

Resolución de operaciones de suma y resta en adolescentes sordos¹

María del Pilar Fernández-Viader y Mariana Fuentes

Resumen

Considerando el retraso escolar en el área de matemáticas en la población sorda, la investigación presentada estudia el desarrollo de estrategias de resolución de operaciones de adición y sustracción en siete adolescentes sordos profundos prelocutivos de edades entre 12:04 y 15:11, en situación de interacción entre iguales, y pretende elaborar algunas recomendaciones didácticas a fin de mejorar el rendimiento matemático de esta población. Las estrategias de resolución halladas se adecuan a las categorías previamente formuladas para niños oyentes. Algunos de los tipos de errores detectados presentan características específicas, diferentes de las previamente descritas en la literatura.

Palabras claves: Educación de sordos, Conocimientos aritméticos, Cálculo, Formación de docentes.

Solving addition and subtraction operations by deaf adolescents

Abstract

Considering deaf children's tendency to fall behind in mathematics, the research we present aims to study the addition and subtraction solving strategies development of seven deaf from birth adolescents (aged 12:04 and 15:11) in a peer interaction situation and to offer some educational suggestions to enhance their performance in mathematics. The students' strategies fit into previously formulated classical categories of solving strategies for hearing children. However, some of the types of errors found show specific features, different from the ones previously referred to in the literature.

Key words: Education of the deaf, Numeracy, Calculus, Teacher training.

Numerosas investigaciones han dado cuenta de un retraso en el rendimiento de los niños y jóvenes sordos con relación a sus pares oyentes en el área de matemáticas y han intentado averiguar sus causas (NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF THE DEAF, 1957; WOLLMAN, 1965, CITADOS EN NUNES & MORENO, 1998, 2002; WOOD ET AL., 1983; WOOD ET AL., 1984; ALLEN, 1995, CITADO EN PAGLIARO, 1998). Algunos trabajos proponen investigar si el rendimiento inferior de los estudiantes sordos se debe a las características de las estrategias que estos estudiantes emplean en la resolución de operaciones y problemas (FROSTAD, 1999). La presente investigación pretende realizar una aportación al estudio de las estrategias de resolución de sumas y restas por parte de estos alumnos. Este conocimiento puede ayudarnos a entender cuáles son las estrategias que pueden ser más favorecedoras y funcionar mejor en la intervención educativa con esta población. En la investigación que realizamos participaron siete estudiantes sordos profundos prelocutivos de edades comprendidas entre 12:04 y 15:11

años. Los objetivos generales de nuestro trabajo se centran en la descripción de las estrategias de resolución, lo cual constituye la base para poder ulteriormente elaborar recomendaciones para la enseñanza de las matemáticas. En este artículo exponemos ejemplos y algunos resultados referidos a las operaciones de adición y sustracción.

Los estudios sobre estrategias de resolución de operaciones de suma y resta en niños sordos

De las investigaciones que abordan el tema de las estrategias de resolución de operaciones de adición y sustracción en niños sordos (SECADA, 1984; HITCH, ARNOLD & PHILIPS, 1983; CHIEN, 1993; MULHERN & BUDGE, 1993; los dos últimos citados en FROSTAD, 1999) destacamos dos, las cuales toman en consideración el uso y posible influencia de la lengua de signos. En ambas se estudiaron el uso de estrategias, en la primera en sustracción y en la segunda en sustracción y adición, en niños sordos signantes (SECADA, 1984; FROSTAD, 1999). La primera concluye que los niños sordos usan el conteo para comprobar una estimación; la segunda que lo hacen para generar respuestas, al igual que los niños oyentes. Secada explica esta diferencia funcional en relación con la interferencia que se produce cuando los niños sordos deben atender a dos mensajes en la misma modalidad: por un lado los signos numerales de la lengua de signos usada por la comunidad signante y por otro la producción de representaciones cardinales con los dedos. Este resultado se contradice con el de Frostad, cuyos sujetos no mostraron ninguna dificultad en atender a dos mensajes en la misma modalidad. Las principales categorías de estrategias identificadas en investigaciones anteriores con niños oyentes (CARPENTER & MOSER, 1982; SIEGLER, 1991, citado en FROSTAD, 1999) fueron aplicables a las estrategias observadas en este último estudio.²

Objetivos

- 1) Explorar las estrategias de resolución de operaciones en adolescentes sordos profundos prelocutivos en situación de interacción entre iguales y clasificarlas según categorizaciones existentes.
- 2) Describir y explicar los tipos de errores encontrados y compararlos con los descritos en niños oyentes.
- 3) Formular algunas consideraciones para la intervención educativa sustentada en la prevención de los errores con estas poblaciones.

Marco Metodológico

Participantes

Siete estudiantes (3 chicas y 4 chicos) sordos profundos prelocutivos hijos de padres oyentes, de edades comprendidas entre 12:04 y 15:11. Los participantes habían sido educados exclusivamente en lengua oral hasta al menos los ocho años de edad, y algunos hasta más tarde aún.

Contexto escolar

Los participantes asistían a una escuela de la ciudad de Barcelona, que integraba preferentemente a niños sordos en régimen de escolaridad compartida, en aula paralela y en aula específica: dos de las niñas compartían todas las actividades con los niños oyentes de su misma aula; dos de los niños estaban en aula específica; los tres niños restantes en aula paralela³. Esta escuela estaba comenzando a implementar un sistema de comunicación bimodal⁴. Seis de los estudiantes provenían de diferentes escuelas ordinarias de oyentes y uno de una escuela específica para sordos. Todos se habían incorporado a esta escuela al menos dos años antes de que tuvieran lugar las entrevistas que analizamos en este trabajo. Todos habían sido trasladados a esta escuela debido a que no mostraban el progreso académico esperado en sus escuelas de procedencia, en las cuales se educaba exclusivamente en lengua oral. Es decir, que podemos hablar de alumnos sordos que mostraban fracaso escolar en las escuelas donde estaban escolarizados hasta entonces.

Procedimiento, tareas y materiales

Los participantes trabajaron por parejas. Se realizaron dos entrevistas con cada pareja de participantes, separadas por un lapso de una semana. En cada una se pedía a uno de los estudiantes que dictara dos numerales para que el otro estudiante realizara una suma, éste resolvía y el primero corregía la operación realizada. Acto seguido, la pareja intercambiaba los roles. El mismo procedimiento se repetía para la resta. Los numerales que se sumaban y restaban eran distintos y no estaban prefijados por la entrevistadora: eran los que elegía el estudiante que planteaba la operación. Más adelante veremos de qué modo influyó el diseño en hacer evidentes determinados aspectos conceptuales referidos a las operaciones.

En la segunda entrevista la única diferencia consistía en que el alumno que había comenzado dictando los numerales en la primera entrevista, ahora comenzaba resolviendo. Cada estudiante resolvía en total dos operaciones de suma y dos de resta, y, a su vez, dictaba numerales para que el compañero hiciera lo propio.

Análisis y resultados

En primer lugar analizamos las notaciones producidas. Posteriormente observamos, en sesiones de microanálisis, el procedimiento que siguió cada participante y describimos la estrategia de resolución utilizada. Como no hemos efectuado una entrevista posterior preguntando a los participantes cómo habían resuelto las operaciones, en algunos casos sólo podemos inferir la estrategia empleada. Para el análisis consideramos especialmente la utilización de la lengua oral, la utilización de la lengua de signos y el uso de los dedos como signos numerales y como contadores.

El análisis se ha realizado sobre un total de catorce operaciones de adición y catorce operaciones de sustracción. En este trabajo presentamos ejemplos de las conductas visibles de los estudiantes y de las interpretaciones acerca de las estrategias utilizadas. En los ejemplos que se presentan se explica tanto el

error cometido como las estrategias de resolución empleadas. En el texto describimos en primer lugar el error y luego las estrategias de resolución.

Adición: errores y estrategias

De las catorce operaciones de adición que los participantes realizaron sólo dos son erróneas, y los errores fueron cometidos por dos estudiantes diferentes y son también de distinto tipo.

1) El primero de los errores corresponde al tipo de error al llevar. La estudiante no tiene en cuenta que ha llevado una decena, la cual debe sumar al resultado de la columna de dígitos a la izquierda. Este error ha sido ampliamente descrito para niños oyentes (CARPENTER ET AL., 1982). Describimos a continuación las estrategias que utiliza para realizar la suma. Presentamos un extracto del momento en que la participante realiza la operación y su compañero y la entrevistadora observan:

Los estudiantes son Valeria y Joan. Joan dicta los numerales a Valeria: Valeria escribe lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 9835621 \\ + 8749639 \\ \hline 18584260 \end{array}$$

Resuelve la cuarta columna de dígitos. Suma $5 + 9$ que por haber llevado una decena son $1 + 5 + 9$. Anota 4, lo cual es incorrecto, debió haber anotado 5, ya que la suma da 15. La estrategia utilizada es contar a partir del primer sumando: 5, tantas unidades como constituyen el segundo sumando, es decir, nueve. Esta estrategia ha sido descrita para niños oyentes (CARPENTER & MOSER, 1982; CARPENTER ET AL., 1993). En primer lugar toca la palma izquierda con el pulgar de la mano derecha, lo que podemos interpretar como "5", está indicando el primer sumando, pero no está utilizando el signo numeral CINCO de la Lengua de Signos Catalana (LSC), que se realiza con la palma dirigida hacia el cuerpo, a la inversa de cómo lo está haciendo. Luego cuenta con los dedos a partir de cinco: toca la mesa con el pulgar de la mano izquierda: seis; índice: siete; medio: ocho; anular: nueve; meñique: diez; pulgar de la mano derecha: once; índice: doce; medio: trece; y anular: catorce, que es el resultado que ella obtiene, aunque es erróneo. No tiene en cuenta que se había llevado una decena.

2) El otro error hallado en la suma es un error al contar. Los participantes casi no han presentado errores en la operación de adición (2 errores sobre 14 operaciones), lo cual es coherente con su edad, con su nivel educativo y con el hecho de que esta operación se practica asiduamente en cada año escolar. Los errores cometidos son errores del tipo ya descrito para alumnos oyentes (CARPENTER ET AL., 1982). En cuanto a las estrategias utilizadas en la suma son de dos tipos: 1. contar a partir del primer sumando –la cual aparece descrita en el ejemplo anterior–, contar a partir del segundo sumando, utilizando la lengua oral en conteo subvocal y los dedos como contadores, no como signos numerales; y 2. hechos conocidos –cuando no efectúa ningún

movimiento visible suponemos que el estudiante se basa en el recuerdo de las sumas, en los casos en que además la magnitud de los sumandos la justifica ($9 + 1$; $2 + 2$), o bien se trata de conjuntos cuya suma se suele aprender de memoria. Cabe aclarar también que en la suma la Lengua de Signos Catalana fue utilizada sólo por un alumno para denominar los numerales y no para operar con ellos; esta circunstancia la relacionamos con la historia comunicativa y académica de los alumnos observados que, como dijimos, anteriormente habían estado siempre escolarizados en escuelas de régimen ordinario en aulas de integración con compañeros oyentes.

Sustracción: errores y estrategias

A diferencia de la adición, destacamos que en la sustracción se cometió un alto porcentaje de errores (el 50% de las operaciones contenía algún error). Algunos de estos errores son los típicos de no decrecer la cifra a la cual le han pedido prestado. Los otros errores tienen características más peculiares y creemos que involucran de un modo más profundo problemas con la comprensión del significado de la propia operación de sustracción y de los numerales multidígitos. Podemos enumerar cinco tipos de errores diferentes detectados en la resolución de esta operación. En los dos primeros tipos de errores se observa alguna peculiaridad que no ha sido anteriormente descrita para estudiantes oyentes.

1) El primero es un tipo particular de error relacionado con pedir y decrecer. La resta es la siguiente:

$$\begin{array}{r} 67.891 \\ - 18.286 \\ \hline 48.625 \end{array}$$

Resta la segunda columna de dígitos de derecha a izquierda (9–8). Levanta diez dedos (10). Se toma el índice y medio derechos con el pulgar de la misma mano: 10–8, cuando los dígitos son 9 y 8 y debiera restar 8–8, ya que había pedido una decena. Escribe “2”. Signa en lengua de signos para sí: BIEN. En este caso parece ser que el estudiante cree que tiene que pedir prestado a la columna de la izquierda, como si el 9 debiera transformarse en un 10 como condición para poder restar. Ésta es una aplicación errónea de una de las reglas de la resta de numerales multidígitos, que fue formulada del siguiente modo: “Si el objetivo es restar una columna, y el dígito superior es más pequeño que el inferior, entonces pide prestado” (BROWN & VANLEHN, 1982). En este caso creemos que se trata de una sobregeneralización. Hay que tener en cuenta que esta sobregeneralización no la realiza siempre, por ejemplo, no lo hace en la siguiente columna de dígitos a restar, correspondiente a las centenas, si bien en este caso la distancia entre los dígitos evidencia lo innecesario del pedir prestado.

Este estudiante realiza las operaciones de sustracción combinando el conteo oral, la utilización de los dedos como contadores y la utilización de los dedos para signar los numerales. Signa el minuendo, y a veces el minuendo y el sustraendo, luego opera utilizando los dedos como contadores, efectuando un

conteo subvocal o bien utilizando la estrategia de hechos conocidos. El signar los numerales previamente a resolver podría implicar que es la imagen visual que necesita para representarse el numeral, haciendo algo parecido a lo que realizan los oyentes cuando nombran un numeral antes de comenzar a calcular.

Se trata de una estrategia mixta, que tal vez es consecuencia de haber sido instruido con diferentes metodologías y distintos procedimientos. Según nuestro conocimiento, este tipo de error no ha sido previamente descrito para niños oyentes.

2) El segundo tipo de error consiste en la inversión de la resta: restar el minuendo al sustraendo. Este tipo de error había sido detectado en niños oyentes pero con una importante diferencia: se producía cuando el minuendo era menor al sustraendo y el estudiante, en vez de pedir invertía la resta, restando el minuendo al sustraendo, cuyos dígitos (menos el de la columna más a la izquierda) eran mayores a los del minuendo (por ejemplo: $1065-999$) (BROWN & VANLEHN, 1982). En cambio, el estudiante de nuestra muestra aplica este procedimiento cuando las cifras del sustraendo, consideradas aisladamente, son menores que las del minuendo: Ejemplo: $8034-1000 = 7676$. Es decir, resta el minuendo al sustraendo, a excepción de la columna correspondiente a las unidades de mil.

3) El tercer tipo de error en sustracción implica la realización de la operación siendo el minuendo menor que el sustraendo, sin tener en cuenta que esta operación no tiene solución trabajando con números positivos. Es decir, uno de los estudiantes dicta los numerales, el otro no repara en que esta operación no tiene solución –en las condiciones anteriormente expuestas– e intenta realizar la operación pidiendo una decena a la columna situada más a la izquierda, a un numeral que no existe. La detección de este tipo de error –que involucra tanto al estudiante que dictaba como al que resolvía la operación– ha sido posible debido a que los numerales no estaban predeterminados por la entrevistadora. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que el participante que dictaba los numerales no los escribía previamente para sí mismo, lo cual puede provocar que al dictar la segunda cantidad haya olvidado la magnitud del numeral dictado anteriormente como minuendo, es decir, que cometa un error de recuerdo. No obstante, la magnitud relativa de minuendo y sustraendo es un factor que a estas edades y dado que un numeral se dicta a continuación de otro, debería haber sido tomado en cuenta. Una posible interpretación de este error, efectuar la resta con un minuendo menor que el sustraendo sin tener en cuenta que es menor, sería que al comenzar a resolver los participantes dejan de considerar al numeral como un todo y operan sobre las columnas como si se tratara de dígitos aislados. De todos modos, en la resolución, en la mayoría de los casos piden a la columna de la izquierda y decrecen el dígito a la izquierda, lo cual parecería indicar que están considerando al minuendo como un todo; sin embargo, cuando llegan a la columna del extremo izquierdo piden a un numeral que no existe. Este ejemplo nos conduce a desestimar la hipótesis comúnmente aceptada de que este tipo de error se debe a falta de conocimiento de la semántica del sistema de numerales (FROSTAD, 1999). Consideramos que en el origen de este error hay una mezcla de factores

semánticos y sintácticos, es decir, que el origen reside en la conexión entre la semántica del sistema y cómo se traduce en los procedimientos para realizar el algoritmo escrito de la resta (RESNIK, 1982).

Extractamos el momento en que la participante realiza la operación y su compañero y la entrevistadora observan:

Los estudiantes son Valeria y Joan. Joan dicta una sustracción a Valeria para resolver. Valeria escribe lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 82564 \\ - 97475 \\ \hline 195089 \end{array}$$

Resuelve la primera columna de dígitos, es decir resta 14–5. Cuenta con todos los dedos de la mano izquierda, e índice, medio, anular y meñique de la derecha, y escribe: 9. Creemos que el procedimiento utilizado es contar en forma ascendente a partir del sustraendo: 5, tantos pasos hasta llegar al minuendo: 14. Utiliza los dedos como contadores y usa el conteo subvocal, es decir, observando sus conductas, creemos que cuenta desde cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, doce, trece, catorce, al llegar a catorce interrumpe los movimientos de los dedos, mira cuántos dedos tiene levantados y escribe la cifra correspondiente.

Al resolver la cuarta columna de dígitos (12–7), da cinco golpecitos con la mano derecha y escribe: 5. Utiliza el mismo procedimiento de contar en forma ascendente a partir del sustraendo: 7, tantos pasos hasta llegar al minuendo: 12, pero en vez de utilizar los dedos como contadores, es decir, para conservar la huella de conteo, apoya el conteo subvocal con los golpecitos.

En la resolución de la quinta columna de dígitos resta 8–9: no efectúa ninguna conducta visible, piensa y escribe: 19. Al observar el protocolo vemos que a la izquierda del 8 aparece un 1 pequeño, como si hubiera pedido prestado una centena de millar. Aún así, no parece haber restado 18–9, ya que el resultado que escribe es 19.

Tampoco parece haber sumado y, en cualquier caso, el resultado obtenido es mayor que el minuendo, lo cual ciertamente está en contradicción con la lógica de la resta.

4) El cuarto tipo de error fue descrito como “pedir prestado sin decrecer excepto el último” en niños oyentes (BROWN, J. & VANLEHN, K., 1982). Es decir, en un numeral de cuatro cifras pidió a las columnas de la izquierda tres veces sin decrecer y sólo decreció en la última columna.

5) El quinto tipo de error es el no decrecer cuando se ha prestado. Este tipo de error aparece en dos oportunidades y es cometido por un sólo estudiante. Es un error típico en operaciones de sustracción (BROWN, J. & VANLEHN, K., 1982).

Con respecto a las estrategias utilizadas en la resta, los niños utilizan estrategias de conteo, en este caso el contar en forma ascendente a partir del sustraendo, utilizando los dedos como contadores, y la estrategia de hechos conocidos, al igual que en la suma. Del mismo modo, vemos que en cada operación los estudiantes combinan el uso de al menos dos estrategias diferentes.

Conclusiones

Desde el punto de vista metodológico el trabajo realizado nos ha permitido comprobar que la situación de entrevista que hemos planteado (un compañero escoge los numerales, el otro resuelve y el primero corrige) es muy rica e ilustrativa a la hora de registrar situaciones que no se producirían en la relación maestro–alumno o entrevistador–alumno. Por ejemplo, en el caso de la sustracción, pudimos observar qué ocurre cuando un estudiante dicta un minuendo menor que un sustraendo para que el otro estudiante realice la resta.

Desde el punto de vista de los resultados, consideramos que:

1) Nuestro trabajo confirma el resultado de los estudios previos acerca del retraso de los estudiantes sordos en el área de matemáticas.

2) La historia lingüística y educativa de los estudiantes sordos parece influir en las estrategias de resolución de operaciones usadas por ellos. Pudimos comprobar que el estudiante con más experiencia en Lengua de Signos Catalana (LSC), aquél que había sido escolarizado en una escuela específica de sordos y utilizaba la lengua de signos y sus parámetros formativos para comunicarse con sus compañeros, suele utilizarla más a la hora de resolver. Este es un tema que merece ser abordado en próximos trabajos.

3) Con respecto al uso de estrategias, llama la atención que los estudiantes no utilizan el procedimiento de contar a partir del sumando mayor, procedimiento que se considera más evolucionado que el de contar a partir del primer sumando. Sin embargo, los estudiantes utilizan la estrategia de hechos conocidos, más avanzada que las estrategias de conteo.

4) Si nos preguntamos por las causas de algunos errores que hemos detectado, nuestra hipótesis es que podrían provenir de falencias en asegurar los conocimientos previos de los estudiantes en el área de cálculo, así como de la escasez de experiencias educativas previas a la escolarización (aquello que suele denominarse conocimiento incidental) y una dificultad de acceso al currículum en la escuela, que esclarezcan el significado de números y operaciones. Estos dos factores están fuertemente condicionados por los problemas de comunicación con que se enfrentaron estos jóvenes sordos en sus contextos de desarrollo, su vida familiar –hijos de familias oyentes– y escolar –cuando la lengua vehicular de la enseñanza fue la oral exclusivamente, hasta avanzada su escolaridad–. Este grupo de estudiantes constituyen en la actualidad un colectivo que podría ser definido como estudiantes con dificultades de aprendizaje como consecuencia de su trayectoria educativa. Por otro lado, los cambios en su trayectoria curricular

(cambios de escolaridad, de los proyectos educativos de los centros, de metodologías) es muy probable que estén afectando a estos resultados.

Estudios recientes señalan a las características de la instrucción como parcialmente responsable de las dificultades de estos niños en la resolución de operaciones y problemas (ANSELL & PAGLIARO, 2006).

Consideraciones acerca de la enseñanza de las matemáticas a niños sordos

El desarrollo de la capacidad para las matemáticas formales es un proceso dependiente de la acción cultural y de la instrucción (MASATAKA, 2006). Las dificultades de los niños sordos parece ser que no se derivan de comenzar la escolaridad con una representación inadecuada del número sino de que, durante ésta, se les presentan menos oportunidades para aprender o bien son menos hábiles que los niños oyentes para aprender los aspectos culturalmente transmitidos del conocimiento matemático (ZAFARTY ET AL., 2004).

Los resultados de nuestro propio trabajo así como de los estudios mencionados, todos los cuales ponen el énfasis en la responsabilidad de la instrucción en el retraso de los niños sordos, nos permiten afirmar que la enseñanza debe adaptarse a las necesidades comunicativas de las personas sordas, tanto a través de programas de educación bilingüe (lengua oral/lengua de signos) que garanticen el acceso al currículum como a través de la consideración didáctica de las peculiaridades del acceso a la información que tienen las personas sordas (FERNÁNDEZ-VIADER, 1996; 2002).

Por otra parte, consideramos que interpretar y conocer los errores que cometen y las estrategias que utilizan los niños sordos en la realización de operaciones es un paso básico y esencial en la formación de los futuros profesores de matemáticas de estudiantes sordos.

Líneas futuras de investigación

1) La situación de entrevista, proponiendo la interacción entre estudiantes, nos está permitiendo explorar cómo explican unos estudiantes a otros las reglas de realización de operaciones. Observamos también el modo en que se ajustan a la zona de desarrollo próximo de su compañero para proporcionar al otro la guía necesaria y ajustada para que resuelva la tarea. Es de nuestro interés describir en el futuro los patrones que configuran este tipo de andamiaje que consideramos será útil en el diseño de situaciones didácticas.

2) Las dos definiciones de tareas (resolver, corregir) permitirán estudiar su influencia en la elección de las estrategias en cada alumno.

3) Nos proponemos, además, replicar el estudio con niños sordos más pequeños en un contexto educativo bilingüe, para profundizar el estudio de la influencia de la historia lingüística y educativa en la elección de estrategias y continuar la investigación acerca de los recursos que proporciona la lengua de

signos a los niños y jóvenes sordos para resolver operaciones y llevar a cabo otras tareas matemáticas.

4) Consideramos que es necesario seguir indagando en los factores que pueden conducir a las dificultades de los estudiantes sordos en la adquisición de nociones matemáticas básicas.

5) Se hace necesario, además, conocer las estrategias usadas por las maestras para instruir, así como sus prácticas de corrección. Por lo tanto, si bien actualmente nos centramos en el análisis de las estrategias de los estudiantes, los aspectos de intervención educativa serán objeto de estudios futuros.

María del Pilar Fernández-Viader y Mariana Fuentes (*)

Referencias bibliográficas

ANSELL, E. & PAGLIARO, C. M. (2006). "The relative difficulty of signed arithmetic store problems for primary level deaf and hard of hearing students". *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*.11 (2),154–170.

BROWN, J. & VANLEHN, K. (1982). Towards a Generative Theory of "Bugs". En CARPENTER, T. P., MOSER, J. M. & ROMBERG, T. (eds.), *Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 117–135.

CARPENTER, T. & MOSER, J. (1982). The development of addition and subtraction problem-solving skills. En CARPENTER, T. P., MOSER, J. M. &

ROMBERG, T. (eds.), *Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2–24.

CARPENTER, J. M., MOSER, J. & ROMBERG, T. (eds.), *Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 2–24.

CARPENTER, T., ANSELL, E., FRANKE, M., FENNEMA, E. & WEISBECK, L. (1993). "Models of problem-solving: A study of kindergarten children's problem-solving processes". *Journal for Research in Mathematics Education*, 24 (5), 428–441.

FERNÁNDEZ-VIADER, M. P. (1996). *La comunicación de los niños sordos*. Confederación Nacional de Sordos de España-Fundación ONCE.

FERNÁNDEZ-VIADER, M. P. (2002). *Conceptos: Bilingüismo-Biculturalismo. Avanzando en la respuesta educativa para los sordos*. Jornadas "Las niñas y los niños sordos en la escuela. Perspectivas educativas". Córdoba, 14–17 noviembre.

FROSTAD, P. (1999). "Deaf children's use of cognitive strategies in simple arithmetic problems". *Educational Studies in Mathematics*, 40, 129–153.

FUENTES, M. (1999). La comprensión y producción de numerales en niños sordos. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España.

FUENTES, M. (2004). "El aprendizaje de las matemáticas en niños y jóvenes sordos. Algunas recomendaciones para la enseñanza". En FERNÁNDEZ-VIADER, M. P. & PERTUSA, E. (coords.) El valor de la mirada: Sordera y educación. Barcelona: Publicaciones de la Universidad de Barcelona.

HITCH, G., ARNOLD, P. & PHILLIPS, L. (1983). Counting processes in deaf children's arithmetics. *British Journal of Psychology*, 74, 429–437.

MASATAKA, N. (2006). Differences in arithmetic subtraction of nonsymbolic numerosities by deaf and hearing adults. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11 (2), 139–143.

NUNES, T. & MORENO, C. (1998). Is hearing impairment a cause of difficulties in learning mathematics? En DONLAN, C. (ed.), *The development of mathematical skills*. Hove, Britain: Psychology Press, 227–254.

NUNES, T. & MORENO, C. (2002). An intervention program for promoting deaf pupils achievement in mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7 (2), 120–133.

PAGLIARO, C. (1998). "Mathematics preparation and professional development of deaf education teachers". *American Annals of the Deaf*, 143 (5), 373–379.

RESNIK, L. (1982). Syntax and Semantics in Learning to Subtract. En CARPENTER, T. P., MOSER, J. M. & ROMBERG, T. (eds.), *Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective*, Erlbaum, Hillsdale, NJ, 136–155.

SECADA, W. (1984). Counting in sign: The number string, accuracy and use. Unpublished Ph.D. thesis. Northwestern University, Evanston, IL, USA.

WOOD, D., WOOD, H. & HOWARTH, P. (1983). Mathematical abilities of deaf school-leavers. *British Journal of Developmental Psychology*, 1, 67–73.

WOOD, H., WOOD, D., KINGSMILL, M., FRENCH, J. & HOWARTH, P. (1984). *British Journal of Educational Psychology*, 54, 254–264.

ZAFARTY, Y., NUNES, T. & BRYANT, P. (2004). The performance of young deaf children in spatial and temporal number tasks. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 9 (3), 315–326.

Notas:

1 Esta investigación participa del proyecto Cicyt BS 02003–04614 del Ministerio de Ciencia y Tecnología español. Para una descripción detallada de los antecedentes en el estudio de estrategias ver Fuentes (2004).

2 Para una descripción detallada de los antecedentes en el estudio de estrategias ver Fuentes (2004).

3 En un aula de escolaridad integrada los niños sordos comparten todas las actividades con los niños oyentes de su misma aula. En un aula paralela los niños sordos realizan algunas actividades con niños oyentes y otras no. Un aula específica es sólo para niños sordos que eventualmente comparten algunas actividades con niños oyentes de su misma escuela.

4 El sistema bimodal implica la utilización de la lengua oral y de los signos de la lengua de signos, en este caso se trata de la Lengua de Signos Catalana en forma simultánea, siguiendo la estructura de la lengua oral.

(*) Publicación de la Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 10 (1), 1-11 ISSN 1575-0965.