

Representación de problemas matemáticos asociados al uso del algoritmo de signación en población sorda¹

Nohemy M. Bedoya Ríos², Diego Fernando Guerrero López³, Edgar Andrés Gallo⁴
Universidad del Valle, Cali (Colombia)

Recibido: 13/04/2013

Aceptado: 22/08/2013

Resumen

Objetivo. La presente investigación pretende describir el cambio en los desempeños (logro y tipos de representación utilizados) de estudiantes de una escuela para población sorda de la ciudad de Cali después de recibir instrucción en el uso del algoritmo de signación, propuesto por Nunes y Moreno (1998b). **Método.** Para ello, se realizó un estudio con diseño descriptivo, en el que se empleó el formato de pretest y postest, así como comparación descriptiva con grupo control. Ocho estudiantes participaron para conformar dos grupos de cuatro integrantes. Como instrumento de evaluación se aplicó una batería de problemas aritméticos en formato arábigo y en lengua de señas colombiana (LSC) tanto en el pre como en el postest. La intervención consistió de cinco sesiones, donde se explicó a los estudiantes el uso del algoritmo al resolver problemas aditivos. **Resultados.** Se realizaron análisis de estadística descriptiva para variables categóricas, los cuales mostraron diferencias en los porcentajes de logro, formas de representación del problema y uso de estrategias en el grupo intervenido en el postest. **Conclusión.** Los resultados permiten concluir que una estrategia educativa pensada para la población sorda puede contribuir a mejorar los aprendizajes de conceptos matemáticos básicos.

Palabras clave. Lengua de señas, niños sordos, algoritmo de signación, operaciones aritméticas, intervención.

Representation of Mathematical Problems with the Use of the Assignment Algorithm Form Used with Deaf People

Abstract

Objective. The purpose of this research was to describe the change in performance (achievement and types of representation employed) of students attending a school for deaf people in the city of Cali, after receiving instructions in the use of the assignment algorithm proposed by Nunes and Moreno (1998b). **Method.** For this purpose, a descriptive study was carried out, in which a pre-test and post-test formula were used, as well as a descriptive comparison with control group. Eight students took part, to form two groups of four members

¹ El presente trabajo fue realizado como parte del proyecto de investigación "Estudio exploratorio sobre el aprendizaje de la secuencia numérica de conteo en lengua de señas, en niños sordos", financiado por Colciencias y la Universidad del Valle. Contrato RC No. 409 – 2011.

² Candidata a Magíster en Psicología, Universidad del Valle. Grupo Matemática y Cognición - Universidad del Valle, Ciudad Universitaria Meléndez, Centro de investigaciones en Psicología, cognición y cultura, edificio 385, oficina 4007. Correspondencia: nohemy.marcela.bedoya@correrounivalle.edu.co

³ Magíster en Psicología y Especialista en Estadística Aplicada. Docente. Correspondencia: diego.guerrero@correounivalle.edu.co

⁴ Psicólogo.

each. As an instrument of evaluation, a battery of arithmetical problems was applied in arabic format, and in Colombian sign language (CSL), in the pre as well as the post test. The intervention consisted of five sessions in which an explanation was given to students on the use of the algorithm for solving problems of addition. **Results.** A descriptive statistical analysis was carried out for categorized variables, which showed differences in percentages of achievement, ways of problem representation and the use of strategies in the post test group. **Conclusion.** The conclusion drawn from the results was that an educational strategy designed for deaf people could help to improve learning of basic mathematical concepts.

Key words. Sign language, deaf children, assignation algorithm, arithmetical operations, intervention.

Representação de problemas matemáticos associados ao uso do algoritmo de signação em população surda

Resumo

Escopo. A presente pesquisa pretende descrever a mudança nos desempenhos (logro e tipo de representação utilizados) de estudantes de uma escola para população surda da cidade de Cali depois de receber instrução no uso do algoritmo de signação proposto por Nuñez e Moreno (1998b). **Metodologia.** Para isto, foi feito um estudo com desenho descritivo, no que empregou-se o formato de pretest e postest, assim como comparação descritiva com grupo de controle. Oito estudantes participaram para conformar dois grupos de quatro integrantes. Como instrumento de avaliação foi aplicado uma bateria de problemas aritméticos em formato arábigo e em língua de senhas colombianas (LSC) tanto no pre quanto no postest. A intervenção consistiu de cinco sessões onde foi explicado aos estudantes o uso do algoritmo ao resolver problemas auditivos. **Resultados.** Foram realizadas análises de estadística descritiva para variáveis categóricas, os quais mostraram diferenças nos porcentagem de logro, formas de representação do problema e uso de estratégias no grupo da intervenção no postest. **Conclusão.** Os resultados permitem concluir que uma estratégia educativa pensada para a população surda pode contribuir a melhorar as aprendizagens de conceitos matemáticos básicos.

Palavras chave. Língua de senhas, crianças surdas, algoritmo de signação, operações aritméticas, intervenção.

Introducción

En las últimas décadas se ha tratado de explicar un fenómeno educativo que afecta a una población en situación de discapacidad: las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas de los niños sordos. La mayoría de los estudios han comparado el desempeño de estudiantes sordos y estudiantes oyentes, estableciendo que existe entre ellos un desfase en el aprendizaje, es decir, una diferencia medida en términos de grado escolar y que se supone es de al menos dos años (Hitch, Arnold y Phillips, 1983; Leybaert y Van Cutsem, 2002; Nunes y Moreno, 1998a; Swanwick, Oddy y Roper, 2005; Wollman, 1964).

Para explicar este fenómeno se han propuesto diferentes tipos de hipótesis, una de ellas señala que

la sordera es la causante del menor desempeño de los niños sordos, sin embargo, no existe evidencia que la apoye. Por ejemplo, Wollman (1964); Wood, Wood, Kingsmill, French y Howarth, (1984) y Nunes y Moreno (1998a) no encontraron correlación estadística entre el nivel de sordera y los logros matemáticos.

Otros proponen la existencia de un factor asociado a la sordera como causante del desfase, es decir, el papel que diversas habilidades y procesos cognitivos tienen. Por ejemplo, Hitch et al. (1983) suponen que la ausencia de subvocalización en los niños sordos implica la carencia de estrategias de conteo encubiertas y, por consiguiente, el desfase en el desempeño matemático. Sin embargo, al estudiar los tiempos de reacción en tareas de suma encontraron que el patrón en los tiempos

era similar en sordos y oyentes. Sus resultados y la réplica del estudio realizada por Mulhern y Budge (1993) sugieren que la estrategia de procesamiento numérico usada por las dos poblaciones es similar, por tanto, en ambos estudios se concluye que el supuesto de la ausencia de subvocalización no es causante del desfase.

Por otro lado, se han estudiado procesos y habilidades numéricas no dependientes del lenguaje como la representación y manipulación de magnitudes, la subitización, la estimación y las estrategias de conteo (Bull, 2008; Bull et al., 2011; Hauser, Dye, Boutla, Green y Bavelier, 2007). En el caso de las representaciones de magnitud, asociadas a la capacidad para representar y manipular cantidades numéricas de forma aproximada en un formato no verbal, se ha analizado la automaticidad de activación de estas representaciones, pues se considera que éste es un indicador relevante del avance de las habilidades numéricas (Girelli, Lucangeli y Butterworth, 2000). Cuyos resultados señalan que niños sordos con edades entre los 10 y 13 años presentan un efecto de congruencia similar al encontrado en oyentes (Bull y Theodorou en preparación, citado en Bull, 2008), es decir, que la automaticidad de activación es equivalente entre las poblaciones.

En estudios que analizan el uso de la subitización, entendida como la capacidad para aprehender de manera rápida y precisa la numerosidad en una colección entre 1 y 4 ítems, los resultados evidencian que no existen diferencias significativas entre el desempeño de estudiantes sordos y oyentes (Bull, 2008; Hauser et al., 2007). Igualmente, sobre la estimación, se ha encontrado que la media de error es significativamente más alta en los participantes sordos, aunque el tipo de representación que mejor se adapta a sus desempeños es el de una función lineal, no logarítmica. Esto indica que el proceso de estimación es menos preciso en los sujetos sordos, pero mantiene el mismo tipo de funcionamiento identificado en oyentes (Bull, 2008; Bull et al., 2011).

De esta manera, se concluye que las habilidades de procesamiento numérico básicas son similares en ambas poblaciones, sugiriendo que sus condiciones son similares durante la etapa preescolar (Bull, 2008; Nunes y Moreno, 1998a; Zarfaty, Nunes y Bryant, 2004).

Por otro lado, para algunos autores entender las razones del desfase en el desempeño matemático,

identificado en la población sorda, implica reconocer que la sordera constituye una condición de riesgo para el niño en desarrollo, dado que éste se encuentra en una situación comunicativa que limita el acceso a la información que se transmite de manera oral (Bedoya, Mejía y Guerrero, 2012; Bravo, 1996; Nunes, 2004; Nunes y Moreno, 1998a; 1998b; 2002). Se propone entonces que el niño sordo cuenta con las capacidades cognitivas para comprender y operar con los conceptos numéricos, pero que su limitación comunicativa lo pone en riesgo de no desarrollar este conocimiento, ya que no logra acceder a los aprendizajes incidentales tempranos que el niño oyente realiza a través de su experiencia con las cantidades, los valores y los números en los juegos, conversaciones o el manejo del dinero (Marschark, Lang y Albertini, 2002; Nunes, 2004; Nunes y Moreno, 1998a; 2002; Rodríguez, García y Calleja, 2009; Swanwick et al. 2005; Zarfaty et al., 2004).

Nunes (2004) señala que el desfase entre las dos poblaciones tiende a incrementarse durante el proceso de escolarización, hecho que la lleva a plantear que las propuestas pedagógicas están generalmente diseñadas para responder a las características de la población oyente. Frente al efecto de las prácticas de enseñanza en el proceso de aprendizaje de los niños sordos, algunos autores han propuesto que procesos de intervención con estrategias y herramientas diseñadas propiamente para las características que demanda esta población podrían mejorar el desempeño de los niños en la resolución de problemas matemáticos (Fávero y Pimenta, 2006; Marschark et al., 2002; Nunes, 2004; Nunes y Moreno, 1998a, 1998b, 2002; Swanwick et al., 2005; Zarfaty et al., 2004).

En la búsqueda de herramientas de intervención para la población sorda, Nunes y Moreno (2002) desarrollaron una propuesta de intervención dirigida a mejorar las habilidades de cálculo de los niños sordos, contrarrestando dos dificultades relacionadas con el bajo desempeño matemático. Primero, el limitado acceso a aprendizajes matemáticos incidentales y, segundo, la baja capacidad para realizar inferencias temporales.

El programa de intervención propuesto por estas autoras abordaba como ejes temáticos los conceptos de composición aditiva, composición multiplicativa, unidades de medición y las fracciones. Su desarrollo implicó un trabajo de diseño de materiales y situaciones en conjunto con

las maestras de los niños sordos, quienes fueron las encargadas de realizar la implementación del programa en el aula. Se trató de un diseño pretest y postest con grupo control. El grupo control estaba compuesto por 65 niños de las mismas escuelas de los niños sordos, de un año escolar previo a los participantes del grupo que recibió la intervención. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las puntuaciones en el pretest y postest en el grupo de niños que recibió la intervención. De igual manera, se presentaron diferencias significativas entre las puntuaciones de los niños del grupo control y el grupo que recibió la intervención, siendo más altos los resultados obtenidos en el test por este último grupo.

En la misma línea, Nunes y Moreno (1998b) encontraron que algunos niños espontáneamente hacían uso de lo que ellas denominaron “algoritmo de signación”, su uso fue encontrado en algunos niños sordos que espontáneamente utilizaban este recurso para la resolución de sumas y restas, destacando que se trata de un método que al ser desarrollado por los mismos niños podría ser “psicológicamente sensible” y resultar beneficioso para otros niños sordos.

El algoritmo involucra el uso de las dos manos y requiere que el niño domine previamente el conteo ascendente y descendente con ambas manos. Para una suma típica, por ejemplo $8 + 7$, el niño signa en una mano el operador ocho (8) y en la otra la transformación (7), entonces, simultáneamente realiza un conteo descendente en la mano donde signa la transformación (en este caso desde el 7 hasta el 0) mientras la mano donde signa el operador realiza el conteo ascendente (en este caso desde el 8 hasta el 15, que equivale a las 7 unidades disminuidas en la mano de la transformación) para obtener al final el resultado de quince (15). Nunes (2004) intervino a seis niños ingleses con sordera profunda enseñándoles el uso del algoritmo para resolver problemas de suma. Los resultados mostraron que al comparar el grupo intervenido con un grupo pareado de niños sordos, los primeros tendían a resolver un mayor número de problemas de suma, mostrando la posible utilidad de la herramienta. Sin embargo, en el estudio no se ofrecen en detalle los resultados sobre el desempeño de los sujetos participantes.

En el contexto educativo colombiano se cuenta con una información escasa y descentralizada sobre la comprensión de los procesos cognitivos subyacentes

a la adquisición del conocimiento matemático en niños sordos, además, existen pocas intervenciones sobre las prácticas pedagógicas que respondan a las necesidades de esta población. Por ejemplo, un análisis de las tareas y actividades propuestas en un programador del área de matemáticas en una de las instituciones educativas especializadas en el trabajo con población sorda, reveló que muchas de las situaciones tienen demandas cognitivas que no corresponden al dominio matemático y son tomadas, sin mayores adaptaciones, de cartillas o manuales diseñados para la población oyente (Avalo, Bedoya, Gallo y Tovar, 2013).

De acuerdo con la identificación de esta problemática, el presente estudio intenta explorar los cambios en el desempeño que la utilización de una herramienta, desarrollada por la misma población sorda en otros países, tiene sobre la forma en que niños sordos colombianos entienden y resuelven tareas matemáticas. Para ello, se propuso, como objetivo central, caracterizar y analizar los cambios en el desempeño de una muestra de niños sordos de 2° a 4° de primaria, al resolver operaciones de suma y resta después de recibir instrucción sobre el uso del algoritmo de signación (Nunes 2004; Nunes y Moreno, 1998b). En el diseño se tomaron en consideración los cambios en términos del tipo de representaciones que los niños realizaban sobre los problemas y las estrategias utilizadas para la resolución de los mismos.

Método

Diseño

Se utilizó un diseño descriptivo, en el que se empleó el formato de pretest y postest, así como comparación descriptiva con grupo control.

En el intervalo entre las pruebas, se implementó una fase de intervención en la que se ofreció instrucción sobre la utilización del algoritmo de signación. Este proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la universidad a la que pertenecen los autores, siguiendo los lineamientos del Código de Ética de Helsinki. Se trata de un estudio no invasivo, en modalidad de evaluación e intervención pedagógica individual. Se contó con el consentimiento de los padres de familia y directivas de la institución educativa, así como con el asentimiento de los estudiantes participantes.

Participantes

En el presente estudio participaron estudiantes con sordera profunda bilateral, de estrato socioeconómico 1 y 2 de la ciudad de Cali, que se encontraban cursando entre 2° a 4° de primaria en una institución educativa regular que implementa la lengua de señas colombiana (LSC) como lengua natural. Es necesario aclarar que en la ciudad solo existen dos instituciones de básica primaria que trabajan desde un modelo educativo bilingüe para sordos, es decir, que consideran la LSC como la primera lengua de las personas sordas; adicionalmente, este estudio no pretendía estimar parámetros de la población de referencia, por lo cual no se requirió de un método de muestreo particular para garantizar la representatividad de la muestra.

Para la selección de la muestra, se evaluó al total de estudiantes de la institución de los grados 2° a 4°, en la fase del pretest. A partir de sus resultados y otros criterios se seleccionó la muestra de participantes. Los criterios de selección fueron: (a) nivel comunicativo medio o avanzado (evaluado por la docente), (b) capacidad para signar con ambas manos, (c) dominio del conteo ascendente en el rango de 1 a 10 y (d) uso de estrategias de resolución de problemas aditivos menos sofisticadas que el algoritmo de signación.

Finalmente, se seleccionaron ocho niños (dos mujeres y seis hombres) con un promedio de edad de 14.1 ($DE = 2.6$) años, que cumplían las condiciones para el aprendizaje del algoritmo de signación. Esta muestra se dividió en los grupos de intervención (cuatro niños) y control (cuatro niños). Los sujetos fueron pareados por grado escolar y asignados aleatoriamente a los grupos.

Instrumentos

Pretest y Postest.

Se aplicó una batería de 90 problemas aditivos basada en el conjunto de pruebas realizadas por Nunes y Moreno (1998a), las cuales fueron analizadas y adaptadas según los tipos de relaciones aditivas propuestas por Vergnaud (1991). La prueba fue construida con el apoyo de un intérprete de LSC certificado, quien trabajaba como docente de la institución educativa. Cada ítem de la prueba se analizó desde la perspectiva del análisis de tarea como método para validar su contenido. Esta batería

pretendía evaluar el desempeño y las estrategias usadas por los niños al enfrentarse a problemas de tipo aditivo (sumas y restas), presentados en dos formatos de representación (arábigo y lengua de señas) que incluían diferentes tipos de relaciones aditivas:

1. Problemas en lengua de señas:
 - 1.1. Categoría 1: dos medidas que se componen para dar lugar a una medida. Ejemplo: Juan tiene 8 dardos de madera y 9 de metal. En total tiene 17 dardos.
 - 1.2. Categoría 2: una transformación opera sobre una medida para dar lugar a una medida. Cuando la transformación (número relativo) es mayor que 0. Ejemplo: Camilo tiene 6 canicas antes de empezar a jugar. Gana 3 canicas. Ahora Camilo tiene 9 canicas ($b > 0$).
 - 1.3. Categoría 3: una transformación opera sobre una medida para dar lugar a una medida. Cuando la transformación (número relativo) es menor que 0 ($b < 0$).
2. Problemas en formato arábigo:
 - 2.1. Se propusieron problemas de suma y resta en el algoritmo horizontal de la forma $a + b = c$ o $a - b = c$. En estos se controló el lugar de la incógnita en el problema según el algoritmo asociado (ej. $a + b = ?$ ó $a + ? = c$) y el rango numérico de los sumandos, los cuales se dividieron de acuerdo a los cambios de posición de los numerales en lengua de señas: 1(1-5), 2(6-10), 3(11-15), 4(16-20).

Adicionalmente, se aplicó la tarea la Tienda de ropa como parte de la fase de intervención. Esta es una tarea de resolución de problemas, en la que se solicita al niño, asumir el rol de vendedor en una tienda de ropa. A su cargo quedan tareas de inventario de bodega, acomodación de los estantes, venta y registro de ventas. Este tipo de tareas demandan que el niño ponga en uso habilidades de conteo, composición aditiva, notación arábigo, entre otras.

La tarea consta de una pequeña maqueta que asemeja el interior de una tienda, en la cual se encuentran distribuidos en sus tres paredes, algunos estantes para colgar ropa. Cada pared alberga cuatro estantes, cada uno para colgar cinco prendas, para un total máximo de 20 prendas por pared. Los tipos de prendas utilizados son pequeñas colecciones de camisas blancas, camisas de colores y pantalones.

Procedimiento

Fase de evaluación (Pre-test).

Se presentó la batería de problemas aritméticos de manera individual. Para su resolución, el estudiante contó con lápiz y papel. Inicialmente, se presentaron los problemas de suma y resta en formato arábigo, posteriormente, los problemas en formato de LSC. Las instrucciones fueron dadas por la docente, realizándose un registro escrito de las respuestas de los niños.

Fase de Intervención.

Este proceso se llevó a cabo de forma individual, en el cual la docente entrenada en el procedimiento y acompañada por uno de los investigadores, presentó las instrucciones en LSC y se ejemplificaron los distintos tipos de actividades. El tiempo de desarrollo varió de acuerdo con el ritmo de avance de cada niño; a continuación se describen las actividades y el número de sesiones que fueron propuestas inicialmente. La intervención fue registrada en video.

Esta fase se dividió en tres momentos a través de los cuales se propició la comprensión y utilización, por parte del estudiante, del algoritmo de signación como una estrategia para la resolución de problemas de suma y resta. Para cada uno de estos momentos, se propuso una evaluación de los desempeños mínimos, que constituirían la condición necesaria para dar paso al siguiente tipo de instrucción. En el primer momento se realizó una evaluación y práctica del conteo ascendente y descendente entre 1 y 20, con ambas manos (una sesión). En el segundo se enseñó y ejemplificó el funcionamiento del algoritmo de signación en tareas de suma y resta. Inicialmente, la docente mostró el uso del algoritmo, posteriormente, acompañó al niño para que intentara resolver los problemas usando dicha estrategia (dos sesiones). Finalmente, en el tercer momento se realizó una práctica del uso del algoritmo en una situación de resolución de problemas, denominada “la tienda de ropa” (dos sesiones).

Fase de evaluación (Pos-test).

Se aplicó, individualmente, una prueba con ítems homólogos a los diseñados para el pretest, manteniendo las mismas condiciones de aplicación.

Modelo de análisis

Los resultados de las pruebas pre y post fueron analizados a partir de tres criterios empleados para evaluar el desempeño de los estudiantes:

1. Logro. Todas las respuestas se categorizaron de acuerdo con la correspondencia del resultado obtenido con el resultado ideal para un problema aritmético dado. Las categorías fueron: (a) acierto si la producción correspondía y (b) error en todos los casos diferentes al acierto, incluyendo la no respuesta.
2. Representación del problema. Se construyeron categorías de acuerdo con las formas de representación utilizadas por el estudiante para organizar los datos del problema y resolverlo. Las categorías fueron: (a) no observable si no realiza representación alguna; (b) personaje de la historia, dibuja uno o más de los personajes presentados en la consigna; (c) colecciones, dibuja los objetos de la consigna que sufren una transformación aritmética, pero la cantidad no corresponde al numeral presentado en la consigna y en algunos casos puede estar acompañado de un numeral arábigo que supone debe tener la colección representada, sin que ello implique que sea uno de los numerales presentados en la consigna o el total; (d) análoga a la cantidad, dibuja elementos y el número de éstos es igual a por lo menos uno de los términos expresados en la consigna; (e) numeral arábigo, el niño escribe un numeral que corresponde con uno o más de los numerales presentados en la consigna o al total; (f) algoritmo de operación aritmética, escribe dos cardinales recuperados de la consigna y los representa en forma de operación aritmética, ya sea una suma o resta, en el formato de algoritmo vertical u horizontal; (g) numeral en LSC, signa un numeral en LSC que se corresponde con uno o más de los numerales presentados en la consigna o al total.
3. Estrategias de resolución. Se establecieron categorías a partir de las acciones y procedimientos utilizados con el propósito de resolver cada problema aritmético. Las estrategias definidas son: (a) no clasificada, dibuja personajes o colecciones sin operación alguna en el proceso de resolución; (b) secuencia numérica de conteo, si realiza un

conteo desde 1 o desde el numeral menor que se ha presentado y continúa recitando la secuencia numérica sin un tope específico; (c) conteo total para la suma, la cual consiste en el conteo reiterativo y exhaustivo de los elementos en ambos términos, iniciando el conteo siempre desde uno (Bermejo y Lago, 1988; Fuson, 1982; Secada, Fuson y Hall, 1983; Serrano y Denia, 1987); (d) conteo total para la resta, representa el término mayor, anula la cantidad del término menor y cuenta los elementos sobrantes (Serrano y Denia, 1987); (e) conteo desde, lo que significa que realiza el conteo uno a uno, iniciando desde el cardinal de uno de los términos de la operación y se adicionan los elementos del segundo (Fuson, 1982; Secada et al., 1983; Serrano y Denia, 1987); (f) recuperación de hechos numéricos, no requiere de ningún tipo de procedimiento observable y se obtiene una respuesta a través de la recuperación directa desde la memoria (Bermejo y Lago, 1988; Imbo y Vandierendonck,

2007); (g) algoritmo de signación para la suma (Nunes y Moreno, 1998b, Nunes, 2004); y (h) algoritmo de signación para la resta (Nunes y Moreno, 1998b, Nunes, 2004).

Resultados

A continuación, se presentan los hallazgos del estudio, teniendo en cuenta los criterios de análisis descritos anteriormente.

Logro

Los resultados generales mostraron que los grupos presentaron diferencias en el pretest, en el formato de presentación arábigo, encontrando un mayor porcentaje de acierto en el grupo de intervención (50%) que en el grupo control (16.8%). En cuanto a los problemas en LSC, los resultados mostraron porcentajes bajos de acierto, con menos del 7% en ambos grupos (ver tabla 1).

Tabla 1
Porcentajes de acierto en función del formato de presentación del problema y del grupo para el pretest y el postest

Formato de presentación	Grupo	Porcentaje de acierto	
		Pretest	Postest
Arábigo	Intervención	50.0	52.1
	Control	16.8	17.5
Problema en LSC	Intervención	6.7	30.0
	Control	1.7	1.7

Como se puede observar en la tabla 1, los resultados del postest del formato de presentación arábigo no muestran cambios en los porcentajes de acierto en el grupo control ni en el grupo intervenido. En cambio, el formato de problemas en LSC en el grupo de intervención presentó un aumento en el porcentaje de acierto alcanzando el 23.3%, mientras que en el grupo control no se encontraron cambios.

Análisis del logro realizado posteriormente a los problemas presentados en formato arábigo, teniendo en consideración el signo de la operación aritmética (suma o resta), así como el lugar o posición de la incógnita dentro del problema a $+/- b = c$, se detallan en la tabla 2.

Tabla 2

Porcentajes de acierto en función del signo, la posición de la incógnita en problemas en formato arábigo

Signo de la operación	Posición de la incógnita	Grupo de intervención		Grupo control	
		Pretest	Postest	Pretest	Postest
+	A	33.3	56.5	8.3	0.0
	B	41.7	54.2	12.5	0.0
	C	75.0	70.8	30.4	37.5
-	A	25.0	0.0	0.0	0.0
	B	68.8	62.5	25.0	25.0
	C	56.2	56.2	25.0	50.0

De manera general, se encontró que los mayores porcentajes de acierto se presentaron cuando la incógnita en la operación era el término c ($a + b = ?$ ó $a - b = ?$), es decir, cuando el ítem se resolvía directamente con la operación que especificaba el signo. Adicionalmente, los resultados mostraron que los niños del grupo de intervención no presentaban grandes cambios en los porcentajes de acierto entre el pretest y el postest, sin embargo,

en las operaciones de suma con la posición de la incógnita (a) se identifica un incremento pasando del 33.3% a un 56.5% en el postest.

En el análisis de los problemas presentados en el formato de lengua de señas, los resultados mostraron que el grupo intervenido presentó un aumento en los porcentajes de acierto en los tres tipos de problemas. Mayores detalles se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3

Porcentajes de acierto en función del tipo de problema y del grupo para el pretest y el postest en problemas en LSC

Tipo de problema en LSC	Grupo de intervención		Grupo control	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Dos medidas se componen para dar lugar a una medida	20.8	33.3	0.0	8.3
Trasformación que opera sobre una medida para dar lugar a una medida. Cuando la transformación (número relativo) es mayor que 0 ($b > 0$)	6.2	31.2	2.1	0.0
Trasformación que opera sobre una medida para dar lugar a una medida. Cuando la transformación (número relativo) es menor que 0 ($b < 0$)	0.0	27.1	2.1	0.0

Representación del problema

En cuanto a esta categoría, se realizaron análisis sobre los tipos de representación utilizados por los estudiantes en las dos condiciones de presentación: problemas en formato arábigo y problemas en formato de lengua de señas.

Cuando se analizó la forma en que los estudiantes representaban los problemas en formato arábigo, los resultados mostraron cambios importantes entre el pretest y postest (ver figura 1). Específicamente, el grupo con intervención en el pretest utilizó una representación análoga a la cantidad (70.8%) con mayor frecuencia, mientras

que en el postest, todos los niños de este mismo grupo representaron la totalidad de los problemas con representaciones de numerales en lengua de señas.

El grupo control también presentó cambios en la forma de representación de problemas, mostrando en el pretest el uso de numerales en lengua de señas, en un 35.8% y en el postest del 55%. En este grupo es importante anotar que el uso de representaciones no simbólicas en el posttest fue del 45% (concretamente, se emplearon representaciones análogas a la cantidad y del tipo no observable).

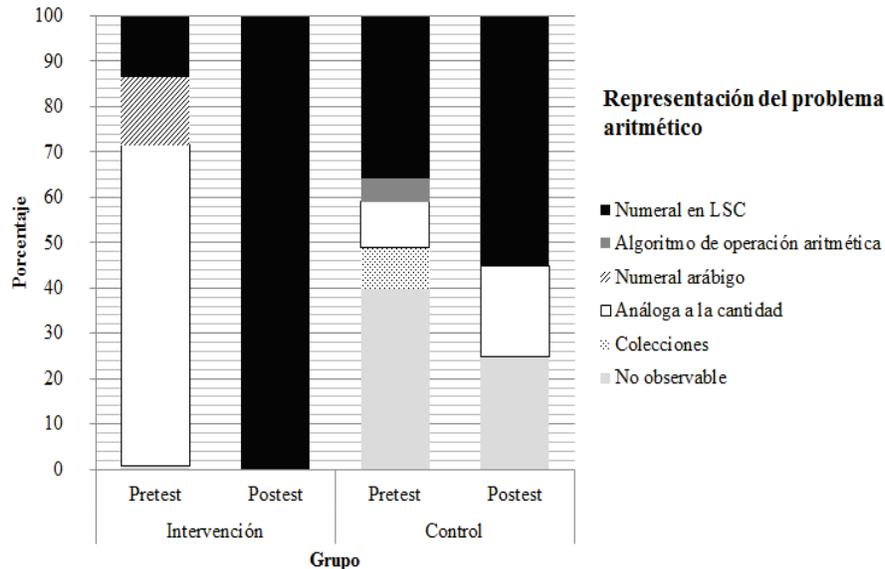


Figura 1. Porcentaje de tipos de representaciones del problema en formato arábigo.

Por otro lado, al analizar los tipos de representación usados en los problemas en LSC, se encontró que en el grupo con intervención se usaron únicamente dos tipos de representaciones simbólicas en el postest, que no eran frecuentes en el pretest, el algoritmo de operación aritmética

(50.2%) y el numeral en LSC (49.8%). En el caso del grupo control se mantiene la tendencia a usar varios tipos de representación; en un porcentaje alto, aquellas que no implican representar el problema simbólicamente (ver figura 2).

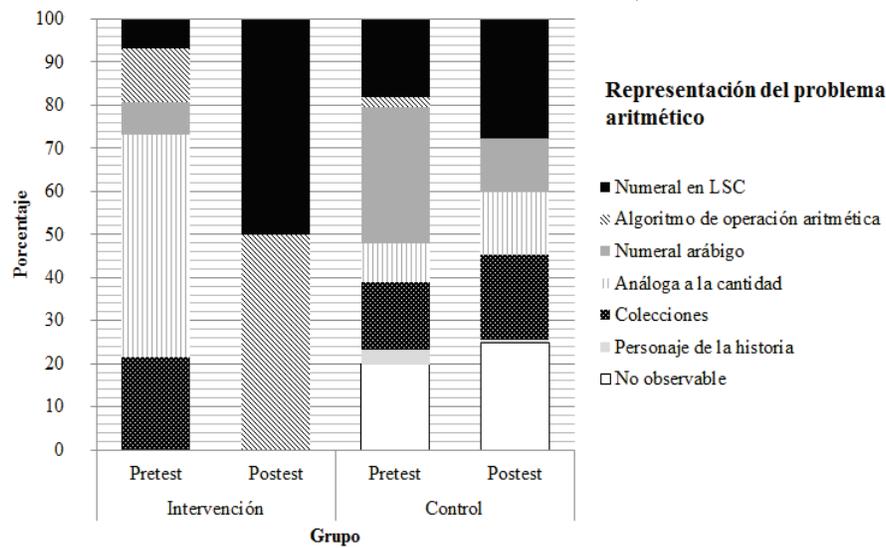


Figura 2. Porcentaje de tipos de representaciones del problema en problemas en LSC.

Estrategias

Al analizar el tipo de estrategia usada por los estudiantes para resolver los problemas en formato arábigo, los resultados muestran que el grupo con intervención cambió entre el pre y postest, pasando de emplear las estrategias de conteo desde y conteo total al uso de las estrategias que

implican el algoritmo de signación, siendo estas últimas utilizadas por el 100% del grupo en la fase del postest. En el caso del grupo control, el mayor porcentaje de cambio se dió en el uso de la estrategia uso de la secuencia numérica convencional, cuyo porcentaje paso del 25% en el pretest al 50% en el postest (ver figura 3).

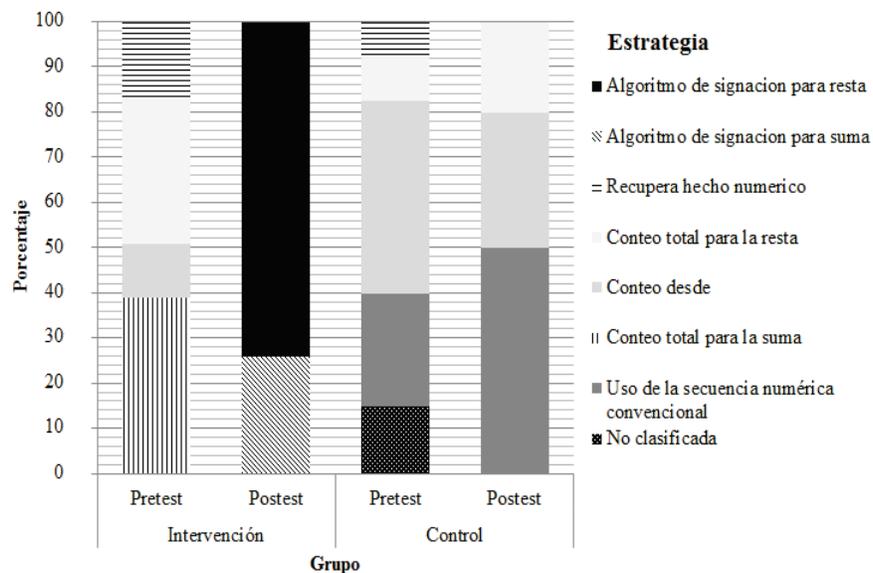


Figura 3. Porcentaje de tipos de estrategias usadas en los problemas en formato arábigo.

El análisis de las estrategias, usadas en los problemas presentados en LSC mostró que el grupo con intervención en el pretest presentó un 37.5% de uso de la estrategia no clasificada, y un 43.4% en las estrategias de conteo (conteo desde, conteo total para la suma, conteo total para la resta), entre tanto,

en el posttest el 99% del grupo usó el algoritmo de signación. Por su parte, la estrategia más frecuente del grupo control, en el pretest fue la no clasificada, con 57.5% de uso, esta tendencia se mantuvo en el posttest con un 50% (ver figura 4).

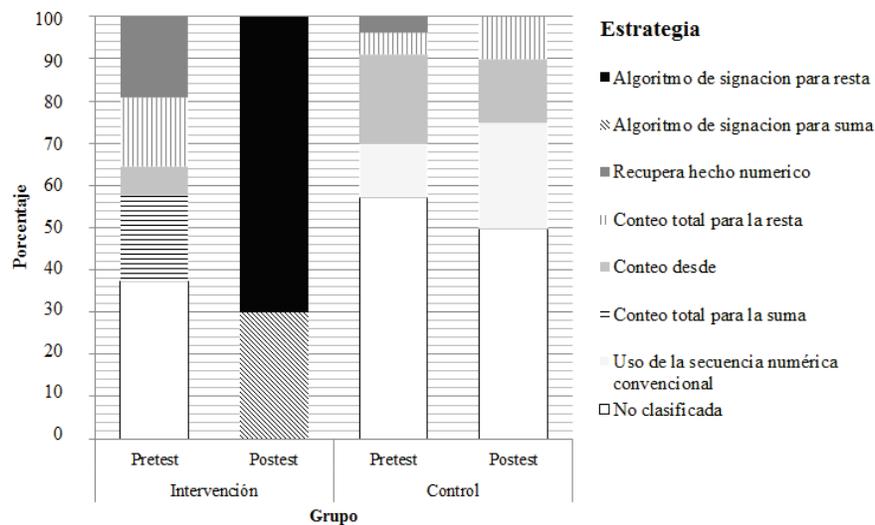


Figura 4. Porcentaje de tipos de estrategias usadas en los problemas en formato en LSC.

Discusión

Si bien es cierto que los hallazgos del presente trabajo no pueden ser analizados con la aplicación de estadística inferencial, particularmente, por el tamaño muestral alcanzado en el momento de la recolección de los datos (y que responde a variables del estudio ajenas al control de los investigadores), sí que es cierto que un primer paso para ahondar en este tema es ofrecer una descripción detallada de cómo niños sordos se desenvuelven en la solución de operaciones y problemas matemáticos.

En este orden de ideas, el análisis descriptivo realizado a los datos recogidos mostró que el proceso de intervención en los estudiantes cambió el desempeño de los niños del grupo de intervención, aunque el porcentaje de acierto en la solución de los problemas en formato arábigo fue similar entre el pretest y posttest en ambos grupos. En el caso de los problemas en LSC se observó un incremento en el porcentaje de aciertos en el grupo que recibió la intervención, lo que permite suponer que la

intervención tuvo un efecto en la comprensión y en la resolución de este tipo de problemas.

Cuando se evalúa el desempeño de los participantes del estudio en el manejo del formato arábigo, se encuentra que los problemas con signo de suma son los que obtienen mayores porcentajes de acierto, particularmente, aquellos en la que la incógnita es el término c ($a + b = ?$). En los problemas con signo de resta, los mayores porcentajes de acierto se presentaron cuando las incógnitas fueron b ($a - ? = c$) y c ($a - b = ?$). En ambos tipos de problemas y de incógnitas resueltas, en su mayoría, correctamente destaca que no es necesaria ninguna transformación en el tipo de operación para llegar al resultado. En los casos de c como incógnita se trata de la operación directa entre los dos términos especificados por el signo, mientras que en el caso del signo negativo con incógnita b se trata de un problema de descomposición que se puede resolver con la resta de $a - c$.

En los otros problemas de signo de suma ($? + b = c$) y ($a + ? = c$) y con signo de resta ($? -$

$b = c$) se presenta un acierto inferior al 50%. En estos problemas las operaciones necesarias son las inversas a las especificadas por el signo, lo que lleva a suponer que los niños no comprenden las relaciones entre el todo y las partes de la operación, estando su desempeño mediado por el tipo de formulación en la que se les ofrezca la operación a realizar (Frostd, 1999).

Cuando se analizó el tipo de representación utilizada por los estudiantes en los problemas en formato arábigo se encontró que el grupo intervenido, en el pretest, usaba principalmente representaciones análogas a la cantidad (como puntos o líneas) y después de la intervención todos los niños emplearon los numerales en LSC. Este cambio en el uso de sus representaciones para resolver las operaciones ofrecidas, así como el tipo de representación final que terminaron empleando los niños intervenidos, puede atribuirse a la intervención realizada. En este sentido, puede suponerse que la intervención parece lograr el cambio de representaciones ancladas a elementos concretos hacia el uso de representaciones del problema con signos pertenecientes a la LSC, siendo este cambio necesario para la construcción de conceptos numéricos abstractos (Frostd, 1999).

Al analizar las estrategias de resolución empleadas por los niños, en estos mismos problemas, se halló que los estudiantes tendían a usar la misma variedad de estrategias que emplean los niños oyentes (Bermejo y Lago, 1988; Fuson, 1982; Secada et al., 1983; Serrano y Denia, 1987). Así, los niños del grupo intervenido usaron estrategias de conteo de unidades simples tales como conteo desde, conteo total para la suma y conteo total para la resta. Estas estrategias tienen en común que, por lo menos, uno de los términos de la operación se adiciona como unidad simple, es decir, que no todos los elementos del problema son representados como cardinales. Cabe resaltar que en el postest los niños de este mismo grupo utilizaron solamente el algoritmo de la suma o el algoritmo de la resta; en ambos casos, los elementos del problema son representados como cardinales. Este resultado junto con el tipo de representación usada por los participantes del grupo de intervención en el postest muestra un avance en su capacidad para resolver operaciones aritméticas, puesto que demuestran su capacidad para representar el problema con signos numéricos que tienen un valor cardinal, aunque no todas las representaciones ni las estrategias lleven al acierto. Por otro lado, es

importante la distancia que empiezan a tomar los estudiantes de las representaciones análogas y el avance hacia conceptos numéricos representados por signos en la LSC.

En el caso de los problemas en LSC, el grupo control presentó un porcentaje de acierto inferior al 9% en todos los tipos de problemas, tanto en el pretest como en el postest. Entre tanto, el grupo con intervención mostró un incremento en el porcentaje de aciertos en todos los tipos de problemas presentados. Este conjunto de resultados sugiere que la intervención puede facilitar el cambio conceptual y operacional del manejo aritmético de niños sordos.

Ahora bien, cuando se analizó el tipo de representación que realizaban los niños sobre los problemas presentados, se encontró que ambos grupos tendían a usar representaciones análogas y que podían representar tanto los personajes del problema como las colecciones de objetos presentes en el mismo. El grupo control mantuvo esta misma tendencia en el postest, mientras que el grupo de la intervención presentó un cambio: estos niños usaron el algoritmo de operación aritmética o numeral en LSC para representar el problema. Este resultado permite sugerir que la intervención parece posibilitar una mejor comprensión, aunque inicial, del problema, pues logran reconocer que los enunciados en LSC contienen algún tipo de operación aritmética. Igualmente, se puede afirmar que los niños recuperan signos que permiten representar los cardinales de los números y no necesitan la representación concreta de los mismos, como sigue ocurriendo con los estudiantes del grupo control.

Respecto al tipo de estrategia, los estudiantes con intervención pasaron de emplear estrategias de conteo donde no usan los cardinales de los números del problema a usar el algoritmo de signación donde son capaces de representar los numerales del problema en numerales en LSC con un valor cardinal.

De manera general, se puede decir que los avances más importantes en el uso del algoritmo de signación se presentaron en la interpretación que hicieron los estudiantes sobre los problemas, esto se evidencia en la forma como representaron los problemas después de la intervención y en el incremento en el uso de representaciones simbólicas (numerales en LSC). Estos resultados permiten pensar que parte de las dificultades en entender la especificidad del lenguaje en las operaciones

aritméticas (Zevenbergen, Hyde y Power, 2001) podría derivar de las estrategias de instrucción y de la forma en que se trabaja con los niños (Nunes y Moreno, 1998a). Finalmente, es necesario recalcar que los cambios observados en los desempeños en el postest de los niños del grupo de intervención se lograron con cinco sesiones de intervención, permitiéndonos suponer que la propuesta de pensar materiales y actividades adecuadas a la población sorda es una ruta prometedora para solventar el desfase existente en el desempeño matemático de los estudiantes sordos (Fávero y Pimenta, 2006; Nunes, 2004; Nunes y Moreno, 1998a; 1998b; 2002; Zafarty et al., 2004).

Referencias

- Avalo, A., Bedoya, N., Tovar, A. y Gallo, A. (2013). Análisis de tareas matemáticas propuestas a niños sordos en los primeros años de escolaridad. En Zapata, G. (Ed.), *Memorias Matemática Educativa 13° Encuentro Colombiano* (pp. 92-98). Medellín: Asocolme/ Universidad de Antioquia/ Universidad de Medellín.
- Bedoya, N., Mejía, J. y Guerrero, D. (2012). *La enseñanza de las matemáticas a estudiantes sordos: retos y realidades*. Manuscrito presentado para su publicación.
- Bermejo, V. y Lago, M. (1988). Representación y magnitud de los sumandos en la resolución de problemas aditivos. *Infancia y Aprendizaje*, 44, 109-121.
- Bravo, C. (1996). Desarrollo cognitivo y problemas escolares en sordos. *Tabanque: Revista Pedagógica*, 10 (11), 213-222.
- Bull, R. (2008). Deafness, numerical cognition, and mathematics. En M. Marschark y P. Hauser (Eds.), *Deaf cognition foundations and outcomes* (pp. 170-200). Nueva York: Oxford University Press, Inc.
- Bull, R., Marschark, M., Sapere, P., Davidson, W., Murphy, D. y Nordmann, E. (2011). Numerical estimation in deaf and hearing adults. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 453-457. doi:10.1016/j.lindif.2011.02.001
- Fávero, M. y Pimenta, M. (2006). Pensamento e linguagem: A lingua de senais na resolução de problemas. *Psicologia Reflexao e Crítica*, 19(2), 225-236.
- Frostad, P. (1999). Deaf children's use of cognitive strategies in simple arithmetic problems. *Educational Studies in Mathematics*, 40(2), 129-153. doi: 10.1023/A:1003609532442.
- Fuson, K. (1982). An analysis of the counting-on solution procedure in addition. En T. Carpenter, J. Moser y T. Rosberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 67-81). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Girelli, L., Lucangeli, D. y Butterworth, B. (2000). The developmental of automaticity is accessing number magnitude. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76(2), 104-122. doi: 10.1006/jecp.2000.2564
- Hauser, P. C., Dye, M. W., Boutla, M., Green, C. S. y Bavelier, D. (2007). Deafness and visual enumeration: Not all aspects of attention are modified by deafness. *Brain Research*, 1153(11), 178-187. doi: 10.1016/j.brainres.2007.03.065
- Hitch, G. J., Arnold, P. y Phillips, L. J. (1983). Counting processes in deaf children's arithmetic. *British Journal of psychology*, 74, 429-437.
- Imbo, I. y Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 284-309.
- Leybaert, J. y Van Cutsem, M. (2002). Counting in Sign Language. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 482-501.
- Marschark, M., Lang, H. y Albertini, J. (2002) Educating deaf students: From research to practice. Nueva York: Oxford University Press.
- Mulhern, G. y Budge, A. (1993). A Chronometric Study of Mental Addition in Profoundly Deaf Children. *Applied Cognitive Psychology*, 7(1), 53-62. doi: 10.1002/acp.2350070106
- Nunes, T. (2004). *Teaching Mathematics to Deaf Children*. Londres: Whurr Publisher.
- Nunes, T. y Moreno, C. (1998a). Is hearing a cause of difficulties in learning mathematics? En C. Donlan (Ed.), *The Development of Mathematical Skills* (pp. 227- 254). Hove: Psychology press.
- Nunes, T. y Moreno, C. (1998b). The Signed Algorithm and Its Bugs. *Educational Studies in Mathematics*, 35(1), 85-92. doi:10.1023/A:1003061009907
- Nunes, T. y Moreno, C. (2002). An Intervention Program for Promoting Deaf Pupils

- Achievement in Mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7(2), 120-133. doi: 10.1093/deafed/7.2.120
- Rodríguez, J., García, J. y Calleja, M. (2009). Las representaciones numéricas básicas en los deficientes auditivos profundos. *Revista Contrastes*, 14, 71-90.
- Secada, W., Fuson, K. y Hall, J. (1983). The transition from counting-all to counting-on in addition. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14, 47-57.
- Serrano, J. M. y Denia, A. M. (1987). Estrategias de conteo implicadas en los procesos de adición y sustracción. *Infancia y Aprendizaje*, 39-40, 57-69.
- Swanwick, R., Oddy, A. y Roper, T. (2005). Mathematics and deaf children: an exploration of barriers to success. *Deafness y Education International*, 7(1), 1-21. doi: 10.1002/dei.20
- Vergnaud, G. (1991). *El niño las matemáticas y la realidad. Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*. México: Trillas.
- Wollman, D. C. (1964). The attainments in English and arithmetic of secondary school pupils whit impaired hearing. *British Journal of Educational Psychology*; 34(3), 268-274. doi:10.1111/j.2044-8279.1964.tb00636.x
- Wood, H. A., Wood, D. J., Kingsmill, M. C., French, J. R. W. y Howarth, S. P. (1984). The mathematical achievements of deaf children from different educational environments. *British Journal of Educational Psychology*, 54(3), 254-264. doi: 10.1111/j.2044-8279.1984.tb02589.x
- Zafarty, Y., Nunes, T. y Bryant, P. (2004). The performance of young deaf children in spatial and temporal number task. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9(3), 315-325.
- Zevenbergen, R., Hyde, M. y Power, D. (2001). Arithmetic word problems and deaf students: Linguistic strategies used by deaf students to solve problems. *Journal of Mathematics Education Research*, 13(3), 204-218. doi: 10.1007/BF03217109.

Para citar este artículo/ to cite this article/ para citar este artigo: Bedoya Ríos, N. M., Guerrero López, D. F. y Gallo, E. A. (2013). Representación de problemas matemáticos asociados al uso del algoritmo de signación en población sorda. *Pensamiento Psicológico*, 11(2), 39-52.