NOCIONES MATEMÁTICAS ADQUIRIDAS Y AUDICIÓN DIFERENCIADA: EDADES 18-24 AÑOS

Héctor Chávez Rivera, Ignacio Garnica Dovala, Ana María Ojeda Salazar
DME, Cinvestav del IPN México
chavez_santiago@yahoo.com.mx, igdovala@hotmail.com, amojeda@cinvestav.mx
Campo de investigación: Pensamiento numérico, Educación especial
Nivel: medio superior

Resumen. *En este estudio, de orden cualitativo, se aplicó un cuestionario a 17 estudiantes con déficit auditivo, 18 a 24 años de edad, para obtener información sobre su comprensión de los números naturales, sus operaciones y sus relaciones básicas. Registrados en papel, los reactivos se presentaron en lengua escrita, con términos sencillos. Se prescindió de intérprete en la lengua de señas mexicana para identificar directamente posibles dificultades de comprensión de los conceptos matemáticos implicados; además, la aspiración de los participantes en el estudio al acceso a un bachillerato en línea impone su dominio de la lengua escrita. Los resultados indican el predominio de un razonamiento aditivo sobre el multiplicativo y, a lo más, una abstracción pseudoempírica en edades que en los normoyentes corresponden a las etapas del pensamiento formal. La escasa y deficiente producción en lengua escrita referida a los reactivos sugiere investigar el empleo del método de logogenia para su adquisición en conjunción con la del conocimiento matemático.*
Palabras clave: audición diferenciada, educación matemática especial

Contexto general de la investigación

La educación matemática ante déficit auditivo enfrenta diversas dificultades: carencia de docentes de educación especial para sordos, carencia de intérpretes educativos (Antia, Sabers & Stinson, 2007) de la lengua oral y/o escrita a la lengua de señas y viceversa, y la carencia de libros de texto y materiales para la enseñanza de sordos. Estas dificultades en la educación contribuyen a la vulnerabilidad de la comunidad con audición diferenciada, la cual se ve acrecentada por la falta de investigación en la compensación del déficit de audición, en particular para la adquisición de conocimiento matemático (Vygotski, 1997; Piaget, 1961). En la búsqueda de alternativas para lograr una educación inclusiva de nivel bachillerato a esta comunidad, se diseñó un programa emergente de matemáticas para la adquisición del conocimiento matemático requerido con miras a la incorporación de estudiantes con este tipo de déficit a un curso propedéutico de un programa de bachillerato propuesto en línea. El programa se constituyó en tres unidades: conceptos básicos de aritmética y elementos de pre-álgebra, geometría y medición, e información cuantitativa. En el escenario de la enseñanza de las matemáticas con este programa a un grupo de jóvenes sordos e hipoacúsicos se desarrolló esta investigación, con carácter exploratorio.

Elementos cognitivos y epistemológicos

Las dos grandes funciones del lenguaje, como partes principales de la actividad lingüística, son la producción y la comprensión de enunciados. La producción de un mensaje lingüístico consiste en ir de la idea a la expresión de una secuencia canónica de lexemas, es decir, de partes invariables de las palabras en las que reside su significado fundamental. La *comprensión* es la serie de operaciones que, a partir de un enunciado, permite volver a la idea de partida. Las dos funciones son asimétricas (Puyuelo y Rondal, 2003).

El lenguaje y otros factores cognitivos juegan un importante rol en el desarrollo de habilidades generales y específicas de razonamiento matemático. El primero es necesario, aunque no suficiente para el desarrollo de las operaciones formales (Piaget, 1961), las cuales se enraizan en las coordinaciones de las acciones provenientes desde las operaciones sensoriomotoras a las concretas. El reto de la mediación del significado y del aprendizaje por un intérprete es agudo para los niños sordos (Antia *et al*, 2007) debido a las dificultades para establecer el habla privada necesaria para el pensamiento, sin importar el lenguaje externo y/o la modalidad que se use para desarrollar el habla privada. Vygotski (1997) señala que es esta habla privada la que sirve de base para que el lenguaje devenga racional y el pensamiento verbal. Power y Leigh plantean que una dificultad particular para los estudiantes sordos la constituyen "el lenguaje especial de las matemáticas y la secuencia lingüística, y la manipulación de los eventos en reactivos escritos de matemáticas" (2003, p. 46). Los autores sugieren que los maestros proporcionen oportunidades a lo largo del curriculum para extender y elaborar conceptos matemáticos, y de ahí extender la comprensión lingüística y conceptual de los estudiantes sordos. Quizás debido a las dificultades que para ellos plantea el lenguaje, la enseñanza de las matemáticas históricamente se ha enfocado en las cuatro operaciones aritméticas y menos en la aplicación de principios matemáticos en escenarios del mundo real. Desde el punto de vista epistemológico, para que el sujeto utilice la aritmética elemental se requiere su progreso del razonamiento aditivo al multiplicativo, primero, por abstracciones de acciones sobre los objetos, por ejemplo con agregaciones, que conducirán a las diferenciaciones de los resultados respectivos, es decir, a abstracciones a la segunda potencia; y, luego, a integraciones que equilibren las abstracciones parciales, de donde resultan las generalizaciones. En los normoyentes, este logro tiene lugar a los 12 o 13 años de edad (Piaget, 1979).

Pregunta de investigación

Con un objetivo general de comprender los fundamentos cognitivos de que disponen los estudiantes sordos e hipoacúsicos y las intervenciones educativas que se les proporcionan, realizamos un estudio exploratorio orientado hacia la pregunta: ¿qué relación hay entre las nociones matemáticas de sujetos de 18-24 años de edad con déficit auditivo y su lengua escrita adquirida? En particular nos referiremos aquí al conocimiento aritmético básico adquirido por estos estudiantes en su formación primaria y secundaria.

Método y fuente de datos

La investigación fue de orden cualitativo. Participaron candidatos a un curso propedéutico de un bachillerato en línea, de los cuales nueve eran sordos profundos y ocho hipoacúsicos oralizados (que en adelante denotaremos *sp* y *ho*, respectivamente) de edades de 18 a 24 años, todos con certificado de secundaria terminada y usuarios de la lengua de señas mexicana. Se les aplicó un cuestionario con cinco reactivos con preguntas abiertas, de los cuales cuatro pidieron además la complementación de oraciones referidas a la respuesta. La técnica de registro de datos fue la escritura con lápiz en el papel que contenía las preguntas e indicaciones impresas en lengua natural. El instrumento se aplicó en las condiciones ordinarias de las sesiones de enseñanza de preparación para el propedéutico, personalizadas y con duración de 1:30 hrs. Se observó el desempeño del estudiante con intervención individual del investigador, sin el uso de lengua de señas sino con comunicación escrita. La intervención fue sentando, en lo posible, lo que se requería en cada caso para arribar a la solución del reactivo a partir del enunciado escrito dado.

El cuestionario. Se pretendió obtener datos sobre el desempeño de los estudiantes al aplicar la división y la multiplicación de números naturales para contestar a los reactivos, al interpretar el resultado respecto a la situación a la que se refirió la pregunta y al identificar múltiplos de cantidades numéricas dadas. Se procuró presentar las situaciones con un número pequeño de palabras sencillas, cuyo significado no revistiera una dificultad adicional a las de la comprensión de los conceptos matemáticos implicados.

Los reactivos. Tres reactivos requirieron una división exacta, y otro una multiplicación. Cada reactivo incluyó dos enunciados ligeramente diferentes a completar para interpretar el resultado obtenido respecto a la situación presentada. El referente general fue el reparto de un conjunto de unidades (naranjas, chicles, hojas, libros) en contenedores (bolsas, cajas, carpetas). Los reactivos a) y d) preguntan por el número total de contenedores, el reactivo b) por el total de unidades y el c) por unidades por contenedor. La quinta pregunta requirió identificar características comunes a los cuatro reactivos. Las magnitudes numéricas implicadas son múltiplos de 250 y de 3. El planteamiento fue el siguiente:

a) 1 500 naranjas se empacaron en bolsas de 6 naranjas cada una. ¿Cuántas bolsas se usaron?

Se usaron _______ bolsas con _____ naranjas cada una.

Se utilizaron _______ bolsas con _____ naranjas cada una.

¿Quedaron naranjas sin empacar? ______________________________________

¿Por qué? ____

b) Cada una de 250 cajas tiene 12 chicles. ¿Cuántos chicles hay en todas las cajas?

En todas las cajas hay ___________ chicles.

En total hay ___________ chicles.

¿Por qué? ____

c) 6 000 hojas de papel se pusieron en igual cantidad en 500 carpetas. ¿Cuántas hojas tiene cada carpeta?

En cada carpeta hay _______________ hojas de papel.

Cada carpeta tiene _______________ hojas de papel.

d) En una caja caben 3 libros. Si se tienen 750 libros, ¿cuántas cajas se necesitan para guardar todos los libros?

Se necesitan _________________ para ___________ todos ___________.

Todos __________ se guardan en _______ cajas, con ________ libros en cada ________.

e) ¿Qué tienen en común los cuatro reactivos? ____

Desempeños y resultados

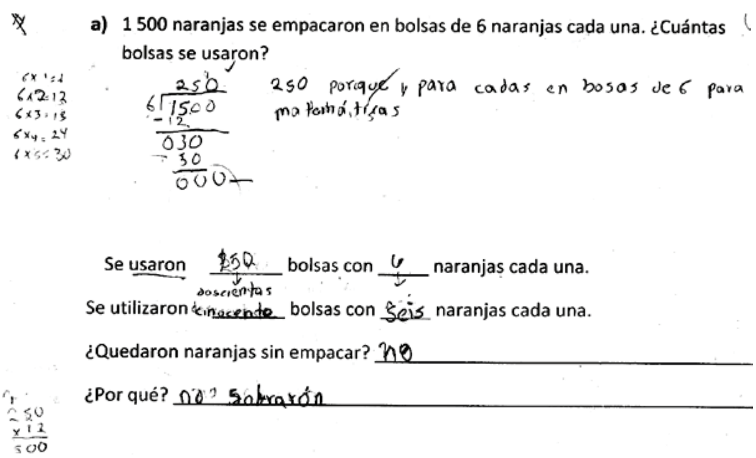
En general, el cuestionario fue más difícil para los estudiantes sp que para los estudiantes ho. Dadas las condiciones de la aplicación en sesiones de enseñanza y con la intervención del investigador, sólo cuatro de las 68 operaciones realizadas (cuatro por cada estudiante) fueron incorrectas. La Tabla 1 resume los tipos de desempeño de los estudiantes.

Tabla 1. Tipos de desempeños identificados en la contestación del cuestionario.

Observación	**Sordera profunda (sp)**	**Hipoacusia y oralización (ho)**
1. Algoritmo de división sin coordinar producto y resta	6 de 9	2 de 8
2. Selección errónea de la operación	6 de 9	3 de 8
3. La comisión de errores sólo en aplicación paso por paso	4 de 6	2 de 3
4. Comprobación con conteo manual y aditividad	5 de 9	4 de 8
5. Abstracción, diferenciación e integración	4 de 9	5 de 8

Predominaron la operatividad aditiva sobre la multiplicativa —aún a la edad en cuestión señalada como formal (Piaget, 1979) en sujetos normoyentes—, la incorrección en el desarrollo del algoritmo de la división e, incluso con la respuesta correcta, la interpretación incorrecta en lengua escrita de sus términos constitutivos. El reactivo c) fue el más difícil; un factor pudo ser la magnitud mayor de sus datos respecto a los de los otros reactivos, lo que dificultó el procedimiento aditivo puesto en juego por los estudiantes más que en los otros; un segundo factor pudo ser el orden de los reactivos, ya que el c) se planteó a continuación del más fácil y único, b), que requería una multiplicación y no una división.

*Coordinación de operaciones***.** Seis estudiantes ho y sólo tres sp aplicaron de manera fluida el algoritmo de la división. Los estudiantes restantes mostraron su falta de dominio de las tablas de multiplicar en sus divisiones desplegando las primeras a un lado. Esta falta de dominio provocó que el tiempo para resolver el reactivo por lo menos se triplicara. En el desarrollo de la división, la falta del procesamiento automático de la multiplicación causó la descoordinación de los productos de las cifras sucesivas del cociente por el divisor y de sus restas de las cifras respectivas del dividendo (véanse Figura 1 y Figura 6 izquierda).



a) 1 500 naranjas se empacaron en bolsas de 6 naranjas cada una. ¿Cuántas bolsas se usaron?

250 porque y para cadas en bosas de 6 para mo Bomáticas

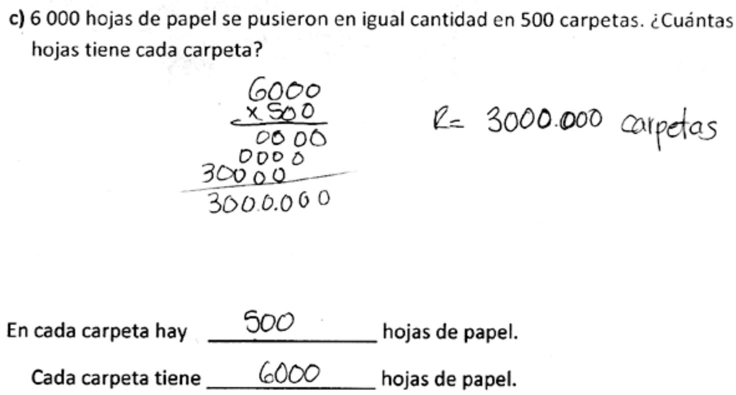
Se usaron 250 bolsas con 6 naranjas cada una.

Se utilizaron doscientas cincuenta bolsas con Seis naranjas cada una.

¿Quedaron naranjas sin empacar? no

¿Por qué? no sobraron

Figura 1. Desarrollo del algoritmo de la división sin coordinación de las operaciones de multiplicación y de resta. Caso 1-sp.



c) 6 000 hojas de papel se pusieron en igual cantidad en 500 carpetas. ¿Cuántas hojas tiene cada carpeta?

R= 3000.000 carpetas

En cada carpeta hay 500 hojas de papel.

Cada carpeta tiene 6000 hojas de papel.

Figura 2. Selección errónea de la operación. Caso 4-sp.

Selección errónea de la operación. La evitación de los verbos repartir y distribuir en el reactivo c), para no inducir la selección de la operación a realizar, condujo a interpretarlo como una situación multiplicativa (véase Figura 2). Este sentido fue corroborado por la complementación del primer enunciado debajo del reactivo; pero la insensibilidad a la contradicción es manifiesta en el segundo enunciado. Si bien ello se pudo deber al descontrol del estudiante al enfrentar dos veces en sucesión la misma petición, sí revela la incomprensión de las expresiones “en cada … hay” y “cada … tiene” en los dos enunciados. La Figura 3 muestra otro ejemplo de la selección errónea de la operación y el desconocimiento de expresiones con los cuantificadores “en cada” y “en total”.

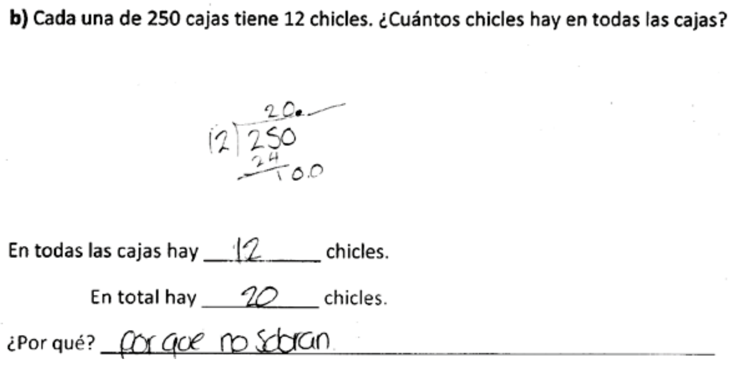


Figura 3. Desconocimiento de cuantificadores en expresiones escritas.

Caso 16-ho.

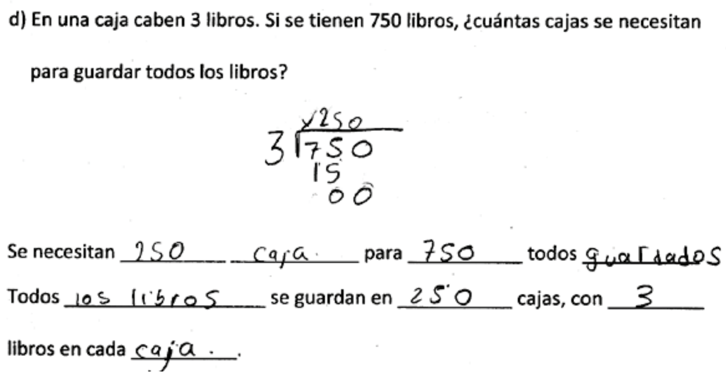


Figura 4. Desarrollo coordinado del algoritmo de la división.

Caso 2-sp.

Comisión de errores sólo en aplicación paso por paso. Los estudiantes que realizaron el algoritmo de la división fluidamente no cometieron errores en la operación, cuando ésta era apropiada. La Figura 4 muestra que, a pesar de las dificultades sintácticas en la primera expresión escrita para completar, el estudiante comprendió el enunciado del reactivo. Al contrario, en la Figura 3 en que la selección de la operación es errónea, desarrollada paso por paso incorrectamente, la justificación y los dos enunciados completados muestran el desconocimiento de los integrantes de la división y la dificultad con los cuantificadores.

Comprobación con conteo manual y aditividad. Los estudiantes, aún los oralizados, comprobaban sus operaciones con conteo manual. El razonamiento aditivo predominó en los desempeños, incluso sin la observancia de la conservación de la igualdad, como en el ejemplo de la Figura 5, izquierda. Por otro lado, la falta de automatización de la multiplicación condujo al cálculo de productos sucesivos como alternativa al algoritmo de la división, como en el ejemplo de la derecha, Figura 5.

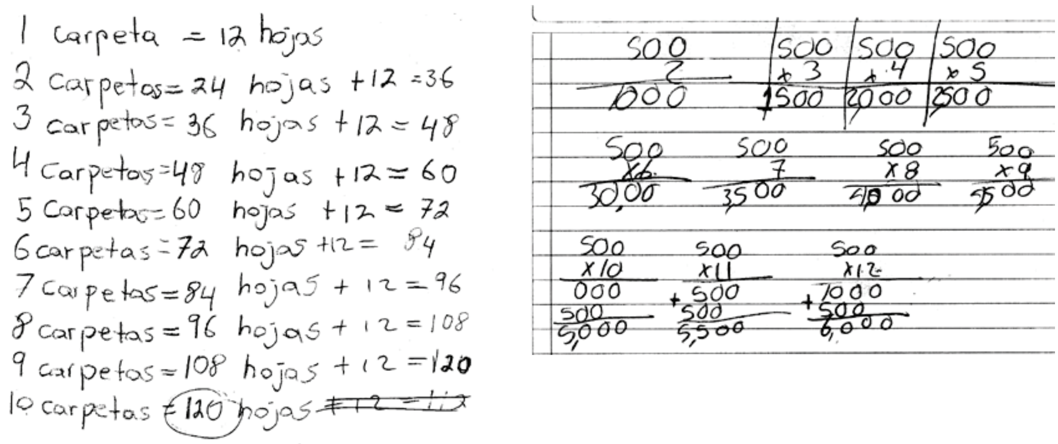
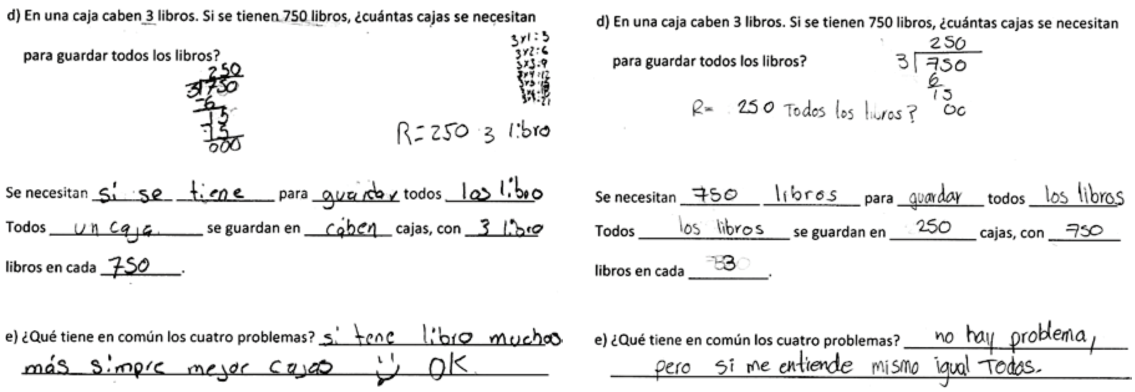


Figura 5. Comprobación del resultado de la operación para el reactivo c).
Casos 3-sp (izquierda) y 10-ho (derecha).

Abstracción, diferenciación e integración. Cuatro de los nueve estudiantes sp y cinco de los estudiantes ho contestaron al reactivo e). De estos últimos, tres se refirieron a las operaciones efectuadas, uno a que los reactivos "son parecidos", y el restante, aunque con la intervención del investigador, identificó los múltiplos en las cantidades implicadas. De los cuatro sp primeros, uno de ellos consideró sólo el reactivo precedente para contestar la pregunta, lo que revela la insuficiencia de la lectura (caso 9-sp, véase Figura 6). De todos los estudiantes participantes, sólo el caso 2-sp señaló "todos enteros", con lo que, más allá de las operaciones efectuadas, pareció arribar a una primera integración de las características de los cuatro reactivos, pero sin lograr la abstracción necesaria para la identificación de la relación entre todas las cantidades implicadas.


d) En una caja caben 3 libros. Si se tienen 750 libros, ¿cuántas cajas se necesitan para guardar todos los libros?

R= 250 3 libro

Se necesitan sí se tiene para guardar todos los libro
Todos un caja se guardan en caben cajas, con 3 libro
libros en cada 750.

e) ¿Qué tiene en común los cuatro problemas? sí tene libro muchos más simpre mejor cajas OK

d) En una caja caben 3 libros. Si se tienen 750 libros, ¿cuántas cajas se necesitan para guardar todos los libros?

R= 250 Todos los libros?

Se necesitan 750 libros para guardar todos los libros
Todos los libros se guardan en 250 cajas, con 750
libros en cada 3.

e) ¿Qué tiene en común los cuatro problemas? no hay problema, pero si me entiende mismo igual Todos.

Figura 6. Lengua escrita insuficiente para expresar características numéricas comunes.
Casos 8-sp (izquierda) y 4-sp, (derecha).

Efectos de la enseñanza. Cuatro de los diecisiete estudiantes antecedieron el resultado de la operación que realizaron con el signo “R =”, el cual proviene de prácticas comunes en la enseñanza básica de las matemáticas introducidas con el afán de organizar el procedimiento a seguir en la contestación a un problema. Los desempeños de los estudiantes reproducen esas prácticas sin advertir las relaciones y propiedades numéricas.

Las intervenciones

Dos de cada tres intervenciones se realizaron con estudiantes sp. La comunicación se estableció mediante figuras esbozadas en papel con lápiz, lectura de labios y señalamientos a las palabras o frases claves en el enunciado del reactivo y en las operaciones realizadas. Esta estrategia evitó el recurso a la lengua de señas para centrarse en la lengua escrita y en los conceptos matemáticos.

Comentarios

Según Piaget (1979), en niveles preoperatorios y de operaciones concretas, el sujeto no puede efectuar construcciones ni luego deducciones, a no ser que constantemente recurra a los resultados de esa construcción, lo que él denomina abstracción pseudoempírica. Afirma, además, que el lenguaje verbal es necesario, pero no suficiente, para la evolución de las operaciones intelectuales (Piaget, 1961). Como vimos aquí, el uso de la lengua escrita informa sobre estas últimas. Por otra parte, es imperante que los aspirantes con déficit auditivo adquieran la lengua escrita, a la cual se privilegia para la presentación del conocimiento en general, y es intermedia hacia la del conocimiento matemático formal. Garnica (2006) ya ha señalado que se requiere la incorporación de un método como el de la logogenia para la adquisición de la lengua escrita y la investigación respecto a su implementación para la adquisición y/o desarrollo del conocimiento matemático. Los resultados de aquí concuerdan con esta recomendación.

Referencias bibliográficas

Antia, S., Sabers, D., & Stinson, M. (2007). Validity and Reliability of the Classroom Participation Questionnaire With Deaf and Hard of Hearing Students in Public Schools. The Journal of Deaf

Studies and Deaf Education 12(2):158-171. Oxford University P. Recuperado el 3 de marzo de 2009 de http://intl-jdsde.oxfordjournals.org/cgi/reprint/12/2/158

Garnica, I. (2006). Percepción auditiva diferenciada y producción escrita de expresiones: elementos para un modelo de comunicación de la unidad [“t/m:mtl-sms”] para la investigación en Matemática Educativa. En E. Filloy (Ed.), Matemática educativa, treinta años: una mirada fugaz, una mirada actual (pp. 257-282). México: Cinvestav-Santillana.

Piaget, J. (1961). La formación del símbolo en el niño. México: FCE.

Piaget, J. (1979). Investigaciones sobre la abstracción reflexionante. 1. Buenos Aires: Huemul, S. A.

Power, D. & Leigh, G. (2003). Curriculum: Cultural and communicative contexts. En M. Marshark & P. E. Spencer (Eds.), Oxford handbook of deaf studies, language and education (pp. 38-51). New York: Oxford University Press.

Puyuelo, M. & Rondal, J. A. (2005). Manual de desarrollo y alteraciones del lenguaje. Barcelona, España: Masson, S. A.

Vygotski, L. S. (1997). Fundamentos de la Defectología. Obras Escogidas V. España: Visor Dis.