necesitan?*

Algunos trabajos muestran una imagen poco alentadora sobre la capacidad de las personas con Síndrome de Down para aprender matemáticas (Gelman y Cohen, 1988, citado en Nye et al., 2001; Porter, 1999). Buckley y Sacks (1987, citado por Monari, 2002) hicieron un estudio a 90 adolescentes con Síndrome de Down y observaron que sólo un 18% podía recitar más de 20 números, un 50% podía efectuar alguna suma simple, pocos podían realizar una multiplicación o una división, y un 6% fue capaz de usar dinero en forma independiente. También existe la idea, bastante difundida, de que las personas con Síndrome de Down sólo aprenden procesos matemáticos de memoria, sin comprensión conceptual (Cornwell, 1974), lo cual significa que sólo se les puede enseñar procedimientos rutinarios y se avance poco en el conocimiento matemático.

Las investigaciones en este campo han analizado, principalmente, la comprensión de conceptos numéricos en la población con Síndrome de Down, como su capacidad para aprender a contar, a recitar la serie numérica o a reconocer el cardinal de una colección de objetos (Nye et al., 2001; Porter, 1999). De hecho, los problemas concernientes a los aspectos numéricos se han utilizado para decir que los alumnos con Síndrome de Down tienen dificultades para las matemáticas en general y para realizar procesos de abstracción. Por ello, muchos docentes han preferido desarrollar en ellos otras habilidades, como las sociales, y han abandonado la formación en matemáticas.

Sin embargo, otros estudios efectuados a niños con Síndrome de Down integrados en las escuelas, quienes han tenido mayor tiempo de formación matemática, indican mejores resultados sobre su capacidad matemática no sólo en aspectos numéricos, sino también en otros contenidos matemáticos, como la geometría, la medida e incluso el álgebra (Nye et al., 2001; Monari, 2002). Estos trabajos muestran que, cuando a los alumnos con Síndrome de Down se les da la oportunidad de aprender, de integrarse en las escuelas y de seguir los conocimientos que los alumnos sin discapacidades están aprendiendo –con algunas adaptaciones– pueden conseguir más logros. Con respecto a los conceptos lógico-matemáticos, Monari (2002) señala que los alumnos con Síndrome de Down no tienen problemas para trabajar con dichas nociones; sin embargo, no aporta datos que comprueben esta afirmación y no distingue si todas las habilidades lógicas presentan la misma dificultad.

La investigación que realizamos tiene como objetivo, a largo plazo, conocer qué adaptaciones se deben hacer a los contenidos matemáticos para enseñarlos a niños con Síndrome de Down. Hemos comenzado por el currículo de Educación Infantil, donde están incluidas las habilidades lógicas. Es por ello que nos planteamos comparar cuatro habilidades lógicas y analizar las diferencias de dificultad entre ellas, con el objetivo posterior de efectuar las adaptaciones necesarias a las actividades.

● OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Desde hace años hemos conformado en España un equipo interdisciplinario para trabajar sobre la mejora del aprendizaje de las matemáticas en personas con Síndrome de Down (Acosta et al., 2005; Aguilar et al.,

2006), donde participan docentes, pedagogos y psicopedagogos de la Asociación Tinerfeña de Trisómicos 21 (ATT21) y profesores de la Universidad de La Laguna, adscritos a los departamentos de Análisis Matemático (área de Didáctica de la Matemática) y al de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas.

La labor de nuestro grupo aspira, por un lado, a reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los niveles de Educación Infantil, Primaria y Secundaria; por otro, a crear nuevas herramientas para el diseño de fichas y materiales multimedia que faciliten los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas en la población con Síndrome de Down.

Por ello, trabajamos con alumnos de la ATT21 que están integrados en centros de primaria y secundaria, siguiendo el currículo de diferentes niveles educativos, así como con estudiantes que, por su edad, ya no están en los centros educativos, pero continúan su formación académica. En dicha asociación, entre otras actividades, reciben clases de apoyo escolar sobre las diferentes disciplinas.

Respecto al aprendizaje matemático de los alumnos con Síndrome de Down, la metodología no difiere de la que se aplica en los niños sin discapacidad. Así, sus actividades matemáticas parten de situaciones cotidianas muy próximas a ellos, en las que utilizan materiales concretos, papel y lápiz, al igual que programas informáticos.

Los objetivos de nuestro trabajo son:

- 1) Estudiar la dificultad sobre diferentes conceptos lógicos en alumnos con Síndrome de Down

- 2) Analizar diferencias de conocimientos en conceptos lógicos de personas con síndrome de Down de diferentes edades, pero que siguen el mismo currículo
- 3) Analizar la relación con un entorno informático de personas con Síndrome de Down

La herramienta utilizada es un *tutorial inteligente* diseñado para reforzar conceptos numéricos –tocantes a infantil y primer año de primaria– en personas con Síndrome de Down (Aguilar et al., 2005). El tutorial consta de cuatro fases: 1) lógica; 2) concepto de número, sumas y resta de un dígito; 3) concepto de número, sumas y restas, sin llevar, con números de dos dígitos; 4) sumas y restas, llevando números de dos dígitos.

Las características principales del tutorial son :

- Se adapta a las características de cada alumno
- El aprendizaje de los números está asociado a situaciones concretas y a la resolución de problemas
- Las actividades conectan directamente con las que han trabajado con materiales y con lápiz y papel
- En el diseño y planteamiento de las actividades se cuida el vocabulario y las expresiones lingüísticas, debido a los problemas de lenguaje que caracterizan a estas personas
- Las actividades tienen diferentes formatos de presentación y se ha

procurado mostrar un mismo concepto de diferentes maneras, pues un rasgo de la población Down es la tendencia a refugiarse en conductas repetitivas y automatismos de conducta aprendidas que les proporcionan confianza.

Los datos que analizamos en este trabajo fueron obtenidos de las respuestas que dieron 13 alumnos con Síndrome de Down a actividades sobre relaciones lógicas, pertenecientes a la primera fase del tutorial, que incluye los conceptos de *clasificación* (CL), *correspondencia uno a uno* (CO), *seriaciones* (S) y *cuantificadores* (CU). Para cada concepto, el tutorial ofrece dos tipos de actividades con diferente grado de dificultad, que se describen a continuación.

La *clasificación* significa percibir las cualidades de las cosas y distinguir sus semejanzas y diferencias, agrupándolas o separándolas de acuerdo con estas cualidades. Se han distinguido dos tipos de actividades:

CL1. Elegir objetos idénticos entre sí (conceptos de “igual” y “diferente”), como ilustra la Figura 1.

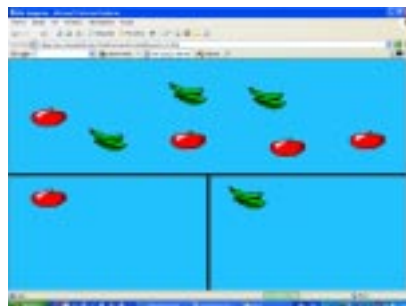


Figura 1. Clasificación (CL1)
Coloca cada objeto en el lugar correspondiente.

CL2. Reconocer las características de un conjunto y separar elementos que no pertenezcan a él (los objetos del conjunto no son idénticos entre sí), como muestra la Figura 2.

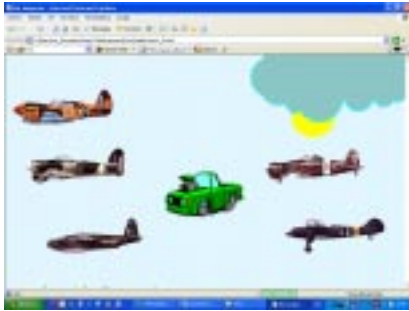


Figura 2. Clasificación (CL12)
Señala el objeto que no pertenece a la colección dada.

La *correspondencia uno a uno* implica relacionar dos colecciones de objetos con igual número de elementos, atendiendo a una determinada relación. En el tutorial aparecen actividades de:

CO1. Asociar dos conjuntos de objetos con una relación de igualdad (los objetos de los dos conjuntos son exactamente iguales), como muestra la Figura 3.



Figura 3. Correspondencia uno a uno (CO1)
Une cada objeto con el que es igual a él.

CO2. Asociar dos conjuntos de objetos con una relación que no implique igualdad (los objetos no son iguales y es necesario hallar el nexo que los une; por ejemplo, “caballo con herradura” o “vaca con leche”), como ilustra la Figura 4.

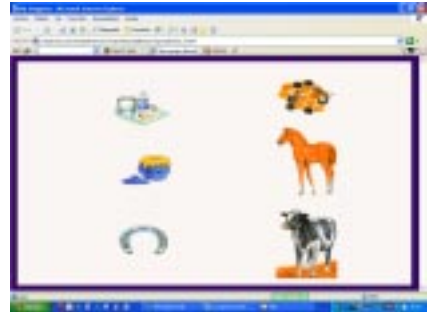


Figura 4. Correspondencia uno a uno (CO2)
Une los objetos que estén relacionados.

Realizar *seriaciones* consiste en ordenar o seriar una colección de objetos, según una determinada relación. Se proponen dos tipos:

S1. Hacer seriaciones simples (por ejemplo, ordenar de mayor a menor una colección de objetos), como se ve en la Figura 5.

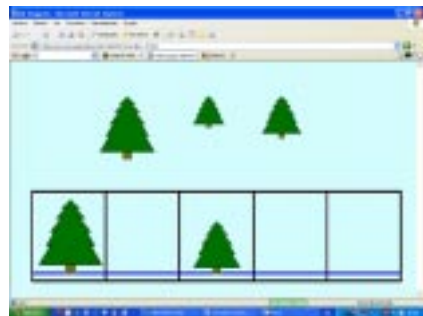


Figura 5. Seriaciones (S1)
Coloca los pinos en el lugar correspondiente, ordenándolos del más grande al más pequeño.

S2. Hacer seriaciones con alternancia de elementos y una o más variables (por ejemplo, “coche rojo, coche azul, coche rojo, coche azul”), como se nota en la Figura 6.

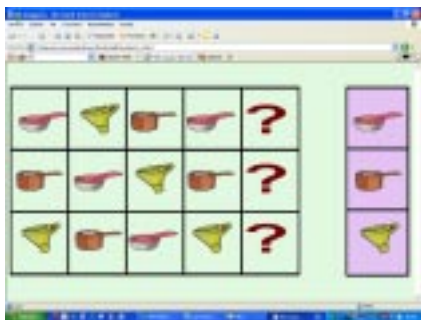


Figura 6. Seriaciones (S2)
Coloca el objeto que completa la serie.

Las actividades de *cuantificadores* se refieren a la aplicación de los cuantificadores básicos a una colección de objetos: todo, nada, poco, mucho, ninguno o algunos.

CU1. Utilizar los cuantificadores en una colección de objetos iguales (Figura 7).



Figura 7. Cuantificadores (CU1)
Indica dónde hay muchos peces.

CU2. Utilizar los cuantificadores en una colección de objetos con alguna relación, pero que no son iguales (Figura 8).



Figura 8. Cuantificadores (CU2)
Señala todos los medios de transporte.

Los datos se recogieron en varias sesiones videograbadas, durante las clases de apoyo escolar en la ATT21. Como en su trabajo habitual, el profesor se sentaba junto al alumno en el ordenador, por si en algún momento necesitaba ayuda. Cuando se tomaron los datos, los alumnos ya habían trabajado los conceptos lógicos analizados en este trabajo.

En la Tabla 1 se muestra la información detallada sobre los alumnos, cuyas edades oscilan entre los 5 y 26 años. De los 13 alumnos participantes en esta investigación, siete de ellos están escolarizados e integrados en aulas de Infantil y Primaria, aunque siguen el currículo de Infantil, por lo que los denominamos alumnos de Infantil (Inf). A los otros seis los llamamos de Alfabetización (Alf), pues son alumnos no escolarizados que reciben en la ATT21 clases de formación académica en diferentes disciplinas; el conocimiento de matemáticas que se les imparte corresponde al currículo de Infantil. Los motivos por los que no están escolarizados son diversos: ya sea porque han abandonado los centros educativos a muy temprana edad, o porque han cumplido la edad de escolarización.

Tipos	Infantil (Inf)							Alfabetización (Alf)					
Descripción	Alumnos escolarizados e integrados en aulas de Infantil y Primaria							Alumnos no escolarizados					
Edad	5	6	6	7	8	8	9	18	18	19	19	24	26
Alumno	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13

Tabla 1. Tipología y edad de los 13 alumnos participantes en la investigación.

LOS ALUMNOS Y LOS CONCEPTOS

En este apartado, analizamos las respuestas de los 13 alumnos a las actividades sobre los conceptos lógicos que planteaba el tutorial inteligente. La Tabla 2 contiene los éxitos y fracasos de las 174 actividades; de éstas, 31

corresponden a *clasificación* (CL), 51 a *seriación* (S), 36 a *correspondencia uno a uno* (CO) y 56 a *cuantificadores* (CU). El número es diferente para cada concepto porque el tutorial muestra a los alumnos las actividades en función de sus respuestas, aunque el análisis de los resultados se hará en forma global.

	Clasificación	Seriación	Correspondencia	Cuantificadores	TOTAL
Aciertos	19	14	25	35	93
Fracasos	12	37	11	21	81
TOTAL	31	51	36	56	174

Tabla 2. Número de aciertos y fracasos por conceptos.

La Figura 9 indica que el porcentaje de aciertos en las actividades sobre lógica es superior al de fracasos (53% de aciertos). Si analizamos los resultados desglosados por conceptos (Figura 10), se puede observar que el concepto que presenta mayor dificultad es el de *seriación*, pues tiene un porcentaje de fracasos superior al de aciertos (sólo un 27%). Los otros tres conceptos arrojan porcentajes similares de éxito (61%, 63% y 69% de aciertos), lo cual indica que los logros en actividades de lógica son en general altos, excepto en las de *seriación*, lo cual coincide con Monari (2002) cuando señala que los niños con Síndrome de Down pueden hacer actividades lógico-matemáticas con cierto grado de éxito. Sin embargo, ahora podemos matizar que las seriaciones se efectúan con mayor grado de dificultad que el resto de las actividades lógicas.

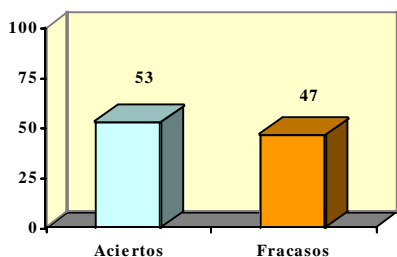


Figura 9. Resultados generales de la investigación.

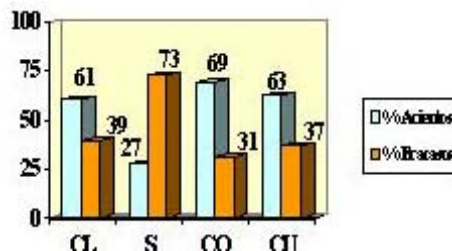


Figura 10. Resultados por conceptos.

Como dijimos en el apartado anterior, se plantearon dos tipos de actividades para cada uno de los conceptos lógicos. En la Tabla 3 y la Figura 11 aparecen los resultados, teniendo en cuenta el tipo de actividad.

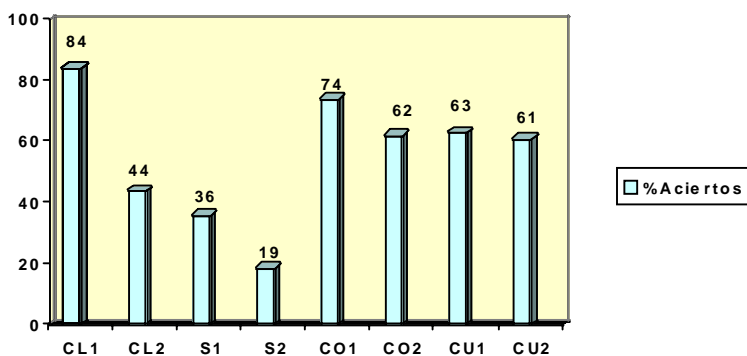


Figura 11. Resultados por tipos de actividades.

Tipos de actividades	Total de actividades	Aciertos	Fracazos
CL1. Elegir objetos idénticos entre sí (igual y diferente)	13	11 84%	2 16%
CL2. Reconocer las características de un conjunto y separar elementos que no pertenezcan a él (objetos no iguales)	18	8 44%	10 56%
CO1. Relacionar dos conjuntos de objetos iguales	23	17 74%	6 26%
CO2. Relacionar dos conjuntos de objetos con una relación, pero no iguales	13	8 62%	5 38%
S1. Hacer seriaciones simples	25	9 36%	16 64%
S2. Hacer seriaciones con alternancia de elementos y una o más variables	26	5 19%	21 81%
CU1. Cuantificadores en una colección de objetos iguales	30	19 63%	11 37%
CU2. Cuantificadores en una colección de objetos con una relación, pero no iguales	26	16 61%	10 39%

Tabla 3. Resultados por tipos de actividades.

Los resultados señalan que las dificultades varían en los diferentes tipos de actividades. Por ejemplo, en el concepto de *clasificación* observamos que las de *Reconocer las características de un conjunto y separar elementos que no pertenezcan a él* (CL2) presentan mayor dificultad que las de *Elegir objetos idénticos entre sí* (CL1), con porcentajes acertados del 44% y el 84%, respectivamente. Posiblemente tal resultado se deba a la dificultad diferenciada de las tareas: en las actividades de CL2 los alumnos necesitan buscar la relación de pertenencia, mientras que en las de CL1 tienen que hallar los elementos idénticos.

De los tipos de seriaciones planteadas, las simples (ordenar objetos de menor a mayor, o viceversa) y las que involucran la alternancia de elementos, esta última generó mayores conflictos debido a que los alumnos no encontraron el patrón o relación que determinaba la serie y la resolvieron por ensayo y error. En las seriaciones simples, la principal dificultad fue que compararon los elementos de dos en dos, sin tener en cuenta el resto de los elementos. Por tanto, la adaptación que debería hacerse a las actividades es comparar entre un menor número de objetos.

La Figura 12 ilustra una actividad del tutorial sobre seriación simple (ordenar de mayor a menor) y la Figura 13 muestra la respuesta de un alumno que cometió el error mencionado.

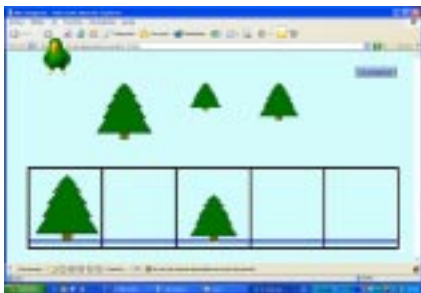


Figura 12. Actividad de seriación simple (S1).

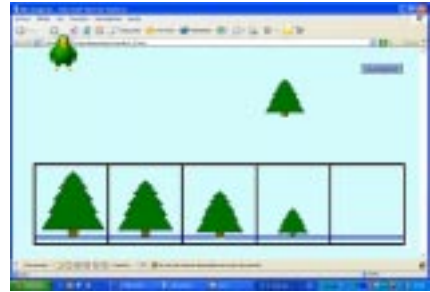


Figura 13. Respuesta errónea de un alumno.

Los dos tipos de actividades tocantes a la *correspondencia uno a uno* se diferencian en la relación entre los objetos: las de CO1 implican la igualdad, mientras que en las de CO2 los objetos no son exactamente iguales; éstas presentaron mayor dificultad para los alumnos (62% de aciertos, frente al 74% en las de CO1). Como vimos en los ejercicios de *clasificación*, hallar relaciones lógicas de un orden superior, donde no hay una igualdad explícita entre los objetos, se torna más complejo para los alumnos.

Con los *Cuantificadores* planteamos actividades en las que las propiedades de los objetos eran fácilmente perceptibles (CU1) y otras con propiedades no evidentes visualmente, aunque con objetos familiares para los alumnos, como juguetes, alimentos o animales (CU2). El comportamiento en ambos tipos de actividades fue semejante (63% y 61% de aciertos, respectivamente).

Al hacer un análisis de los resultados, distinguiendo entre los tipos de alumnos que participaron en esta experiencia (véase Tabla 4), notamos que los alumnos de Alfabetización tienen mayor porcentaje de aciertos que los de Infantil. Con esto se ratifica que los alumnos con Síndrome de Down pueden adquirir habilidades lógicas y mejorarlas en su madurez, especialmente si continúan su formación académica.

	Porcentaje de aciertos	Porcentaje de fracasos
Infantil	47	53
Alfabetización	60	40

Tabla 4. Resultados por tipos de alumnos.

Si se detallan los resultados por tipos de alumnos y conceptos (Figuras 14 y 15), los porcentajes de aciertos que logran los alumnos de Alfabetización son superiores en todos los conceptos, menos en el de *clasificación*. Incluso, en el de *seriación*, aunque en ambos grupos el porcentaje de fracasos es superior al de aciertos, los alumnos de Alfabetización obtienen mejores resultados que los de Infantil (39% y 18% de aciertos, respectivamente). Destaca también el alto porcentaje de aciertos de los alumnos de Alfabetización en el concepto de *correspondencia uno a uno*.

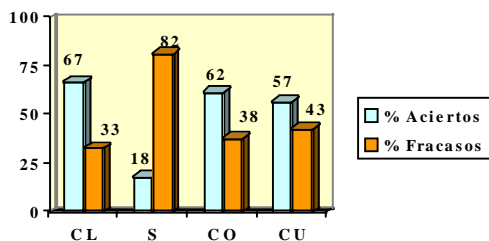


Figura 14. Resultados de los alumnos de Infantil.

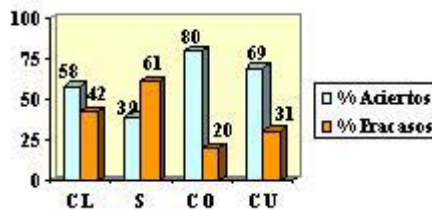


Figura 15. Resultados de los alumnos de Alfabetización.

LOS ALUMNOS Y EL TUTORIAL

En esta parte analizamos las cuestiones que atañen al manejo del tutorial por parte de los alumnos. Así, nos centramos en determinar si las características cognitivas y físicas de las personas con Síndrome de Down hacen que su relación con un medio tecnológico, concretamente con el tutorial, requiere de consideraciones diferentes a las que se tiene con personas sin discapacidad. Nuestra intención, por tanto, fue estudiar el comportamiento de los alumnos con el tutorial, observando aspectos técnicos, como el uso del ratón y la acción para responder a las actividades, y de actitud, como la autonomía de los alumnos en su trabajo.

De este modo, ahondamos en las videograbaciones si los alumnos mostraban un uso eficiente del ratón, distinguiendo entre su facilidad para “pinchar con el ratón” y para “arrastrar el ratón”, dos acciones fundamentales al resolver las actividades del tutorial. Se consideró como un éxito cuando el alumno usaba solo el ratón (arrastrar y pinchar) sin ayuda del profesor. La Tabla 5 presenta los porcentajes de éxito en el manejo del ratón.

Sin embargo, también notamos que muchos alumnos tendían a señalar con el dedo la pantalla del ordenador, en lugar de pulsar la respuesta con el ratón. Por ello, consideramos interesante hacer un estudio detallado de esta actitud, que también fue registrada en la tabla.

Alumnos		Uso del ratón		Señala con el dedo la pantalla
		Pinchar	Arrastrar	
A1	Inf	57%	28%	14%
A2	Inf	0%	0%	92%
A3	Inf	0%	9%	92%
A4	Inf	42%	42%	32%
A5	Inf	31%	31%	42%
A6	Inf	0%	0%	91%
A7	Inf	76%	76%	0%
A8	A8	72%	91%	10%
A9	A9	33%	75%	0%
A10	A10	19%	24%	76%
A11	A11	8%	16%	75%
A12	A12	83%	100%	83%
A13	A13	80%	80%	30%

Tabla 5. Porcentaje de éxito en el manejo del ratón (pinchar y arrastrar) y de actividades en las que señala con el dedo la pantalla.

Los resultados sobre el uso del ratón muestran que ningún alumno tuvo un 100% de éxito al arrastrar y pinchar. Todos requirieron en algún momento la ayuda del profesor. Asimismo, hubo grandes diferencias entre los alumnos por su habilidad en el manejo del ratón. Frente a los que lograron un alto grado de precisión al pinchar o al arrastrar (A7, A8, A12 y A13), otros necesitaron la ayuda del profesor en muchos momentos (A2, A3, A6, A10 y A11). Esto se debió a un menor hábito en el ambiente familiar y escolar sobre el uso del ordenador, pero también a algunas dificultades motrices propias de esta discapacidad.

A veces, los alumnos manifestaban verbalmente la respuesta correcta, pero erraban en la precisión con el ratón; tales dificultades les llevaban de manera mecánica a señalar con la pantalla con el dedo. Es por eso que, a partir de nuestro análisis, se han puesto en los ordenadores del centro 21 pantallas táctiles para los alumnos que lo requieran o para los que les resulta muy difícil mejorar su precisión.

Otra cuestión que nos pareció importante investigar se refirió al grado de autonomía de los alumnos frente al ordenador y, en especial, frente al

tutorial, debido a que, en la formación de alumnos con Síndrome de Down, es un objetivo primordial inculcarles la creencia de que pueden ser autónomos en sus actividades, sean matemáticas o no. El ordenador puede ser un instrumento que ayude a fomentar esta capacidad, mas requiere de un trabajo a largo plazo.

En el análisis a cada una de las actividades observamos a través de los videos si los alumnos respondían por sí solos a la actividad, sin necesitar la ayuda del profesor. La Tabla 6 contiene los porcentajes de actividades en las que los alumnos requirieron de la asistencia del profesor en más de una ocasión.

Alumnos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Autonomía	100	83	91	53	17	100	35	13	17	57	100	17	70

Tabla 6. Porcentaje de actividades en las que los alumnos requirieron de la ayuda del profesor.

En estos resultados destaca el hecho de que ningún alumno es autónomo frente al ordenador. Se notó una gran variabilidad en los alumnos, pero la mayoría tuvo más de un 50% en sus puntuaciones. Sin embargo, es pertinente contextualizar los datos, teniendo en cuenta que los alumnos con Síndrome de Down están acostumbrados a trabajar directamente con sus profesores e interactuar con ellos en todo momento, lo cual se extiende también al trabajo con el ordenador. Tal dependencia, en algunos casos, se vio acrecentada por el hecho de que algunos alumnos, como ya dijimos, tenían muchas dificultades con el manejo del ratón; en otras ocasiones solicitaban una mayor explicación sobre la acción que debían hacer para responder la pregunta, o pedían que se repitiera el enunciado de la actividad.

Si relacionamos los resultados sobre el uso del ratón con la autonomía, observamos que algunos alumnos que tuvieron mayores problemas con el ratón presentaron menor autonomía (A2, A3, A6, A11). Pero no siempre ocurrió esto, ya que hubo casos, como el del alumno A13, quien tuvo poca autonomía porque necesitó la

ayuda del profesor para comprender las actividades, mas no presentó problemas con el uso del ratón.

Aunque no lo presentamos cuantificado, sí observamos que, en general, los alumnos del estudio demostraron un gran interés al hacer las actividades con el ordenador, pese a las dificultades motrices y de comprensión de las tareas.

CONCLUSIONES

Aunque nuestro currículo aboga por el acceso de las personas con discapacidades a la formación, ello implica la dotación de medios y recursos. En este sentido, la tecnología ofrece posibilidades para adaptar la enseñanza a las necesidades especiales de los alumnos; para el caso del aprendizaje matemático en las personas con Síndrome de Down, significa también ahondar en cómo aprenden matemáticas y qué tipo de adaptaciones necesitan.

Los resultados de este estudio indican que los alumnos con Síndrome de Down pueden adquirir cierto grado de comprensión sobre conceptos lógico-matemáticos, ya que han

tenido mayores éxitos que fracasos en tareas *no rutinarias* sobre dichas nociones. Esto ratifica el trabajo de Nye et al. (2001), donde se afirma que los alumnos con Síndrome de Down no sólo aprenden procesos de memoria, sino que pueden llegar a comprender conceptos matemáticos.

En general, los alumnos con Síndrome de Down que participaron en nuestra experiencia tuvieron mayores dificultades al buscar relaciones lógicas superiores, donde éstas no eran directas y los objetos no eran iguales; por tanto, tenían que abstraer la relación que los unía. Aquí, el concepto de *seriación* fue especialmente complejo para los alumnos, por lo cual requiere de una adaptación curricular. Además, se hace necesario hacer una mayor investigación en este aspecto para indagar las causas de esas dificultades.

Por otra parte, el análisis sobre el uso del tutorial indicó que muchos alumnos tuvieron dificultades en el manejo del ratón, tanto para pinchar como para arrastrar, lo cual hizo que señalaran la pantalla con el dedo. Tal situación se debió a problemas psicomotrices propios de esta discapacidad y a la poca relación de algunos alumnos con los entornos informáticos; sin embargo, puede resolverse con el uso de pantallas táctiles y

con una mayor presencia del ordenador en el aprendizaje de los alumnos.

La falta de autonomía es una característica de las personas con Síndrome de Down. En nuestra investigación, la mayoría de los alumnos requirieron de la presencia permanente del profesor para avanzar en las actividades del tutorial, sobre todo los que tenían menos familiaridad con el medio informático y los que se toparon con dificultades para comprender los enunciados de las actividades y las acciones a realizar. Ahora bien, la motivación que demostraron los alumnos y la adaptación del tutorial a sus ritmos de aprendizaje y características personales serán elementos útiles para que adquieran una mayor autonomía en la adquisición de conocimientos matemáticos.

Los resultados también indican la necesidad de la formación continua que necesitan las personas con Síndrome de Down. Por eso, creemos imprescindible su escolarización e integración en los centros educativos.

Por último, es pertinente investigar la adquisición de conceptos matemáticos para poder realizar verdaderas adaptaciones curriculares de matemáticas que lleguen y sirvan como apoyo al profesorado de estos alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L.; Bruno, A.; Hernández, B.; Martín, N.; Noda, A. y Padilla, J. (2005). Las matemáticas, un campo a explorar en la población con Síndrome de Down. En *Actas de las XI Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, JAEM* (pp. 807-813). Canarias, España: Consejería de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de Canarias-Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas "Isaac Newton".

Aguilar, R. M.; Bruno, A.; González, C.; Muñoz, V. y Noda, A. (2003). Teaching mathematics to children with Down's Syndrome. En *11th International Conference on Artificial Intelligence in Education 2003. Workshop Advanced Technologies for Mathematics Education*. Sydney, Australia.

Aguilar, R.; Muñoz, V.; Soledad González, C.; Noda, A.; Bruno, A. y Moreno, L. (2004). Design of an instructional planner for an intelligent tutorial system using Fuzzy Methodology and MAS. *Wseas Transactions on Circuits and Systems* 10 (3), 2261-2266.

Aguilar, R. M.; Bruno, A.; Muñoz, V.; Noda, A.; Moreno, L. y González, C. (2005). Tutorial inteligente para el refuerzo de la suma en alumnos con Síndrome de Down. En *Actas de las XI Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, JAEM* (pp. 815-820). Canarias, España: Consejería de Educación, Cultura y Deporte, Gobierno de Canarias-Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas "Isaac Newton".

Aguilar, R. M; Bruno, A.; Muñoz, V.; Noda, A.; Moreno, L. y González, C. (2006). El pensamiento lógico-matemático en alumnos con Síndrome de Down. En *Actas de las XII Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas, JAEM*. Albacete, España (en prensa).

Brinkley, V. M. & Watson, J. A. (1987). Logo and young children: are quadrant effects part of inicial logo mastery? *Journal of Educational Technology System* 19, 75-86.

Buckley & Sacks (1987). *The adolescent with Down's Syndrome*. Portsmouth, United Kingdom: Portsmouth Polytechnic.

Elliot, A. & Hall, N. (1997). The impact of self-regulatory teaching strategies on "alt-risk" preschooler's mathematical learning in a computer-mediated environment. *Journal of Computing in Childhood Education* 11, 139-142.

Gelman, R. & Cohen, M. (1988). Qualitative differences in the way Down Syndrome and normal children solve a novel counting problem, In L. Nadel (Ed.), *The Psychology of Downs' Syndrome* (pp. 51-99). Cambridge, USA: MIT Press.

Monari, E. (2002). Learning mathematics at school... and later on. *Down Syndrome News and Update* 2 (1), 19-23.

Moreno, L.; Aguilar, R. M.; González, C.; Muñoz, V.; Bruno, A. y Noda, A. (2003). The design of an intelligent tutorial for the addition operation in children with learning difficulties. Part I. En *The Fuzzy Instruccional Planner. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education*. Phoenix, Arizona.

Sociedad Andaluza de Profesores de Matemáticas (2003). *Principios y estándares para la Educación Matemática*.

Nye, J.; Fluck, M. & 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.

Ortega, J. M. (2003). *Nuevas tecnologías y aprendizaje matemático en niños con Síndrome de Down*. Madrid, España: Federación Española de Síndrome de Down (FISEM)-Obra Social de Caja Madrid.

Porter, J. (1999). Learning to count: A difficult task? *Down Syndrome Research and Practice* 6 (2), 85-94.

● **Alicia Bruno**

María Aurelia Noda

Departamento de Análisis Matemático

Área Didáctica de la Matemática

Universidad de La Laguna

Campus de Anchieta, edificio de Matemáticas y Física

E-mails: abruno@ull.es

mnoda@ull.es

● **Rosa María Aguilar**

Carina Soledad González

Lorenzo Moreno

Vanessa Muñoz

Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas

Universidad de La Laguna

Campus de Anchieta

E-mails: raguilar@ull.es

cjgonza@ull.es

lmoreno@ull.es