

¿Por qué 7345 se lee como “setenta y tres cuarenta y cinco”?

Yenny Otálora Sevilla ¹
Mariela Orozco Hormaza ¹

RESUMEN

El análisis del logro de 206 niños colombianos hablantes del Español, de 1º, 2º y 3º grado de primaria, al leer numerales arábigos con diferentes estructuras, muestra la tendencia a componer correctamente el numeral leído o segmentar las cadenas de dígitos arábigos utilizando dos estrategias principalmente: segmentación implícita con producción parcial y segmentación explícita con producción total. Los niños tienden a segmentar el numeral arábigo en unidades significativas potentes que ya dominan como las decenas, por ejemplo, 'treinta y cinco, veinticuatro' por '3524'. La producción parcial o total de segmentos afecta la sintaxis de la expresión verbal. La evolución normal del proceso de transcodificación es relativamente independiente de la estructura de los numerales leídos. El éxito a través de los grados no presenta una evolución gradual. En 2º grado desciende la producción correcta y hay gran variabilidad en las estrategias utilizadas probablemente como efecto de la progresiva incorporación de las reglas del sistema de numeración.

- **PALABRAS CLAVE:** Transcodificación numérica, representación numérica, errores sintácticos, lectura de numerales arábigos, niños.

ABSTRACT

The analysis of the achievement of 206 Colombian children, Spanish speakers, of 1^o, 2^o and 3^o grade of primary school, to read Arabic numerals with different structures, shows the tendency to compose correctly the read numeral or to segment the chains of Arabic digits using two strategies mainly: implicit segmentation with partial production and explicit segmentation with total production. The children tend to segment the Arabic numeral in powerful significant units that already dominate as the groups of ten, for example, 'thirty-five, twenty-four' for '3524'. The partial production or total of segments affects the syntax of the verbal expression. The usual evolution of the process of transcodification is relatively independent of the structure of the read numerals. The success through the grades does not present a gradual evolution. In 2^o grade descends the correct production and there is great variability in the strategies utilized probably as effect of the progressive incorporation of the rules of the numeration system.

Fecha de recepción: Abril de 2006/ Fecha de aceptación: Septiembre de 2006

¹ Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura. Universidad del Valle. Colombia

- **KEY WORDS:** Numerical transcodification, numerical representation, syntactic mistake, reading of arabic numerals, children.

RESUMO

A análise de 206 crianças colombianas, cuja língua utilizada é o espanhol, de 1^o, 2^o e 3^o séries do ensino fundamental, ao ler números Hindu-arábicos com diferentes estruturas, mostram a tendência em compor corretamente o numeral lido ou segmentar as correntes dos dígitos Hindu-arábicos que usam principalmente em duas estratégias: segmentação implícita com produção parcial e segmentação explícita com produção total. As crianças tendem a segmentar o numeral Hindu-arábico em unidades que já dominam como as dezenas, por exemplo, 'trinta e cinco, vinte e quatro' por '3524'. A produção parcial ou total de segmentos afeta a sintaxe da expressão verbal. A evolução normal de processo de transcodificação é relativamente independente da estrutura dos numerais lidos. O sucesso por meio dos níveis de estudo não apresenta uma evolução gradual. Na 2^o série cai a produção correta e há grande variabilidade nas estratégias utilizadas provavelmente como efeito da progressiva incorporação (das regras do sistema de numeração).

- **PALAVAS CHAVE:** Transcodificação numérica, representação numérica, erros sintáticos, leitura de numerais arábicos, crianças.

RÉSUMÉ

L'analyse de la réussite de 206 enfants colombiens hispanophones, de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} années de primaire (CP, CE 1 et CE 2), au moment de lire les figures numériques arabes avec différentes structures, montre la tendance à composer correctement la figure numérique lue ou à segmenter les chaînes de figures numériques arabes en utilisant principalement deux stratégies : la segmentation implicite avec une production partielle et la segmentation explicite avec une production totale. Les enfants ont tendance à segmenter les figures numériques arabes en unités significatives puissantes qu'ils dominent déjà comme les dizaines, par exemple, « trente-cinq vingt-quatre » pour « 3524 ». La production partielle ou totale des segments touche la syntaxe de l'expression verbale. L'évolution normale du processus de transcodification est relativement indépendante de la structure des figures numériques lues. Le succès à travers les années ne présente pas une évolution graduelle. En 2^{ème} année (CE 1) la production correcte diminue et il existe une grande variabilité dans les stratégies utilisées, probablement en conséquence de l'incorporation progressive des règles du système de numération.

- **MOTS CLÉS:** Transcodification numérique, représentation numérique, erreurs de synthèse, lecture de figures numériques arabes, enfants.

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de numeración en base diez permite la representación de los números en una variedad de formatos, aplicables según las necesidades de los individuos que los utilizan. Por ejemplo, el formato arábigo permite representarlos por medio de dígitos o secuencias de dígitos conocidos como numerales arábigos² (p.e. “3” o “457”). En el formato verbal, se representan los números a través de palabras o secuencias de palabras con características morfosintácticas especiales conocidas como palabras-número o expresiones numéricas verbales (p.e. “tres” o “cuatrocientos cincuenta y siete”) que pueden ser habladas o escritas. La transcodificación numérica es el proceso mental que permite traducir los números de un formato de representación a otro, haciendo uso de mecanismos cognitivos de procesamiento de información. Para leer numerales en voz alta es necesaria la traducción de un número input en formato arábigo a un número output, en formato verbal hablado. Las diferencias entre los componentes léxicos, sintácticos y semánticos de cada formato hacen que la transcodificación no sea un proceso fácil durante los primeros años del aprendizaje escolar y que su dominio requiera cierto lapso de tiempo.

El sistema de notación arábigo presenta dos componentes básicos: El primer componente consiste en un grupo de 9 grafías arábigas que representan las cantidades básicas (1, 2, 3...9) y el cero (0) que representa ausencia de cantidad. Estos signos son llamados *primitivos léxicos* porque se combinan entre sí para

formar toda la gama de numerales posibles. El segundo componente es la regla del *valor de posición*, según la cual el valor de una grafía está determinado por su posición al interior de la cadena de dígitos y es producto de la potenciación. De esta manera, la lógica de un sistema posicional en base diez implica que cada posición corresponde a un *orden* definido por la multiplicación de sus unidades por una potencia de 10, la cual se incrementa a partir de 0, cada vez que el dígito es movido una posición hacia la izquierda (Bedoya y Orozco, 1991; Orozco, 2000). Así, el 3 en la primera posición de la derecha está multiplicado por 10 a la potencia 0 y por lo tanto vale “tres”. Este es el orden de las unidades de 1 llamadas comúnmente *unidades*. Cuando el 3 se encuentra en la segunda posición está multiplicado por 10 a la potencia 1 y vale “treinta”. Este es el orden de las unidades de 10 o *decenas*. En la tercera posición se multiplica por 10 a la potencia 2, y vale 300. Este y el orden de las unidades de 100 o *centenas* y por un mecanismo recursivo, de allí en adelante continúan las unidades, decenas y centenas de mil, o *miles* y de millón.

Por otra parte, la introducción del cero [0] en una cadena de dígitos permite especificar las potencias de diez a las cuales ninguna cantidad de base se encuentra asociada, lo cual hace a este sistema posicional “inmune a cualquier ambigüedad” (Serón et al, 1995). Algunos autores (Bedoya & Orozco, 1991; Orozco, 2000) incluyen el punto [.] y la coma [,] en los signos del sistema, porque los puntos son utilizados para separar los tres primeros dígitos de la derecha de las unidades de mil y las comas de las unidades de millón.

² En el sentido más amplio, el concepto “numeral”, se utiliza para referirse a los elementos del sistema de numeración empleados para representar un número (McCloskey, 1992).

**tres [cientos] / cincuenta y ocho
[mil] / novecientos / sesenta y
siete”**

En esta expresión verbal las palabras “tres”, “ocho” y “siete” y los prefijos “cincu”, “nove” y “ses”, constituyen “partículas de cantidad” y, la palabra “mil” y los sufijos “cientos” y “enta” constituyen “partículas de potencia”. El slash (/) representa las composiciones aditivas y los paréntesis cuadrados ([]) las composiciones multiplicativas implícitas. La conjunción (“y”) denota una composición aditiva “explícita”. Sin embargo, en la mayoría de los casos no hay presencia de marcas que denoten la adición y por ello se utiliza slash (/).

En general, las expresiones numéricas verbales y arábigas tienen en común una estructura operatoria de adiciones y multiplicaciones, pero componentes y reglas sintácticas diferenciadas.

**Naturaleza del proceso de
transcodificación**

Para Orozco y Hederich (2002), el proceso de transcodificación numérica entre formatos exige traducir códigos desde un sistema de reglas que utiliza el recurso de la posición para significar potencias de diez, propias del formato arábigo, a un sistema de reglas de marcación morfosintáctica -sufijos derivativos y morfemas composicionales de la lengua-, propias del formato verbal hablado, o viceversa, dependiendo de la tarea.

Desde esta perspectiva se proponen las siguientes reglas para la lectura de los numerales en el idioma Español:

- Para traducir del formato arábigo al verbal, se codifica cada dígito con una palabra de cantidad y la posición con partículas de potencia explícitas.

- En el caso de la presencia de un cero (0) en la cadena de dígitos arábigos, el sufijo o palabra correspondiente a una posición cualquiera se debe omitir en la expresión verbal. Por ejemplo, para transcodificar el numeral arábigo “607”, la forma sintáctica que corresponde a la posición de las decenas donde se encuentra el cero, debe ser omitida para que pueda leerse “seiscientos siete”. De lo contrario, el resultado obtenido sería incoherente para los usuarios familiarizados con esta regla (p.e. “seiscientos ceroenta siete”).

- Aparte del cero, otro dígito que tiene reglas especiales para su transcodificación es el uno [1]. Cuando en una expresión arábica se encuentre un “1” en la posición de las decenas deberá ser traducido como parte de una palabra nueva que lo represente, conjuntamente con el dígito que se encuentra en la posición de las unidades (p.e. “once”, “trece”, etc) o una palabra perteneciente al grupo de los “dieci” (p.e. “dieciseis”, “dieciocho”, etc.), y si se encuentra en la posición de las centenas o las unidades de mil, en Español la marca de cantidad no se codifica literalmente de manera verbal (p.e. es errado decir, “uno mil” o “uno cientos”, pero no es errado decir “dos mil” o “doscientos”).

**Efecto de la estructura de los
numerales en la lectura**

En la interpretación que Graná et al. (2003) hacen del modelo de Power y Dal Martello (1990), la producción de ceros resulta de mecanismos diferenciados. Algunos ceros llamados *ceros léxicos* se derivan semánticamente y son representados en un primitivo léxico, como conceptos numéricos, sin involucrar regla alguna de

producción. Por ejemplo, en la secuencia arábica los ceros en los dieces suelen aparecer como un cero interno, o como un cero final del numeral arábigo. En 26870, el cero en 70 es léxico. El supuesto que manejan es que en los dieces, el concepto primitivo (C10 hasta C90) directamente activa su correspondiente forma arábica y los ceros se producen como un todo con el dígito precedente.

Por el contrario para los autores, los *ceros sintácticos* se derivan sintácticamente. Estos ceros son resultado de dos tipos de operaciones, una operación de concatenación que da lugar a ceros sintácticos finales, por ejemplo 26000, y operaciones de concatenación y sobre escritura que dan lugar a ceros intermedios, por ejemplo, los ceros señalados en 26007, 26070)

Graná et al. (2003) igualmente estudian el efecto de la posición del cero léxico y sintáctico en la escritura: cero interno versus cero final. Solamente incluyen esta variable en los numerales de ciento dígitos que poseen ceros léxicos internos. Contrastan las producciones de numerales cuya estructura varía en función del cero interno y final y que conservan el mismo número de ceros léxicos en las dos posiciones. Los autores encontraron que los numerales sin cero son significativamente más fáciles que los numerales con ceros léxicos y que los ceros léxicos resultaron significativamente más fáciles que los ceros sintácticos o que los mixtos.

Una mirada a la transcodificación numérica desde el desarrollo

Varios estudios de tipo evolutivo han encontrado que a temprana edad los niños empiezan a diferenciar las características inherentes a los sistemas numérico y

lingüístico, y en sus dos formatos de representación -verbal y notacional-. Según Gelman y Meck (1986) a los 3 y 4 años los niños diferencian espontáneamente los nombres para números o palabras de conteo, de los nombres para cosas y otros ítems lexicales. Además, son capaces de distinguir el contexto en que cada tipo de marca es utilizado. Aunque los dos sistemas comparten algunos mecanismos verbales, los niños identifican los principios a los que se encuentran sometidos cada uno.

Tolchinsky-Ledesmann & Karmiloff-Smith (1992) plantean igualmente que entre los 3 y 4 años los niños distinguen las características inherentes a la escritura arábica de aquellas que fundamentan la escritura alfabética, y comprenden que el orden, la cantidad y la repetición de las marcas no se utilizan de la misma manera ni tienen el mismo significado. Además, aprenden que cada sistema deviene de diferentes funciones comunicativas de tal forma que gozan de un carácter pragmático específico. Inicialmente, los niños no son hábiles en el desempeño procedural de cada tipo de escritura, pero las utilizan en función de sus propios objetivos. Esta adecuación funcional indica que poseen un conocimiento sobre los dos sistemas notacionales que permanece implícito durante algún período de tiempo, pero que poco a poco, y con la experiencia, se explicita y se vuelve asequible a la comprensión.

Generalmente, y por razones culturales, el dominio progresivo de la secuencia de conteo se alcanza más temprano que el de los numerales arábigos. Sin embargo, este conocimiento no permanece fragmentado y los niños aprenden rápidamente a procesar los números en diferentes formatos. En poco tiempo se

muestran hábiles para ir de una de estas representaciones a otra, traduciendo de un código fuente a un código output a través de los procesos de transcodificación numérica (Noel y Turconi, 1999).

La mayor parte de estudios relativos a la adquisición de los sistemas numéricos verbal y arábigo han investigado separadamente el aprendizaje espontáneo de cada sistema y su relación con el lenguaje, durante la etapa preescolar y el primer año de básica primaria. El interés por el desarrollo normal del proceso de transcodificación sólo empieza a cobrar importancia en los años 90, en que se desarrollan una serie de investigaciones sobre la escritura de numerales al dictado, en niños de básica primaria (Power y Dal Martello; 1990, Serón, Deloche y Noel; 1991; Serón y Fayol, 1994; Scheuer et al, 2000; Orozco y Hederich, 2000, 2002; Hederich y Camargo, 2001 Orozco, 2003).

La exploración de la lectura de numerales arábigos ha estado prácticamente ausente y sólo se han realizado algunos trabajos sistemáticos (Sinclair y Scheuer, 1993; Serón, Van Lil & Noel, 1995; Serón, Noel & Van der Elst, 1997; Power y Dal Martello, 1997). Estos estudios se han llevado a cabo en diferentes países, con niños hablantes de diferentes idiomas –inglés, francés e italiano- y se han encontrado ciertas regularidades sobre la evolución normal de la transcodificación entre ambos formatos, que permiten describir un patrón de evolución del desempeño de los niños y particularmente ciertos tipos de errores comunes:

1) El desarrollo normal del proceso de transcodificación sigue una *progresión* en el tiempo, que se encuentra en relación directa con la magnitud del numeral y puede tomar aproximadamente entre 3 y 4 años alcanzar su completo dominio. A la

edad de 6 años los niños pueden dominar la mayoría de los primitivos léxicos. A la edad de 7 años, los niños transcodifican correctamente numerales de 2 cifras, y las producciones erradas empiezan a incrementarse a partir de los numerales de 3 y 4 cifras.

2) En esta etapa, la mayoría de los errores son sintácticos y su tasa incrementa con la longitud de la cadena de dígitos. De acuerdo con Power y Dal Martello (1997), el error inicial más frecuente en lectura de numerales arábigos, es el cambio del multiplicador, por ejemplo, leer 365 como “*tres mil sesenta y cinco*”.

3) En la lectura de numerales arábigos, la fragmentación constituye una estrategia primitiva de escisión del numeral cuando el estímulo es muy grande, por ejemplo, “6578” leído como “*sesenta y cinco setenta y ocho*”.

4) Cuando en el lexicón de los niños aparecen las palabras “*cientos*” o “*mil*”, surgen igualmente nuevas reglas de transcodificación para el formato verbal-hablado, que casi siempre son erradas pero permiten al niño resolver la tarea. En esta fase de aprendizaje los errores léxicos son insignificantes, pero se presentan con mayor frecuencia en niños de 8 años quienes cometen menos errores sintácticos cuando manejan numerales de 3 y 4 cifras. El dominio formal de la transcodificación se puede alcanzar entre los 8 y los 9 años.

5) Las producciones erradas de los niños al escribir o leer numerales se derivan principalmente de la dificultad para manejar una o más reglas de transcodificación, o partes del algoritmo. Los errores sintácticos al producir numerales mayores en las dos tareas, son resultado del uso de estrategias

particulares construidas por los niños con base en el conocimiento adquirido durante la transcodificación de numerales más pequeños, por ejemplo, de 1 y 2 dígitos. Posiblemente, ellos aprenden a dominar la transcodificación de formas matrices simples y generalizan rápidamente las reglas inferidas de este aprendizaje a las formas más complejas que no dominan, como los números en las unidades y decenas de mil (Serón et al., 1994, 1997; Power & Dal Martello, 1997). En este caso, la extensión del numeral input en cualquiera de los dos formatos, tiene un efecto importante en la codificación del numeral output. Las reglas que se generalizan persisten y evolucionan durante un largo período de tiempo.

6) A pesar del uso generalizado de cierto tipo de estrategias, existen importantes variaciones individuales en los desempeños de los niños. Las formas matrices empleadas inicialmente, las reglas inferidas y los grados de generalización, varían de un niño a otro (Serón et al., 1994, 1997; Power & Dal Martello, 1997).

Otros autores (Lerner & Sadovsky, 1994; Nunes & Bryant, 1998) plantean que existen numerales como los llamados *nudos* más fáciles de transcodificar. Este es el nombre que se le da a las decenas, centenas, unidades de mil, etc, exactas (p.e. 10, 20...90; ó 100, 200... 900; ó 1000, 2000... 9000, etc.) Su facilidad radica en la ausencia de composición aditiva. Trabajos recientes confirman estos datos en escritura de numerales (Orozco y Hederich, 2002; Hederich y Camargo, 2001). Sin embargo, estos estudios igualmente muestran que la presencia del “0” en el lexicón numérico lleva a los niños que están aprendiendo a sobre generalizar las reglas de su uso, generando nuevos tipos de errores al transcodificar.

Sinclair y Scheuer (1993) encuentran que los niños de 5 años tratan los dígitos de los numerales arábigos como si tuvieran un orden independiente, de manera que disocian el valor de cada uno, de su valor en la cifra. De esta manera, componen un numeral colocando los elementos que lo integran, como si fueran independientes de sus posiciones respectivas. Para leer numerales arábigos, los niños pueden emplear como estrategia de lectura, la correspondencia verbal. Esta consiste en leer, por ejemplo, todos los numerales que empiezan por seis (6), como *sesenta* y cuando los niños desconocen un numeral arábigo, optan por otorgar indiscriminadamente una etiqueta numérica cualquiera. Las autoras proponen que los niños identifican de manera temprana que los dígitos poseen un valor individual, que se preserve, no obstante su combinación con otros elementos se les dificulta, tal como sucede con el material alfabético/verbal.

Serón et al. (1995) encontraron que la gran mayoría de niños de 7 años leen correctamente las cadenas arábigo de 3 cifras. Sin embargo, cuando leen numerales de 4 y 5 cifras, segmentan las cadenas arábigo, en sub-cadenas que son capaces de leer. Algunos niños introducen en la lectura de estas cadenas largas la expresión verbal de un multiplicando específico como <<mil>> ó <<millón>> o la expresión de <<diez cien>>. Por ejemplo, BW, un niño que ellos reportan, lee la primera cifra de la cadena arábigo y le agrega la palabra <<millón>> y a continuación leen correctamente el numeral arábigo restante, así: 14015 es leído como “un *millón* cuatro mil quince” y 43501 como “cuatro *millones* tres mil quinientos uno”. Los niños que ya dominan la lectura de numerales de 4 cifras aplican a los numerales de 5 cifras el conjunto de las transformaciones

aprendidas cuando pasan de los numerales de 3 a los de 4 cifras, pero además introducen una expresión multiplicativa nueva, por ejemplo, “*un millón*”. Según estos autores, esta estrategia de lectura se fundamenta en los conocimientos adquiridos previamente por los niños.

Serón et al. (1995), igualmente reportan el caso de AW, quien parcialmente aplica a las cadenas más extensas, elementos que es capaz de utilizar en las más cortas. Por ejemplo, lee todos los numerales de 4 cifras, que empiezan con 1, anteponiéndoles la palabra *cien*. De esta manera, lee “*cien cuarenta*” por 1040 y “*cien diez uno*” por 1011. Cuando los numerales no empiezan con 1, los fragmenta en dos o más sub-cadenas y lee 3652 como “treinta y seis cincuenta y dos” y 7620 como “setenta y seis veinte”. Sin embargo, estos autores consideran que esta generalización es parcial porque, aunque AW es capaz de leer correctamente todas las sub-cadenas de tres elementos, no fragmenta las cadenas más grandes en sub-cadenas de tres elementos, salvo si tales estructuras presentan ceros sucesivos, como en el caso de los nudos.

Serón et al. (1995) proponen que al fragmentar, BW y AW emplean parcialmente su experiencia previa y que los numerales que presentan cadenas de ceros la afectan, permitiendo la recuperación de estructuras de tres y cuatro elementos. Concluyen que los fragmentos de los niños son producto de lo que ellos saben leer, aunque igualmente admiten que de un niño a otro se encuentran variaciones particulares en algunas de sus producciones.

La revisión de la literatura precedente muestra un énfasis de los estudios sobre la escritura y sólo cuatro estudios sobre la lectura de numerales con niños. Los estudios revisados son de carácter exploratorio: generalmente trabajan con un solo grado escolar (7 años). Las estrategias son reportadas para casos de niños y no para muestras grandes. Finalmente sólo se encontró un estudio longitudinal sobre lectura con 12 niños de 7 años de edad. Este análisis permitió proponer el estudio cuyos resultados parciales a continuación se describen.

II. METODOLOGÍA

Sujetos

En el estudio participan 206 niños que asisten a los primeros grados de educación básica primaria: 67 de grado 1º (6 – 6,9 años), 72 de grado 2º (7 – 7,9 años) y 67 de grado 3º (8 – 8,9 años). La muestra fue seleccionada aleatoriamente de 8 colegios privados no bilingües de Cali-Colombia. Los colegios fueron igualmente seleccionados al azar. La lengua materna de todos los participantes es el español.

Diseño

Se lleva a cabo un estudio simultáneamente transversal y longitudinal en el que se analizan y comparan las producciones de tres grupos de niños, diferenciados en función del grado escolar/edad en dos pruebas de transcodificación numérica: la escritura de numerales al dictado y la lectura en voz alta de numerales arábigos⁴. Los niños resuelven las pruebas con los mismos ítems, en tres aplicaciones con 8 semanas

⁴ Por razones de espacio, en este artículo sólo se incluyen los resultados de la tarea de lectura en la primera aplicación. Otros resultados de este mismo estudio se pueden encontrar en Orozco, Guerrero, Otálora (2005) y Orozco, Guerrero (2006)

de diferencia entre ellas. En este artículo sólo se reportan los resultados del análisis y comparación de los desempeños de los tres grupos en la tarea de lectura de numerales arábigos, en la primera aplicación.

Instrumento

La prueba de lectura está constituida por 36 ítems para 1^{er} grado, 59 para 2^o y 54 para 3^o. Los numerales estímulo para cada grupo de edad son seleccionados en el rango numérico superior al fijado institucionalmente para el grado escolar⁵ en Colombia y varían en función de la presencia o ausencia de cero en el numeral arábigo, del número de ceros y de la posición de los mismos. De acuerdo con las categorías utilizadas por Graná *et al.* (2003) fueron seleccionados numerales con cuatro tipos de estructura para 1^o y seis tipos de estructura para 2^o y 3^o grado (Ver Tabla 1).

En la prueba, ningún numeral estímulo tiene dígitos repetidos que ocupen

posiciones contiguas. Los estímulos de 5 cifras tienen dígitos repetidos de los cuales uno tiene la posición inicial y el otro la posición al final del numeral. Este criterio permite determinar exactamente en que posición o clase léxica⁶ se encuentra el error. Ningún numeral en formato arábigo tiene el punto de mil, de manera que éste no constituya un indicador sintáctico.

Procedimiento

La tarea de lectura de numerales arábigos se aplica en una sesión individual de 20 minutos. El experimentador le da al niño la siguiente consigna: *“Vas a leer en voz alta los números que te voy a mostrar”*. Enseguida se presenta a los niños cada uno de los numerales arábigos a través de un dispositivo. Se organizan cuatro listas de numerales diferentes con orden aleatorio por grado y son asignadas de manera igualmente aleatoria a cada niño en cada grupo. El desempeño de los niños es registrado en casetes de audio a través de un dictáfono y rejillas de registro.

Grado	Rango numérico	No de ítems	Tipo de numeral					
			Nudo	Cero léxico	Cero sint-final	Cero sint-inter	Cero mixto	Sin cero
1 ^o	100-999	36	X00	XX0		X0X		XXX
2 ^o	1000-9999	59	X000	XXX0	XX00	XX0X X0XX X00X	X0X0	XXXX
3 ^o	10000-99999	54	X0000	X0XX0 X0XXX XXXX0	XXX00	XX00X XX0XX XXX0X	X00XX X0X0X XX0X0	XXXXX

Tabla 1. Estructura de los numerales de la prueba por cada grado escolar.

⁵ En un estudio previo, se trabajó con numerales en rango propio y el éxito superó el 95% de las producciones.

⁶ Según Deloche & Serón (1982) las clases léxicas son las unidades [UNITS], las decenas [TENS], las centenas [CENTS], y los numerales entre 11 y 19 [TEENS]. Este concepto de clase léxica es ampliamente utilizado en modelos de procesamiento numérico (p.e. McCloskey et al.).

Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se asumen niveles diferenciados. En primer lugar se analiza el logro que cada grado alcanza al leer numerales; posteriormente, se analiza el tipo de estrategia que los niños utilizan en función de la estructura del numeral leído y finalmente, el tipo de unidad de mayor orden y el tipo de segmento que los niños tienden a producir en la expresión verbal. El logro de los niños al escribir numerales se puntúa en una escala de 1 a 10: 1 para los niños que leen incorrectamente la totalidad de los numerales y 10 para aquellos que leen todos los numerales correctamente. Para analizar el logro intergrupos y el logro en función del tipo de numeral se utiliza la mediana de acierto de cada grupo.

Tipo de estrategias de lectura de numerales

Para un acercamiento a la manera como los niños transcodifican numerales de un formato arábigo a un formato verbal es necesario describir las estrategias más generalizadas que los llevan al error. Para identificar estas estrategias se aplicó a la totalidad de los

numerales leídos por los niños, un algoritmo que permitió discriminar tipos de lectura y se analizaron con los siguientes criterios:

1. La segmentación de las cadenas de dígitos del numeral estímulo en fragmentos significativos para los niños: categoría general *segmentación (S)* (Ver Tabla 2)
2. La segmentación puede o no afectar la estructura formal de la expresión verbal. Este criterio genera 2 subcategorías: *segmentación explícita (SE)* si afecta la estructura formal del numeral output y *segmentación implícita (SI)* si no la afecta.
3. La utilización de todos o una parte de los dígitos del estímulo para configurar los segmentos o fragmentos en la expresión verbal output, genera 2 categorías: *producción total (PT)* y *producción parcial (PP)*.
4. La inserción de marcas de potencia – llamadas también marcas sintácticas– antes de y después de las marcas de cantidad (*N*).

Tipo de segmentación	Código estrategia	Tipo de estrategia
Segmentación explícita	SEPT	Segmentación explícita con producción total
	SEPP	Segmentación explícita con producción parcial
	SEPTN	Segmentación explícita con producción total + marca de potencia
	SEPPN	Segmentación explícita con producción parcial + marca de potencia
Segmentación implícita	SIPP	Segmentación implícita con producción parcial
	SIPPN	Segmentación implícita con producción parcial + marca de potencia
	SIPTN	Segmentación implícita con producción total + marca de potencia

Tabla 2. Estrategias erradas de lectura de numerales.

Siguiendo estos criterios son propuestas las siguientes estrategias:

Segmentación Explícita con Producción Total (SEPT). Los niños segmentan la cadena de dígitos en el numeral estímulo en dos o más fragmentos y leen cada fragmento literalmente utilizando una expresión numérica formalmente correcta. En este tipo de estrategia se dice que la **Segmentación es Explícita con Producción Total** porque verbalizan y yuxtaponen en una sola producción la totalidad de los segmentos que obtienen pero la expresión verbal no es formalmente correcta. De esta manera el resultado es una producción que no existe desde el sistema numérico verbal. (Ver Tabla 3).

Segmentación Explícita con Producción Parcial (SEPP). En este tipo de estrategia, los niños fragmentan en varios segmentos la cadena de dígitos del numeral estímulo y leen uno o algunos de los segmentos que

obtienen, empleando para ello expresiones numéricas formalmente correctas. En este caso la **Segmentación es Explícita con Producción Parcial** porque no verbalizan la totalidad de los segmentos que obtienen y la expresión verbal no es formalmente correcta. En el ejemplo del grado 1º (Ver Tabla 3), el niño únicamente fragmenta segmentos que corresponden a unidades de uno, es decir, los dígitos 6 y 3, pero omite la lectura del segmento que corresponde al dígito 7.

Segmentación Explícita con Producción Total y N (SEPTN). En este caso, los niños fragmentan el numeral estímulo en varios segmentos, leen cada uno de los segmentos que obtienen y además insertan en uno de ellos una marca de potencia o una marca sintáctica (enta, ciento, mil) después de una de las marcas de cantidad. Las expresiones numéricas verbales resultantes de esta estrategia no son formalmente correctas y se observan explícitamente fragmentadas.

Estrategia	Grado	Input	Output
SEPT	1º	985	Noventa y ocho cinco
	2º	1524	Quince veinticuatro
	3º	52190	Cinco veintiuno noventa
SEPP	1º	673	Seis tres
	2º	3452	Treinta y cuatro y dos
	3º	52198	Cincuenta y dos noventa y ocho
SEPTN	1º	905	Noventa y cincuenta
	2º	6985	Seiscientos noventa ochenta y cinco
	3º	52190	Cinco mil veintiuno noventa
SEPPN	1º	819	Ocho noventa
	2º	7819	Siete mil ocho noventa
	3º	52190	Cinco mil veintiuno y nueve
SIPP	1º	603	Sesenta
	2º	7819	Setecientos ochenta y uno
	3º	30046	Tres mil cuarenta y seis
SIPPN	1º	603	Seiscientos
	2º	3400	Trescientos cuatro
	3º	52198	Cincuenta y dos mil noventa y ocho
SIPTN	1º	200	Dos mil
	2º	8300	Ochenta y tres mil
	3º	10000	Cien mil

Tabla 3. Ejemplos de las estrategias utilizadas por los niños en todos los grados

Segmentación Explícita con Producción Parcial y N (SEPPN). Los niños fragmentan el numeral estímulo en dos o más segmentos e insertan una marca de potencia en uno de los segmentos obtenidos, antes de una marca de cantidad. La **Segmentación** en este caso es **Explícita con Producción Parcial y N**, porque no verbalizan la totalidad de los segmentos que obtienen y la expresión verbal resultante no es formalmente correcta.

Segmentación Implícita con Producción Parcial (SIPP). En este tipo de estrategia, los niños fragmentan el numeral estímulo en dos segmentos. En estos casos, la **Segmentación** es **Implícita con Producción Parcial**, porque solo verbaliza uno de los segmentos que obtienen y la expresión verbal resultante es correcta desde el punto de vista formal del sistema de numeración verbal..

Segmentación Implícita con Producción Parcial y N (SIPPN). Los niños fragmentan el numeral estímulo en dos segmentos y seleccionan uno para su lectura. En estos casos, la **Segmentación** es **Implícita con Producción Parcial y N**, porque solo verbalizan el segmento seleccionado y porque insertan una marca de potencia antes o después de una marca de cantidad. La expresión verbal resultante es correcta desde el punto de vista formal del sistema de numeración verbal.

Segmentación Implícita con Producción Total y N (SIPTN). En esta estrategia los niños no fragmentan el numeral estímulo en dos segmentos sino que agregan al numeral estímulo un segmento complementario. La **Segmentación** en este caso es **Implícita con Producción Total y N**, porque ellos verbalizan la totalidad de los segmentos que obtienen e insertan una

marca de potencia después de una marca de cantidad.

Tipo de unidad de mayor orden

Las estrategias igualmente se analizan desde la perspectiva de la unidad que el niño utiliza para leer. El análisis del tipo de unidad se realiza en función de la unidad de mayor orden producida por los niños en una expresión verbal output. Las unidades corresponden a las unidades del sistema:

a.Unos: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los unos

b.Dieces: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los dieces

c.Cienes: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los cienes

d.Miles: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los miles

e. Diezmiles: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los diezmiles

f. Cienmiles: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico de los cienmiles

g.Millón: Producción de palabra(s)- número en el rango numérico del millón

Tipo de segmento producido

Para llevar a cabo la lectura de cadenas arábicas los niños seleccionan segmentos del numeral input, los cuales son leídos con alguna de las estrategias antes descritas. Para el análisis de los segmentos que los niños seleccionan al leer se proponen dos categorías:

Segmento tipo Dígito: En la actividad de lectura, los niños utilizan del numeral arábigo dígitos únicos que se encuentran

separados y leen las expresiones verbales propias de cada dígito que ha sido utilizado.

Segmento tipo Cadena: En la actividad de lectura, los niños utilizan del input un conjunto seriado de dígitos, es decir, dígitos que van juntos en la cadena arábica, y leen la expresión verbal correspondiente.

III. RESULTADOS

Logro

El análisis del logro de los niños al leer numerales Arábicos, en un rango superior al que se les enseña en el grado que cursan, muestra que los de 3^{er} grado logran un desempeño superior al de los de 1^o y 2^o: la mediana de los puntajes de 3^o es de 6.5, en tanto que mediana de los de 1^o y 2^o corresponde a 1.7 y 1.5, respectivamente (Ver Tabla 4.). La prueba Kruskal Wallis muestra diferencias significativas entre los tres grupos ($\chi^2(2) = 10,236, p < .006$). Sin embargo, contrastes *post hoc* señalan que estas diferencias se encuentran entre 2^o y 3^o (Mann Withman $Z = -3,357, p = .001$). Aunque el desempeño de 1^o es superior al de 2^o, no hay diferencias significativas entre estos dos grupos.

Grado	Logro		
	Media	Mediana	DvSt
1° (N = 67)	3.9	1.7	4.1
2° (N = 72)	3.0	1.5	3.5
3° (N = 67)	3.4	6.5	4.1

Tabla 4. Logro por grado.

El análisis del logro, en función del tipo de numeral, para cada grado, muestra que la mediana de los niños de 1^o y de 2^o alcanza el puntaje más alto en los numerales nudos y los puntajes más bajos, en los demás tipos de numeral. La mediana de 1^o grado corresponde a un puntaje de 0 en numerales con cero léxico, cero sintáctico intermedio y sin cero; el puntaje correspondiente a la mediana de 2^o es igualmente 0 en los numerales con ceros léxicos, ceros mixtos y sin cero. En 3^o, la mediana de los niños logra el puntaje más alto (10) al leer numerales con cero sintáctico final; las medianas de los numerales sin cero y nudo corresponden con puntajes igualmente altos (8.9 y 7.8 respectivamente). En este grado, los puntajes de la mediana para los otros tipos de numeral se encuentran por encima de 5.

El análisis entre grados del logro al leer, en función del tipo de numeral, evidencia que los puntajes correspondientes a las medianas de 3^{er} grado son más altos que los de las medianas de 1^o y 2^o, independientemente del tipo de numeral (Ver Figura 1). El 2^o grado tiende a obtener puntajes más bajos que 1^o grado al leer numerales con cero léxico, cero sintáctico intermedio, cero mixto y sin cero. Sin embargo, las medianas de los grupos de 1^o y 2^o son prácticamente similares. En los tres grados, el puntaje que la mediana alcanza al leer numerales nudos está por encima de 5 y aunque el de 3^o es más alto que el de 1^o y 2^o, la prueba Kruskal Wallis no muestra diferencias estadísticamente significativas entre grados para este tipo de numeral ($\chi^2(2) = 1.076, p = .584$).

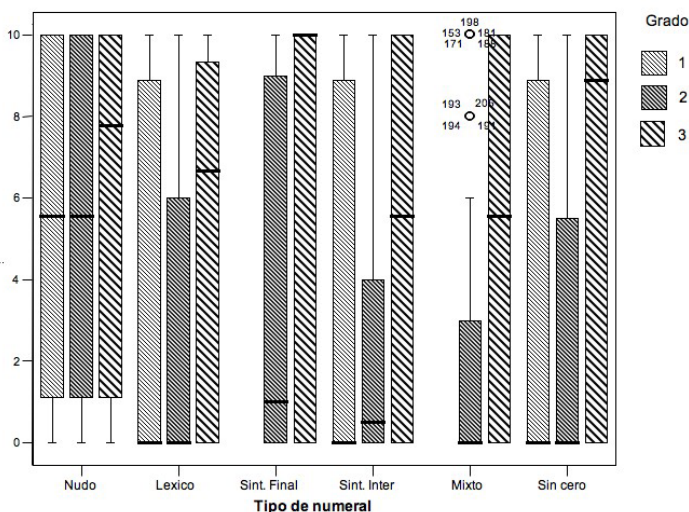


Figura 1. Logro en función de tipo de numeral para los tres grados

En la lectura de numerales con cero léxico, ceros sintácticos intermedios y numerales sin cero, 3^{er} grado obtiene mayor puntaje que 1^o, y este a su vez, mayor puntaje que 2^o. La prueba Kruskal Wallis para cero léxico evidencia que las diferencias entre grupos son significativas ($\chi^2(2) = 17,976, p = .000$). Contrastes *post hoc* con la prueba Mann Whitney revelan que las diferencias se presentan entre 3^o y 1^o ($Z = -2.379, p = .017$) y entre 3^o y 2^o ($Z = -4.282, p = .000$). La prueba Kruskal Wallis para ceros sintácticos intermedios muestra que las diferencias encontradas entre los grados son significativas ($\chi^2(2) = 11.909, p = .003$). El contraste *post hoc* con la prueba Mann Whitney señalan diferencias entre 3^o y 1^o ($Z = -1.875, p = .061$) y entre 3^o y 2^o ($Z = -3.576, p = .000$). La prueba Kruskal Wallis para numerales sin cero evidencia que estas diferencias son igualmente significativas ($\chi^2(2) = 19.607, p = .003$). Los contrastes *post hoc* señalan que estas diferencias se concentran entre 3^o y 1^o ($Z = -1.875, p = .061$) y entre 3^o y 2^o ($Z = -3.576, p = .000$). No se encontraron diferencias significativas entre 1^o y 2^o grado, en ninguno de los numerales.

Los puntajes obtenidos al leer numerales con ceros sintácticos finales y ceros mixtos, que sólo se aplicaron en 2^o y 3^o grado, evidencian que el desempeño del grupo de 3^o fue superior al grupo de 2^o en los dos tipos de numerales. La prueba Mann Whitney evidencia diferencias estadísticamente significativas (*ceros sintácticos finales* $Z = -3.012, p = .003$; *ceros mixtos* $Z = -4.365, p = .000$).

Tipo de estrategias

La distribución de las producciones en función del tipo de estrategia utilizada muestra que en todos los grados la *composición* es la estrategia que mayor porcentaje de uso presenta independientemente del grado escolar (40,2% en 1^o, 30,4% en 2^o y 53,8% en 3^o) (Ver Fig. 2). Dos tipos de estrategias que llevan al error son predominantes: la *segmentación implícita con producción parcial SIPP* (p.e. “treinta y cuatro” por 3400) presenta los porcentajes más altos de uso, independientemente del grado escolar (28,1% en 1^o, 27,5% en 2^o y 20,1% en 3^o) y la *segmentación explícita con*

producción total (SEPT, p.e. “treinta y cuatro veinticinco” por 3425). Un mayor porcentaje de niños de 2° grado la utiliza (26,8%), en 1° el (18,9%) y en 3° un porcentaje menor (8,7%). El porcentaje de uso de las dos estrategias predominantes disminuye a medida que aumenta el grado escolar. Sin embargo el uso de la estrategia SIPP tiende a ser más homogéneo entre grados que el uso de la estrategia SEPT, el cual desciende drásticamente. Las otras estrategias presentan porcentajes de uso muy bajos en todos los grupos.

en los porcentajes de uso de las estrategias al leer cada tipo de numeral. En 1° es utilizada al leer todos los tipos de numeral: con cero sintáctico intermedio (37.3%), en numerales nudo (23.1%) en numerales con cero léxico (24.7%) y en numerales sin cero (25.2%) (Ver Fig. 3). En 2° esta estrategia se presenta principalmente al leer nudos (34%), numerales con cero sintáctico intermedio y final (31.9% y 27.9%, respectivamente) y con cero mixto (27.5%), y en menor porcentaje, en numerales con cero léxico y sin cero

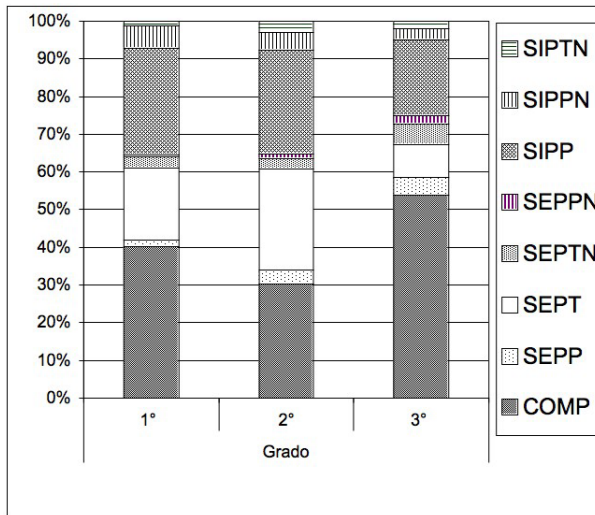


Figura 2. Distribución del porcentaje de uso de estrategia por grado

Los resultados del tipo de estrategia en función del tipo de numeral se presentan para cada grado. En los tres grados la estrategia SIPP es predominante en la lectura de todos los numerales, independientemente de la estructura del numeral: Las diferencias se encuentran

(18.1% y 16.5%, respectivamente) (Ver Fig. 4). En 3° la estrategia SIPP se presenta en numerales nudos (33.7%) con cero mixto (28,9%), con cero sintáctico intermedio y final (20.9% y 13.4%) y con cero léxico (16.8%) (Ver Fig. 5).

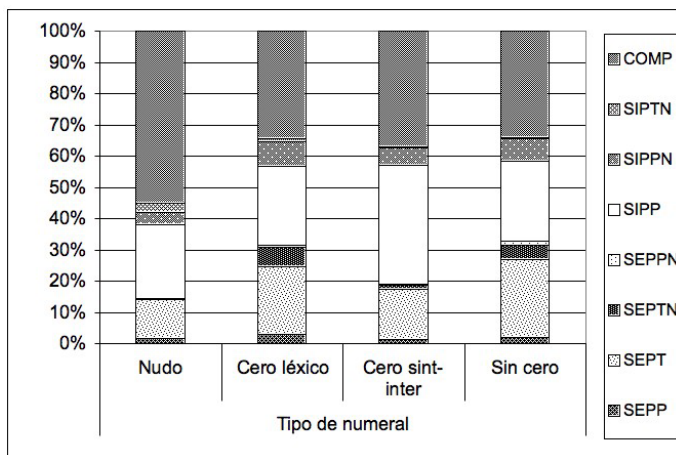


Figura 3. 1º grado: distribución de tipo de estrategia en función de tipo de numeral.

La otra estrategia predominante *segmentación explícita con producción total SEPT* (p.e. “cuarenta y cinco treinta” 4530), se presenta en todos los grados en numerales sin cero (1º: 24.7%; 2º: 44.4%; 3º: 18.3%) y con cero léxico (1º: 21.4%; 2º: 42.8%; 3º: 11.3%). En 2º

grado, igualmente se encuentra en porcentajes altos en numerales con cero mixto (38.9%) y con cero sintáctico intermedio (26.5%). En 3º, en menor porcentaje, en numerales con cero sintáctico final (9.5%) y cero sintáctico intermedio (7.3%).

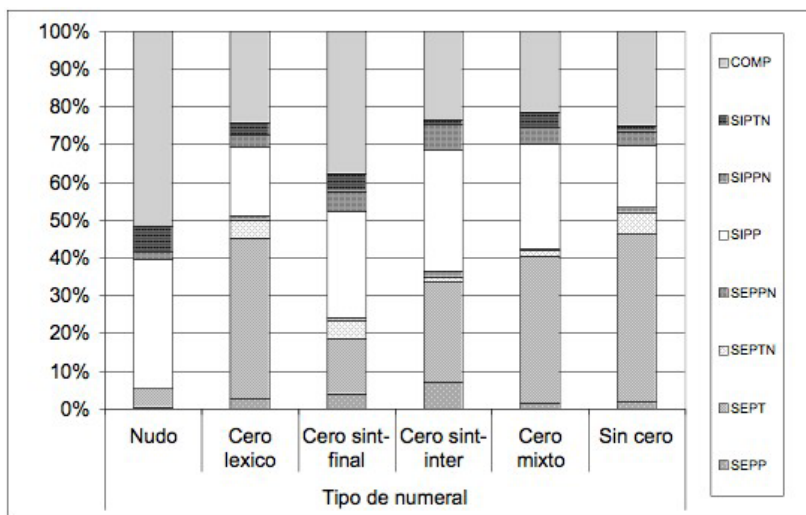


Figura 4. 2º grado: distribución tipo de estrategia en función de tipo de numeral.

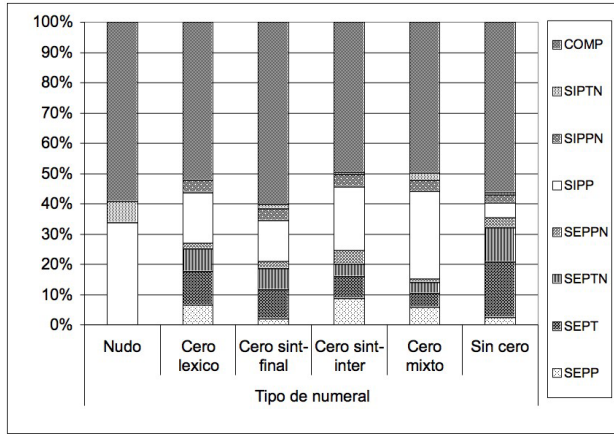


Figura 5. 3º grado: distribución tipo de estrategia en función de tipo de numeral.

Tipo de unidad de orden mayor

El análisis en función del tipo de unidad, evidencia que al leer numerales los niños de 1º y 2º tienden a utilizar en mayor proporción los *dieces* como unidad de más alto orden (1º un 70%, 2º: 56,5%). Los niños de 1º igualmente utilizan *unos* y *cientos* para segmentar las expresiones verbales (15,3% y 12%, respectivamente). En 2º grado, el uso de los *cientos* corresponde al 31% de las producciones. En 3º grado, los *miles* son utilizados en un 39,6% de las producciones;

sin embargo, los *cientos* siguen siendo una unidad de uso frecuente (32,3%) y aunque en menor porcentaje, algunos niños aún utilizan los *dieces* (11,4%). En 3º aparece el uso de *unidades de diez mil* (11.7%) y un porcentaje muy bajo incorpora expresiones verbales correspondiente a las *unidades de cien mil* y *millón* (3.4% y 1.6% respectivamente). En 2º y 3º grado prácticamente no se producen numerales verbales correspondientes a la categoría de los *unos*. (Ver fig. 6)

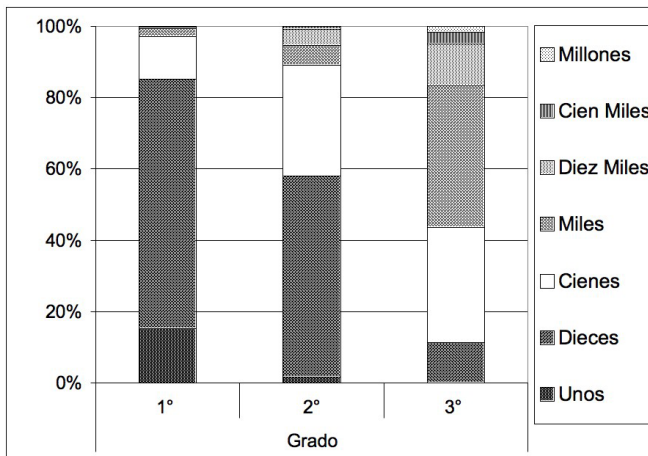


Figura 6. Distribución de porcentajes de tipo de unidad de orden utilizada en función de grado.

Tipo de segmentos producidos

El análisis en función de los tipos de segmentos que los niños utilizan muestran que en todos los grados el segmento tipo cadena presenta los mayores porcentajes de utilización (ver Tabla 5) y que el porcentaje de utilización tiende a incrementar a través de los grados. Solamente los niños de 1^{er} grado tienden a utilizar los dígitos en proporción relativamente alta (34.1%).

Grado	Tipo de Segmento	
	Dígito	Cadena
1° (N = 1462)	498(34.1%)	964(65.9%)
2° (N = 2961)	260(8.8%)	2701(91.2%)
3° (N = 1672)	45(2.7%)	1627(97.3%)

Tabla 5. Distribución de porcentajes de utilización de tipo de segmento en función de grados.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación constituye el primer estudio realizado con una muestra amplia de sujetos y de producciones, en tres grados consecutivos y en tres aplicaciones sucesivas y que además, presenta un análisis sistemático de las producciones de los niños al leer en voz alta numerales arábigos. Los resultados de la primera aplicación muestran que leer numerales arábigos, en un rango numérico superior al que se ha enseñado en la escuela, resulta difícil para los niños, independientemente del grado que cursan. Sin embargo, todos son capaces de responder a la tarea ya sea de manera acertada o errada.

Los resultados igualmente evidencian que la evolución normal del proceso de transcodificación es relativamente independiente de la estructura de los numerales que los niños leen.

Exceptuando los nudos, las diferencias entre los niños de 3° y los de los otros dos grados son significativas en la lectura de los demás tipos de numerales; en cambio entre 1° y 2° no se encuentran diferencias significativas. Este resultado apoya el supuesto de un mayor dominio de las reglas del sistema por parte de los niños de 3° y cierta similitud en el dominio de las reglas del sistema entre los grados 1° y 2°.

En el estudio encontramos que para todos los niños, independientemente del grado que cursan, los nudos (p.e. 200, 3000, 7000) resultan los más fáciles de leer. Aunque en 3°, los puntajes en lectura de nudos tienden a ser superiores a los puntajes de 1° y de 2°, para este tipo de numeral no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Al parecer, los nudos son evidentemente más fáciles para todos los grados, porque su lectura no exige composición numérica alguna. Tan sólo exige establecer una correspondencia entre la palabra numérica que codifica el dígito en el numeral arábigo y la palabra sintáctica que especifica el número de posiciones (p.e. *cinco* y *mil* para 5000). El dominio de los nudos, ha sido previamente documentado por otros estudios (Lerner y Sadovsky, 1994; Nunes y Bryant, 1998; Scheuer *et al.*, 2000; Orozco y Hederich, 2002). De acuerdo con estos autores, el aprendizaje de los nudos probablemente se lleva a cabo de manera independiente al rango de los mismos; posiblemente, factores como la memoria facilitan la transcodificación de estas expresiones, en la medida que resultan frecuentes y poco numerosas. Los resultados apoyan la hipótesis de Scheuer *et al.* (2000) sobre los nudos como numerales que ocupan un estatus especial para los niños.

Los niños de 1° y 2° presentan mayor dificultad que los de 3° al leer los demás

numerales, por lo tanto, su éxito o fracaso no está en relación con el tipo de numeral, a excepción de los nudos, cuyo estatus especial ya fue presentado. Solamente en 3º, el éxito mostró una relativa dependencia de la estructura del numeral. En este grado, la lectura de numerales sin cero (p.e. 19273) y con ceros sintácticos finales (p.e. 54700) es más fácil que la lectura de los otros numerales. El éxito de los niños de 3º al leer numerales sin cero (p.e. 19273) y con ceros sintácticos finales (p.e. 54700) y el menor éxito leyendo numerales con ceros sintácticos intermedios (p.e. 34005) y ceros mixtos (p.e. 30043) apoya el siguiente supuesto: partiendo de un conocimiento previo sobre las reglas del sistema los niños construyen hipótesis para leer numerales. El éxito en los tres primeros tipos de numerales exige la siguiente regla básica para la lectura de numerales: expresar reiteradamente una partícula de cantidad, correspondiente al dígito y una partícula sintáctica correspondiente a la posición. Suponemos que esta regla básica ha sido ya aprendida y que la dificultad radica en el dominio de las reglas que permiten leer los ceros sintácticos intermedios y mixtos.

El análisis de las estrategias de lectura que producen errores sintácticos que aumentan o disminuyen la estructura del numeral leído evidencia pasos errados en el proceso de transcodificación, tanto en la comprensión del numeral arábigo como en la producción de la expresión verbal. En la fase de comprensión el error probablemente se genera por el *agrupamiento incorrecto de los dígitos* del numeral arábigo; y, en la etapa de producción por la *trasgresión de algunas reglas del formato verbal*.

El análisis muestra que la segmentación es una estrategia generalmente utilizada cuando no saben transcodificar en un todo

numérico la cadena de dígitos del numeral arábigo. Es por esto que tiende a ocurrir con alta frecuencia en numerales de rango superior como los utilizados en esta investigación. El análisis de la segmentación da cuenta de los agrupamientos diferenciados de los dígitos del numeral input utilizados por los niños. Estas diferencias son posibles porque se trata de niños de diferentes grados, que transcodifican numerales de distinta estructura y con rango numérico diferenciado. Parece que los agrupamientos de dígitos constituyen parte de una estrategia que permite a todos los niños responder a las demandas de una tarea de lectura con numerales en un rango superior al aprendido. Los agrupamientos manifiestos en las producciones erradas son incorrectos desde el punto de vista del formato verbal, pero muestran el tipo de segmentos que el niño sabe leer. Por ejemplo, algunos niños pueden leer el numeral 3524 segmentando la cadena de dígitos en dos partes y produciendo dos expresiones que corresponden a decenas así *“treinta y cinco, veiticuatro”*, por que lo que probablemente conoce y domina son las decenas.

Probablemente la longitud de las cadenas de dígitos y el conocimiento que el niño posee sobre las reglas del sistema determinan el tipo de agrupamiento de dígitos que producen y generan un tipo de segmentación. Suponemos que los niños tienden a agrupar hasta el máximo número de dígitos que puede transcodificar, sea dos o tres, etc. Cuando dominan las decenas, pueden leer la mayoría de los numerales de tres dígitos o en rango superior, fragmentando el input y leyendo los fragmentos como decenas; cuando dominan las centenas, leen los fragmentos como centenas, etc.

Desde el punto de vista del formato verbal, se observan dos tipos de producciones: Las

expresiones verbales “*posibles*”, es decir, expresiones que cumplen con las reglas de un numeral convencional en el sistema y las expresiones verbales “*imposibles*”. En el primer tipo de producción se presenta el uso de dos estrategias generales 1) la composición, los números correctamente compuestos y que corresponden con el valor semántico del numeral estímulo, y 2) la *segmentación implícita* en que el niño puede aumentar o disminuir el orden de la unidad del primer o primeros dígitos de la expresión arábica, pero hay composición numérica de tal forma que la expresión es un todo numérico. Estas producciones son igualmente posibles, pero no corresponden con el valor del numeral estímulo. El segundo tipo de producción corresponde a expresiones verbales con fragmentación explícita y, por lo tanto se pueden clasificar como imposibles porque no corresponden con las expresiones verbales convencionales.

En relación con las estrategias que producen expresiones verbales posibles, el porcentaje de uso de la composición se incrementa entre 1º y 3º, pero no así entre 1º y 2º. La segmentación implícita es una estrategia que lleva al error porque algunos niños segmentan la cadena de dígitos y sólo leen un segmento seleccionado que resulta correctamente compuesto. Por ejemplo, 3524 es leído como “*treinta y cinco*” o 4007 es leído como “*cuarenta y siete*”. La utilización predominante de la *segmentación implícita con producción parcial SIPP* (p.e. “*treinta y cuatro*” por 340) como estrategia que lleva al error se presenta en todos los grados con un porcentaje de utilización que disminuye entre 1º y 3º. En 1º y 2º el uso de la estrategia no muestra dependencia del tipo de numeral, mientras que en 3º los numerales sin cero (p.e. 67891) y con cero léxico (p.e. 67890) favorecen su uso.

En otros casos, los niños segmentan el numeral arábigo imput y al leer unen los segmentos que obtienen e incluyen partículas nuevas que utilizan como conectores; por ejemplo, la palabra *cientos* o la palabra *mil*. La utilización de este último tipo de estrategia aumenta el orden de la unidad del primer o de los primeros dígitos del input en la expresión verbal. Probablemente la partícula mil es utilizada con un significado muy especial, como conector de expresiones verbales, más que como partícula sintáctica en un orden determinado. Estas y otras estrategias con pasos errados en lectura de numerales muestran una dificultad exclusiva del formato verbal que tiene que ver con las partículas sintácticas *cientos* y *mil*. La transcodificación de los numerales arábigos de tres y cuatro dígitos exige utilizar estas dos palabras multiplicadoras. Aunque estas partículas ya están presentes en el lexicon de los niños, ellos aún no dominan su uso. Suponemos que esto es así porque los niños aún no han construido el significado de las palabras “*cien*” y “*mil*”, de conformidad con las exigencias del sistema, pero algún significado poseen para ellos. Por ejemplo, ellos saben que estas palabras se aplican en la lectura de numerales de tres o más dígitos pero no a numerales de dos dígitos. Probablemente los niños conforman dos clases de numerales; “los números pequeños” y “los números grandes” y aplican reglas específicas para cada clase. Scheuer *et al.* (2000) encontraron una categorización de este tipo en las primeras notaciones de los niños preescolares, quienes según estos autores utilizan formas para números y formas para clases de números (Scheuer *et al.*, 2000). Al parecer, este tipo de categorías, por ejemplo “numerales miles” y “no miles”, etc. se observan en el desarrollo del sistema de numeración y se identifican en el procesos de transcodificación.

Power & Dal Martello (1997) clasifican los errores en dos clases principales: respuestas que en el todo no expresan el multiplicando y respuestas que expresan el multiplicando inadecuadamente. Según estos autores, la formación de expresiones verbales se hace “por la división de la cadena arábica en partes, transcodiando esas partes separadamente y adicionando la palabra multiplicadora correcta en la posición correcta” (Power & Dal Martello, 1997, pag. 79). Sin embargo, los resultados de este estudio muestran que los niños conocen las palabras multiplicadoras, porque las aplican, pero las aplican inadecuadamente.

La *segmentación explícita con producción total SEPT*, es la segunda estrategia que lleva al error y resulta predominante en todos los grados. El mayor porcentaje de errores producto de esta estrategia, se presenta en numerales sin cero (p.e. 3524) y con cero léxico (p.e. 3040). Parece que al utilizarla, los niños no están aplicando erróneamente las reglas del formato numérico verbal, sino que yuxtaponen fragmentos verbales que transcodifican correctamente, con expresiones verbales correspondientes a numerales en rangos inferiores que ya dominan. Seron et al. (1995) señalan que los errores producidos por los niños no son de carácter aleatorio, el procedimiento de ensamblaje que ellos aplican a las cadenas que desconocen, lo toman de las reglas que han inferido de la lectura de cadenas que ya conocen. Según estos autores, los niños aprenden a dominar la transcodificación de *formas matrices simples*, y luego, generalizan rápidamente la regla deducida de este aprendizaje para aplicarlas a formas más complejas. Suponemos que los niños agrupan los dígitos del numeral arábigo input, configurando dos o tres segmentos que pueden transcodificar, y expresan separadamente cada segmento, sin utilizar

indicador alguno de composición alguna entre ellos. Igualmente es posible interpretar que al utilizar esta estrategia, los niños han asimilado la regla que exige transcodificar la totalidad de los elementos del numeral arábigo.

En general, una de las mayores dificultades para los niños radica en la transcodificación de los ceros internos. Cuando se leen numerales que presentan uno o dos ceros en la cadena de dígitos que lo componen, la expresión sintáctica correspondiente a esa posición se omite. En las expresiones que los niños utilizan, el cero es prácticamente ignorado, y en algunos casos lo utilizan para generar una unidad nudo, por ejemplo, 340 es leído como “treinta y cuatro” o 307 es leído como “treinta y siete”. El cero es ignorado y, por lo tanto, trasgreden la regla según la cual no se puede explicitar la palabra sintáctica correspondiente a la posición del cero. Básicamente el cero no es significado como *indicador sintáctico* o marcador de la ausencia de cantidad en un orden dado. Un error más primitivo relativo al cero es la explicitación de la palabra “cero” en la expresión verbal. Pero este error es poco frecuente y sólo aparece en 1º. Al parecer, muy temprano en el desarrollo, los niños aprenden que la palabra “cero” no se debe enunciar explícitamente, entonces no lo incluyen en la expresión verbal y lo ignoran.

Otro dígito que tiene reglas especiales para su transcodificación es el uno [1]. En el formato arábigo un “1” en la posición de las decenas debe ser traducido como parte de una palabra nueva que representa tanto al 1 como al dígito que se encuentra en la posición de las unidades (p.e. “once”, “trece”, “dieciseis”, etc). Cuando el 1 ocupa la posición de las centenas o las unidades de mil, la partícula de cantidad no se codifica, simplemente se dice *ciento* o *mil* (p.e. en Español es errado decir,

“*unocientos veinticuatro*” o “*uno mil quinientos veinticuatro*”, pero es correcto “*ciento noventa y ocho*” o “*mil quinientos veinticuatro*”). Aunque la transcodificación del 1 presenta menos dificultad que la del cero, es posible señalar que para ellos es más fácil, transcodificar “1” en la posición de las decenas o en la primera posición, y más difícil, transcodificar un “1” en la segunda posición después del primer dígito de izquierda a derecha. Por ejemplo para leer 61895 los niños tienden a decir “*seis mil ochocientos noventa y cinco*” ó “*sesenta mil ochocientos noventa y cinco*”.

El análisis del tipo de segmentos que los niños leen, muestra un incremento en la utilización de cadenas de dígitos a medida que los grados avanzan. El empleo de un mayor porcentaje de segmentos tipo cadena es una característica común a todos los grados. Esto probablemente indica que los niños comienzan a comprender que es necesario conservar todos los elementos del input.

De la misma manera, el análisis de las unidades de orden mayor muestra que a medida que avanzan en el grado escolar, los niños tienden a utilizar unidades cada vez más complejas. Los niños de 1° tienden a utilizar *dieces*. Algunos todavía leen *unos* o dígitos individuales y en la misma proporción, otros leen utilizando *cienes*. Los de 2°, incrementan notablemente el uso de *cienes* pero siguen utilizando preponderante los *dieces* y la lectura de *unos* es casi inexistente. Los de 3°, incrementan el uso de *cienes* y sobre todo el uso de *miles* y aún utilizan *dieces*, pero su uso disminuye considerablemente. Ningún niño de 3° utiliza los *unos* para leer de cada dígito.

Teniendo en cuenta que a los niños no se les ha enseñado los numerales en un

rango superior, este comportamiento sugiere que, ellos emplean su conocimiento del rango propio y de rangos inferiores para lograr las exigencias de la tarea. Parece ser que este conocimiento, está organizado en reglas tales como: para componer decenas se usa el *enta* y para componer centenas se usa el *cientos* y que probablemente utilizan cada regla en función de ciertas demandas del input. Proponemos que la longitud y la presencia de ceros son características de las cadenas de dígitos que los niños utilizan como indicadores. Por ejemplo, si un niño de 2° que ya sabe leer decenas, encuentra un numeral arábigo como 1524, probablemente analiza que tiene 4 dígitos y no tiene ceros, y por lo tanto lee “*quince veinticuatro*” y si encuentra una expresión arábica como 5240, 8090 o 4031, igualmente puede analizar que tienen 4 dígitos, que tienen ceros y la posición de los ceros y entonces lee “*cincuenta y dos cuarenta*”, “*ochenta noventa*”, “*cuarenta treinta y uno*”, respectivamente. Pero si debe leer un numeral como 8307, aunque es de 4 dígitos y tiene ceros, la posición del cero le impide aplicar la regla anterior. Entonces utiliza la regla de la decena y luego otra regla de su conocimiento de nivel inferior, como la regla, leer cada dígito. De esta manera lee “*ochenta y tres cero siete*”, u “*ochenta y tres siete*”. Aparentemente, independientemente del grado y durante un largo periodo de tiempo, las decenas son una unidad significativa potentes para la composición de numerales en el código verbal y para codificar las prefieren a otras unidades.

La composición con dieces se incorpora al sistema de reglas de transcodificación desde muy temprano. La composición con dieces constituye un conocimiento que en el desarrollo de la transcodificación numérica pronto se estabiliza y que

perdura. De la misma manera que es privilegiado el uso correcto de los nudos en cada orden numérico, porque no exige a los niños ninguna composición, el uso de decenas puede ser privilegiado porque cognitivamente tan sólo exige una regla muy económica de composición. Probablemente cuando los niños empiezan a leer las decenas éstas son rápidamente aprendidas como bloques compactos que ya no se olvidan. Aún para los adultos la manera más económica de leer numerales grandes es fragmentar las cadenas de dígitos y expresarlas en dieces. Como Serón et al. (1995) los niños efectivamente construyen reglas a partir del dominio de rangos menores, pero además, algunas de esas reglas tienen mayor poder de activación en la resolución. Este puede ser el caso de los dieces. En los estudios sobre lectura de numerales este hecho no había sido previamente reportado.

Un resultado significativo de este estudio es que el logro de los niños no presenta un aumento gradual a medida que avanzan en el grado escolar. El desempeño de 3^o tiende a ser superior que el de 1^o ó 2^o, independientemente de la estructura de los numerales leídos. Sin embargo, el de 1^o y 2^o no difieren significativamente. El desempeño de los niños de 1^o tiende a ser superior que el de 2^o, y resulta igualmente independiente del tipo de numeral.

Es factible suponer que el desempeño exitoso de los niños de 3^o se debe al dominio global de las reglas del sistema de numeración adquiridas durante el proceso de escolarización. En Colombia, en 2^o apenas inician el aprendizaje de las reglas de los *cienes*. Por lo tanto, los niños de 1^o ó 2^o dominan pocas reglas de lectura y las que dominan están referidas particularmente a la composición de dieces. Por el contrario, los niños de 3^o ya conocen y dominan la composición de los *dieces* y

cienes y están aprendiendo las de los *miles*. De esta manera, pueden efectuar predicciones y proporcionar respuestas más acordes a cada input, así estos no correspondan con numerales que se les han enseñado. Además, Hederich y Camargo (2001) señalan que después del mil no es necesario construir nuevas reglas de composición. Entonces para componer numerales en el rango superior de los *diezmiles*, los niños de 3^o pueden generar nuevas reglas a partir de las que ya conocen. Este conocimiento les asegura un mejor desempeño en la tarea.

Al referirse a los procesos de escritura de numerales al dictado, Hederich y Camargo (2001) plantean que “*el desarrollo de la transcodificación sigue un proceso discontinuo marcado por las rupturas, ascensos y descensos bruscos en la eficacia conductual de los niños frente a la tarea, a medida que se van incorporando numerales cada vez mayores y se van construyendo marcos sintácticos cada vez más generales*” (p.). Los resultados de este estudio muestran que no se trata de un desarrollo gradual directamente relacionado con el grado escolar, sino de un desarrollo discontinuo. En efecto, parece que los niños amplían sus marcos sintácticos para rangos mayores, apoyándose en reglas incorporadas de su experiencia con rangos inferiores. Sin embargo, no se presenta realmente un ascenso sistemático de grado a grado, sino una evolución marcada por un descenso y una ruptura en la “*eficacia conductual*” en el momento en que aparecen nuevas reglas en el sistema, como por ejemplo, las reglas de composición de *cienes*, en 1^o y los *cienes* y los *miles* en 1^o y 2^o.

Por otra parte, el desempeño superior de 1^o sobre 2^o probablemente se debe a la aparición en el repertorio verbal de los

niños de 2º grado de la partícula *ciento*, para transcodificar numerales de tres dígitos, el rango numérico estudiado en este grado. Al parecer, el aprendizaje de una nueva palabra numérica conlleva el aprendizaje de nuevas reglas de composición, lo cual puede generar una fuente de variabilidad. Según Hederich y Camargo (2001), cada vez que los niños avanzan un escalón más en el proceso de desarrollo de la escritura de numerales, hacia el manejo global del sistema de numeración, los marcos sintácticos utilizados para el rango numérico previo

resultan inadecuados y/o insuficientes, por lo que podría presentarse un descenso en la eficacia conductual, indicado por el aumento en la frecuencia de errores en las producciones escritas, incluso del rango anterior al aprendido. Es posible que este comportamiento caracterice también el proceso de desarrollo de la lectura de numerales y en esta medida haga parte del aprendizaje normal de los sistemas de numeración, dada su estructura en rangos numéricos. Esta pregunta deberá ser respondida a partir de nueva evidencia empírica.

V. BIBLIOGRAFIA

Bedoya, E., y Orozco, M. (1991). El niño y el sistema de numeración decimal. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11-12, 55-62.

Gelman, R., y Meck, E. (1986). The notion of principle: The case of counting. En J. Hierbert (Eds.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 29-57). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hederich, C., y Camargo, A. (2001). Hacia la construcción de un modelo de procesamiento numérico. El desarrollo de la transcodificación de numerales verbales a formato arábigo. Bogotá, DC: COLCIENCIAS. CIUP, Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional.

Hurford, J. R. (1975). *The Linguistic Theory of Numerals*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lerner, D., y Sadovsky, P. (1994). El sistema de numeración: un problema didáctico. En Parra, C. & Saiz, J. (Eds.), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 95-184). Buenos Aires: Paidós.

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.

Noel, M., y Turconi, E. (1999). Assessing number transcoding in children. *European Review of applied Psychology*, 49 (4), 295-302.

Nunes, T. y Bryant, P. (1998). *Las matemáticas y su aplicación: la perspectiva del niño* (2a ed.) (S., Guardado. Trad.). México: Siglo XXI Editores. (Trabajo original publicado en 1996).

Orozco, M. (1999). *Análisis del sistema de notación en base 10 y sus implicaciones para la enseñanza de los naturales en primaria*. Conferencia dictada en el Primer encuentro colombiano de educación matemática. Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C.

Orozco, M. (2000). Los niños y sus dificultades con el sistema notacional en base diez. *Revista de Educacao Projeto*, 3, 20-31

Orozco, M. (2003). Estudio comparativo de errores de niños al escribir numerales. Cali: COLCIENCIAS. Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura. Universidad del Valle.

Orozco, M., y Hederich, C. (2000). Construcción de la operación multiplicativa y del sistema de notación en base 10: una relación posible. Informe final de investigación. Cali: COLCIENCIAS. Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura. Universidad del Valle.

Orozco, M., y Hederich, C. (2002). Errores de los niños al escribir numerales dictados. Recuperado Septiembre 5, 2003, en <http://cognitiva.univalle.edu.co>

Power, R. y Dal Martello, M. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*, 5, 237-254.

Power, R. y Dal Martello, M. F. (1997). From 834 to Eighty Thirty Four: The Reading of Arabic Numerals By Seven-year-old Children. *Mathematical Cognition*, 3 (1), 63-85.

Scheuer, N., Sinclair, A., Merlo de Rivas, S. y Tièche, C. (2000). Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 31-50.

Seron, X, Deloche, G. y Noël, M. P. (1991). Un transcodage de nombres chez l'enfant: La production des chiffres sous dictée. En J. Bideaud, Cl. Meljac & J. P. Fischer (Eds.), *Les chemins du nombre* (pp. 245-264). Lille: Presses Universitaires de Lille.

Seron, X. y Fayol, M. (1994). Number transcoding in children: A functional analysis. *British Journal of Developmental Psychology*, 12, 281-300.

Seron, X., Noël, M. P. y Van der Elst (1997, September). *Where do Arabic number reading errors come from?* Presentation on the VIIIth European Conference on Developmental Psychology, Rennes.

Seron, X., Van Lil, M. y Noël, M. P. (1995). La lecture de numéraux arabes chez des enfants en première et en deuxième années primaires: Recherche exploratoire. *Archives de Psychologie*, 63, 269-300.

Sinclair, A. y Scheuer, N. (1993). Understanding the written number system: 6 year-olds in Argentina and Switzerland. *Educational Studies in Mathematics* 24, 199-221.

Tolchinsky-Ledesmann, L. y Karmiloff-Smith, A. (1991). Las restricciones del conocimiento notacional. *Psicología Educativa*, 16-17, 39-90.



- **Yenny Otálora Sevilla**

Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura
Universidad del Valle

E-mail: yotalora@univalle.edu.co

- **Mariela Orozco Hormaza**

Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura
Universidad del Valle

E-mail: morozco@univalle.edu.co