

TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA Y COMPRENSIÓN
DEL VALOR DE POSICIÓN: UNA DÉBIL RELACIÓN
TEÓRICA Y EMPÍRICA

The Numerical transcoding process and The
Understanding of place value: A weak empirical and
theoretical relationship

Yiseth Bibiana Muñoz*
Diego Fernando Guerrero*
José Fernando García*

Resumen

Esta investigación explora la relación entre la comprensión del valor de posición y el proceso de transcodificación numérica del formato verbal hablado al formato arábigo. Participaron 22 niños del grado primero de primaria de un colegio privado de Cali. Se presentó una tarea de dictado de numerales y tres tareas de comprensión del valor de posición. Se realizó un análisis del logro en función del acierto y el error y un análisis correlacional entre las tareas de valor de posición y la tarea de transcodificación numérica. Adicionalmente, se realizó un análisis de redes de vínculos. Se encontraron diferencias en el desempeño de los niños entre la tarea de dictado y las tareas de comprensión del valor de posición, señalando que no es necesaria la comprensión del valor de posición para la escritura de numerales a partir del dictado.

Palabras clave: valor de posición, transcodificación numérica, sistema de numeración.

* Grupo Matemática y Cognición, Universidad del Valle, Cali (Colombia).

Correspondencia: bibimunozb@gmail.com

Abstract

This research explores the relationship between the understanding of place value and the numeral transcoding process from verbal speech to Arabic format. The study involved 22 first grade children at a private school in downtown Cali, who performed one numeral dictation task and three understanding place value tasks. We performed an achievement analysis of tasks and a correlational analysis that values the relationship between the tasks of understanding place value and number transcoding. Additionally, we performed an analysis of the network of links. The performance of the children at completing tasks of dictation, and their performance at completing the tasks of understanding positive value yielded results that differed significantly from each other. It was found that the success in the number transcoding process did not necessarily reflect an equally successful outcome of the tasks of understanding place value.

Keywords: place value, transcoding process, numerical system.

INTRODUCCIÓN**El Sistema de Numeración en Base Diez (SNBD)**

Un Sistema de Numeración en Base Diez (SNBD) es una herramienta semiótica cultural que permite representar el número y realizar operaciones aritméticas con mayor facilidad y eficacia. Este sistema se caracteriza por poseer algunas invariantes tales como: a) composición aditiva del número; b) el concepto de unidades de diferentes tamaños u órdenes y c) las equivalencias numéricas (Nunez & Bryant, 1997).

Los formatos de representación más comunes del SNBD son el verbal-hablado (p. e. tres mil cuatrocientos ochenta y seis) y el arábigo (p. e. 3.486). El formato verbal-hablado está conformado por expresiones numéricas verbales, que se organizan en categorías léxicas y por un conjunto de reglas sintácticas, que permiten la conformación de los numerales por combinación de palabras que indican cantidad y palabras multiplicadoras que indican potencia (McCloskey, Sokol, Goodman-Schulman & Caramazza, 1990; Orozco, Guerrero & Otálora, 2007; Otálora & Orozco, 2006).

El formato arábigo está conformado por nueve dígitos o elementos léxicos para expresar cantidad (1, 2, 3... 9) y uno para expresar ausencia de cantidad (0), y por una regla sintáctica denominada *valor de posición*, que define las relaciones entre los componentes del numeral (McCloskey, et ál., 1990). El formato arábigo se basa en un sistema posicional en donde el valor de cada dígito está determinado por su posición en la cadena de dígitos y a su vez, cada posición corresponde a un *orden*. Este orden es definido por la potencia de diez, la cual se incrementa a partir de 0 desde el primer dígito de la derecha y cada vez que el dígito es movido una posición hacia la izquierda (Lerner & Sadovsky, 1994; Miura, Chang, & Okamoto, 1988; Orozco, et ál., 2007; Otálora & Orozco, 2006; Varelas & Becker, 1997).

Transcodificación numérica y comprensión del valor de posición

La transcodificación numérica es un proceso mental por medio del cual se traducen numerales de un formato de representación a otro, haciendo posible expresar en formato arábigo números que se encuentran en formato verbal

hablado o viceversa (Barrouillet, Camos, Perruchet & Seron, 2004; Orozco, et ál., 2007).

Existen dos tipos de modelos que describen la arquitectura de este proceso: los semánticos y los asemánticos (Macaruso, McCloskey & Ariminosa, 1993; Seron & Noël, 1995). Para los primeros, la escritura de numerales requiere de una representación intermedia que especifica las cantidades que la expresión verbal representa (Macaruso, et ál., 1993; Power & Dal Martello, 1990). Así, el proceso de transcodificación requiere de la comprensión de la regla del valor de posición y de las relaciones aditivas y multiplicativas implícitas en los numerales manipulados en la tarea.

El segundo grupo de modelos está basado en reglas de producción aplicadas a primitivos léxicos y no requiere de una representación que especifique los valores o cantidades. Son modelos que están basados en procesos algorítmicos de escritura de numerales y, por lo tanto, no es necesaria una comprensión del valor de posición en las tareas que implican la transcodificación de numerales de un formato a otro (Barrouillet, et ál., 2004).

Modelos semánticos y asemánticos del proceso de transcodificación numérica

Un primer modelo de tipo semántico fue propuesto por McCloskey, Caramaza y Basili (1985), quienes plantearon una arquitectura de módulos independientes para los diversos componentes involucrados en el procesamiento numérico. El modelo tiene un mecanismo para la comprensión de numerales y otro para su producción. El primero convierte los numerales de entrada (p. e. trescientos veinte) en representaciones semánticas centrales que luego son procesadas por el segundo para convertirse en una forma apropiada de salida (p. e. 320). Según este modelo, las represen-

taciones semánticas centrales están definidas por las cantidades básicas de los números y las potencias de 10 asociadas con cada una. Los dos mecanismos –de comprensión y producción– se subdividen a la vez en dos mecanismos, uno para el procesamiento de numerales arábigos y otro para el de numerales verbales. Finalmente, estos mecanismos también se subdividen en un mecanismo para el procesamiento léxico y otro para el sintáctico. En este modelo las representaciones internas son de carácter abstracto y suponen una información encapsulada, lo cual conlleva a pensar que la representación central es independiente de los formatos de entrada y que estos no ejercen ninguna influencia sobre ella (Lochy, Pillon, Zesiger & Seron, 2002).

Otro modelo es el *semántico-verbal* propuesto por Power & Dal Martello (1990), quienes suponen la presencia de una representación semántica intermedia que está influenciada por la estructura verbal de los numerales *input*, es decir, la representación refleja el aspecto léxico y sintáctico del numeral de entrada. Este modelo está basado en la comprensión de conceptos numéricos primitivos, es decir, de las expresiones de cantidad y de potencia del numeral de entrada en el formato verbal y de las operaciones de suma y multiplicación. Una vez generada la representación semántica se activan reglas de producción que activan dígitos o cadenas de dígitos y operadores de cadena.

Dentro de los modelos asemánticos aparece el ADAPT (A Developmental, Asemantic, and Procedural Model for Transcoding From Verbal to Arabic Numerals) propuesto por Barrouillet, et ál. (2004) quienes postulan que el proceso de transcodificación a la notación arábica no requieren de la existencia de una representación semántica intermedia. Así, el proceso descansa en los mecanismos generales de la Memoria de Trabajo (MT) y en la información almacenada en la Memoria a Largo Plazo (MLP). Adicional-

mente, postula la existencia de un proceso de codificación de numerales verbales en forma fonológica y un proceso de análisis mediante un analizador. El analizador segmenta la cadena en unidades que pueden ser procesadas en secuencia desde el comienzo de la cadena hasta el final por medio de un *sistema de producción*. Este sistema posee procesos de recuperación de las formas digitales almacenadas en la MLP para ser manipuladas en la MT. En caso de que no haya una representación directa para el numeral, el sistema reconoce marcadores como las unidades y sufijos *cientos, mil*, etc., para generar *slots* o marcos sintácticos por llenar.

La principal propuesta del modelo ADAPT es que cuando una cadena verbal para transcodificar corresponde a una unidad de representación almacenada en MLP, esta cadena se procesa como tal, mientras que su transcripción es el resultado directo de la recuperación de la memoria de su forma digital (Barrouillet, et ál., 2004; Camos, 2008). Así, se elimina la explicación de una representación intermedia de la cantidad o una comprensión acerca de las relaciones implícitas en el numeral para realizar una correcta transcodificación.

Modelo de comprensión del valor de posición

De acuerdo con Simon (1986), la comprensión de una situación problemática se da por la inducción (mediante reconocimiento y razonamiento) de las relaciones entre los elementos que la componen y, a partir de allí, llevar a cabo acciones para transformarla de alguna manera. Así, la comprensión numérica se da gracias al reconocimiento y el razonamiento de los componentes del sistema de numeración en cualquiera de sus formatos de representación.

Teniendo en cuenta que la comprensión numérica implica tanto el establecimiento de signi-

ficados numéricos como el reconocimiento de las reglas léxicas y sintácticas de los formatos, es posible acercarse a un entendimiento de la comprensión del valor de posición.

Fuson (1998) propone el Modelo tríadico CT-PIV que explica la construcción de la comprensión de los niños sobre el dominio del valor de posición. Dicha autora da relevancia a la comprensión del carácter posicional del sistema notacional para la correcta construcción de los numerales multidígitos. Esto se logra a través de la creación de vínculos entre las diferentes formas de representar el número y la cantidad. En esa medida, el concepto de estructura conceptual en el modelo se describe como la relación que se establece entre la cantidad y la notación de dicha cantidad, en donde la notación sería el reflejo de la comprensión que tiene el sujeto de la cantidad. Así, cuando un sujeto escribe 53 teniendo en cuenta que el 5 son cinco unidades de diez y el 3 son tres unidades de uno, entiende a su vez, que una cantidad puede representarse a través de unidades de diferente orden y que cada dígito notado tiene un valor diferente en relación con la posición que ocupa en el numeral. Una vez se llega a este nivel, la autora propone que el sujeto ha logrado una construcción de los numerales multidígito y así mismo, se puede considerar que el sujeto ha logrado una comprensión del valor de posición.

Lerner & Sadovsky (1994) señalan por su parte que comprender el valor de posición significa en primer lugar, saber que en un numeral multidígito cada dígito indica el número de grupos de un mismo orden que existen en ese numeral, en segundo lugar, entender que el orden está dado por la potencia de la base y que este no se encuentra explícito en la representación numérica y finalmente, comprender que el número se compone mediante la multiplicación de cada cifra por la correspondiente potencia de la base.

Ahora bien, a partir de la revisión conceptual realizada hasta ahora es posible señalar una dirección en cuanto a la discusión de la relación entre el proceso de transcodificación y la comprensión del valor de posición, la cual va en la vía de establecer si se hace necesaria una representación del número o una comprensión del mismo para que se realicen tareas de transcodificación de manera exitosa. Dicha discusión se sustenta en el hecho de que se han observado casos de sujetos con desempeños exitosos en tareas de transcodificación sin que en ellos se evidencie, necesariamente, una comprensión de los conceptos fundamentales del sistema de notación como son el valor de posición o el concepto de unidad compuesta (Seron & Fayol, 2004).

Por otra parte, y como se ha visto a través de la revisión conceptual, el abordaje de los conceptos matemáticos se ha desarrollado a través de diferentes perspectivas. Por un lado, algunos autores como Fuson (1998); Nunes & Bryant (1997); Orozco (2001a); Scheuer, Sinclair, Merlo & Tièche (2000) entre otros, se han interesado por el SNBD (Sistema de Numeración en Base Diez) desde una perspectiva del sujeto. El interés fundamental de estos autores es conocer cómo los sujetos construyen los conceptos que subyacen al sistema, cuál es la comprensión que tienen de los mismos y las dificultades que presentan al aprender las reglas propias del sistema. Así, una de las mayores dificultades que ellos han encontrado en relación con el manejo del sistema es la comprensión de valor de posición y por consiguiente, para estos autores, la escritura de los numerales se ve afectada. En contraste, autores como McCloskey, et ál. (1990); Barrouillet, et ál. (2004) y Power & Dal Martello (1990), se han interesado en la arquitectura funcional de los procesos cognitivos que se ponen en juego en tareas de dictado de numerales. Su interés se centra,

específicamente, en el tipo de representaciones que entran en interacción en el momento en que se realiza un proceso como la transcodificación de numerales.

En esta medida, se observa que, en términos de la literatura, no existe una relación clara entre el sistema SNBD y los modelos de transcodificación, por consiguiente, el valor de posición tampoco ha sido un aspecto que se relacione con los modelos de transcodificación. Esto se hace evidente en tanto, por un lado, los modelos de transcodificación enfatizan en el análisis de la estructura léxico-sintáctica de los formatos de representación numérica, en contraste con los modelos de comprensión numérica, que buscan comprender las relaciones que establecen los sujetos sobre los conceptos implicados en el sistema. Es importante resaltar, además, que en su mayoría quienes se han interesado en modelar el proceso de transcodificación han tratado las estructuras de los sistemas de representación numérica independientemente de la comprensión del número. Es claro que el interés principal de los autores que trabajan dichos modelos son los numerales más que el número propiamente dicho.

Por otro lado, vemos que quienes se interesan por la comprensión numérica no necesariamente trabajan la escritura y la relación de esta con la comprensión del valor de posición a partir de tareas de dictado, ya que estos trabajan la escritura de numerales a partir de tareas que utilizan material concreto, en donde se pasa del reconocimiento de las cantidades a la notación. En contraste, quienes trabajan los modelos de transcodificación lo hacen a partir de tareas de dictado, en donde se presenta un numeral en formato verbal y debe ser traducido a otro tipo de formato como el arábigo. Lo anterior constituye otro factor que hace poco factible establecer una relación concluyente entre los dos conceptos.

Hasta ahora es posible concluir que al explorar la relación entre la comprensión numérica y el proceso de transcodificación surgen distintas opciones. Mientras algunos autores consideran que la comprensión del carácter posicional del SNBD es indispensable para la correcta transcodificación de numerales, otros autores afirman que estos procesos son independientes. Para avanzar en esta vía, es necesario identificar si existe relación entre los desempeños, entre las tareas de escritura a partir del dictado y las tareas de valor de posición: *¿Es necesaria la comprensión del valor de posición para la correcta escritura de los numerales?* De este modo, se busca explorar si existe algún tipo de relación entre la comprensión del valor de posición, como elemento fundamental del sistema de notación arábigo y el proceso de transcodificación de los numerales del formato verbal al formato arábigo, que subyace al aprendizaje y la escritura de numerales en niños de primer grado de primaria. Finalmente, teniendo en cuenta las características del SNBD y la manera en que estas se ven expresadas en el sistema de notación numérica se hace relevante estudiar la comprensión del valor de posición en intrínseca relación con las invariantes del sistema tales como la composición aditiva, la equivalencia numérica y la composición multiplicativa.

MÉTODO

Diseño

Se realizó una investigación de tipo correlacional, con un análisis cuantitativo de los datos y un análisis de redes de vínculos que se derivó del anterior. Se planteó un diseño cuasiexperimental en donde los niños resolvieron una tarea de transcodificación numérica y tres tareas de valor de posición en el sistema de numeración en base diez.

Participantes

En este estudio participaron 22 niños de primer grado de primaria, con edades entre los 6 y 10 años. Todos los niños pertenecen a un colegio privado de la ciudad de Cali de estrato socioeconómico medio (3 y 4). Los niños se seleccionaron de una muestra de 250 niños participantes en el proyecto “Prueba Piloto a Escala Real para la Evaluación del Aprendizaje de la Escritura de los Numerales en Comunidades Escolares”. A estos niños no se les aplicaron tareas diferentes de las propuestas por el proyecto antes mencionado, solo se retomaron los datos de sus desempeños para los objetivos de este estudio.

Instrumentos

Tarea de dictado de numerales. Se propuso una tarea de dictado, en donde los participantes debían escribir en el formato arábigo un listado de numerales dictados en formato verbal hablado. Para la selección de los numerales de la tarea de dictado de numerales se tomaron en cuenta dos variables:

- *Rango numérico:* se divide en rango propio y rango superior. El primero indica el segmento o secuencia del sistema de numeración en base diez que los niños trabajan en el grado que cursan actualmente. El rango superior se refiere al segmento del sistema de numeración que los niños trabajaran en el siguiente año escolar. En el caso del grado primero, el rango propio corresponde a los numerales comprendidos entre 1 y 99; y el rango superior corresponde a los numerales comprendidos entre 100 y 999. Se ha considerado pertinente incluir los dos rangos en la investigación por las siguientes razones: en relación con el rango propio, se espera que los numerales en este rango hayan sido aprendidos por los niños; y por ello

se espera que las producciones en su mayoría sean correctas. En esa medida, el trabajo en el rango propio permite evaluar la comprensión que deberían tener los niños de las reglas que rigen el sistema. En relación con el rango superior, este se tiene en cuenta debido a que los niños no están familiarizados con los numerales que pertenecen a este rango. Así, aunque se espera un mayor número de errores, es a través de estos como se puede evidenciar la comprensión real que los niños tienen del sistema, las dificultades que presentan en la escritura, las formas en que construyen las regularidades del sistema de notación, y finalmente, observar si los niños logran extrapolar las regularidades de la escritura en el rango que dominan a un rango que desconocen.

- *La estructura del numeral:* responde tanto a las características notacionales como verbales de los numerales. Con base en esto los numerales se clasifican en numerales *teens*, son aquellos numerales comprendidos entre el 11 y el 19, numerales *nudo*, que son aquellos numerales como 20, 30, 400 etc.; numerales *sin cero* (78, 123), *con cero en las decenas* (109) y *con cero en las unidades* (130).

Tareas sobre el valor de posición. Se presentaron tres tareas de valor de posición. Las tareas presentaron una situación de resolución de problemas que los niños debían resolver. Dichas tareas, están en relación con tres aspectos del SNBD a saber: la equivalencia numérica, la composición aditiva y la composición multiplicativa.

- *Tarea de composición aditiva.* En esta tarea se presentó un numeral de dos dígitos escrito sobre una tarjeta y se pidió a los niños que leyeran dicho numeral. En

seguida, se les presentó un conjunto de 9 fichas azules y 9 fichas verdes a las cuales se les asignó el valor de 1 y 10, respectivamente (la asignación de este valor se alternaba en la medida que se cambiaba de numeral). Finalmente, se pidió a los niños componer el numeral presentado en la tarjeta con las 18 fichas que se les había entregado teniendo en cuenta el valor correspondiente de cada ficha según su color. Cada niño resolvió la tarea con tres diferentes numerales, pero se presentaron los mismos numerales a todos los niños.

- *Tarea de composición multiplicativa:* en esta tarea se presentó un numeral de dos dígitos escrito sobre una tarjeta y se pidió a los niños que leyeran el numeral presentado. Enseguida, se presentaron dos barras con la misma cantidad de fichas pero de distinto color (verde y azul). A las fichas de una de las barras se les asignó el valor 1 y las fichas de la otra barra se les asignó el valor 10 (la asignación de este valor se alternaba en la medida que se cambiaba de numeral). Finalmente, se pidió a los niños que seleccionaran la barra que ellos consideraban les podría servir para representar el dígito correspondiente a las decenas y luego a las unidades. Cada niño resolvió la tarea con tres diferentes numerales, pero se presentaron los mismos numerales a todos los niños.
- *Tarea de equivalencia:* en esta tarea se presentó a los niños un numeral de dos dígitos escrito sobre una tarjeta y se les pidió que leyeran el numeral presentado. Enseguida, se les presentó tres conjuntos de fichas, dos de los conjuntos correspondían a fichas con valor 1 (unidades) y el otro conjunto

correspondía a fichas con valor 10 (decenas). El primer conjunto de fichas de 1 (unidades) correspondía al valor de posición del dígito correspondiente a las decenas, pero representado en unidades simples. El segundo conjunto de fichas de 1 (unidades equivalentes) correspondía directamente al valor del dígito de las decenas. Finalmente, el conjunto de las fichas de 10 (decenas) correspondía al valor posicional (decenas) del dígito. Se pidió a los niños representar el dígito de las decenas con uno de los conjuntos de las fichas de uno; así, los niños debían establecer la igualdad entre el valor del dígito que corresponde a las decenas con un conjunto de fichas marcadas con el valor de las unidades del orden inmediatamente inferior (unidades de uno). Por ejemplo, se propuso la tarea sobre el dígito 3 del numeral 35, donde el niño deberá representar este dígito con treinta fichas de uno. Cada niño resolvió la tarea con tres diferentes numerales, pero se presentaron los mismos numerales a todos los niños.

Es importante notar que para las tareas de valor de posición solo se trabajó con numerales en el rango propio.

Procedimiento

Para la tarea de escritura se realizó una aplicación grupal de dictado de numerales, en donde el maestro dictaba una lista de 18 numerales (9 en rango propio y 9 en rango superior). La aplicación de cada dictado tenía una duración de 15 a 20 minutos aproximadamente. Una semana después se aplicaron las tres tareas de comprensión numérica. Cada una de las tareas fueron presentadas a los niños en una sola sesión, una después de otra, con una duración

aproximada de 10 minutos por cada tarea (30 minutos en total).

Análisis de datos

Se realizó un análisis cuantitativo del logro en función del acierto y el error tanto en las tareas de comprensión como en la tarea de escritura y un análisis del tipo de error en las tareas de escritura. Se utilizó el coeficiente de Pearson para calcular las correlaciones entre las tareas de comprensión del valor de posición y la tarea de escritura. Adicionalmente, se realizó un análisis de redes de vínculos en función de las coincidencias que presentaron los niños al asignar valor a las fichas. Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el programa SPSS y para el análisis de redes se utilizó el programa UCINET.

RESULTADOS

Logro

Los resultados mostraron que en todas las tareas, excepto en la tarea de escritura¹ en el rango propio, el porcentaje de acierto fue bajo. En el grupo de tareas de valor de posición, se observó que la tarea de composición aditiva presentó el mayor porcentaje de acierto con 34,8%, seguido de las tareas de composición multiplicativa y equivalencia numérica ambas con 13,6%. En la tarea de escritura se observó que el mayor porcentaje de aciertos se presentó en el rango propio (75,8%). En el rango superior solo se encontró 12,6% de acierto (ver tabla 1).

¹ Aunque la tarea de escritura se encuentra dividida en dos rangos: propio y superior, se presentó a los niños como una sola tarea.

Tabla 1. Distribución del logro en función de la tarea.

Tarea	Error (%)	Acierto (%)
Composición aditiva	65,2	34,8
Composición multiplicativa	86,4	13,6
Equivalencia numérica	86,4	13,6
Escritura rango propio	24,2	75,8
Escritura rango superior	87,4	12,6

Se realizó un análisis de la tarea de escritura en función del tipo de error en cada rango. Se observó que en el rango propio el tipo de error que más se presentó fue el léxico con 57,8%, seguido del error mixto con 28,9%. Finalmente, el error que menos se presentó fue el sintáctico con 13,3%. En contraste, en el rango superior el error que más se presentó fue el sintáctico con 66,1% seguido del error mixto con 28,8%. El error que menos se presentó fue el léxico con 5,1%. También se observó que el error mixto se presentó en el mismo porcentaje en ambos rangos.

Tabla 2. Distribución de porcentaje de acuerdo al tipo de error presentado en cada rango en la tarea de escritura.

Tipo de error	Rango propio		Rango superior	
	n	%	N	%
Léxico	26	57,8	8	5,1
Sintáctico	6	13,3	103	66,1
Mixto	13	28,9	45	28,8

Tareas de comprensión del valor de posición

Los resultados mostraron que en la tarea de composición aditiva 22,7% de los niños acertaron en todos los numerales presentados, seguido de 13,6% y 9,1% que acertaron en 2 y 1 de los numerales, respectivamente. Se observa también que 54,5% de los niños respondieron incorrectamente a todos los numerales presentados (ver tabla 3).

Tabla 3. Distribución de porcentaje de aciertos en función del número de numerales en las tareas de comprensión del valor de posición.

Numerales correctos	Composición aditiva n (%)	Composición multiplicativa n (%)	Equivalencia numérica n (%)
0	12 (54,5)	16 (72,7)	17 (77,3)
1	2 (9,1)	4 (18,2)	2 (9,1)
2	3 (13,6)	2 (9,1)	3 (13,6)
3	5 (22,7)		
Total	22 (100)	22 (100)	22 (100)

En la tarea de composición multiplicativa (ver tabla 3), los resultados mostraron que el 18,2% de los niños acertaron sólo en un numeral y 9,1% acertaron en dos numerales de los tres presentados (se cuenta como acierto solamente si el niño acertó en ambos dígitos del numeral). El 72,7% de ellos no acertó en ninguno de los

numerales, indicando que ninguno de los niños realizó correctamente la tarea para los tres numerales presentados. En la tarea de equivalencia se observó que el 9,1% de los niños acertó en un numeral y el 13,6% acertó en dos numerales. Adicionalmente, el 77,3% de los niños no acertó en ninguno de los numerales de la tarea, y nin-

guno de los niños acertó en los tres numerales presentados.

En cuanto al puntaje obtenido por los sujetos en cada una de las tareas se observó (ver tabla 4) que en las tareas de valor de posición el puntaje máximo que se obtuvo fue de 3 y para la tarea de escritura de 9, tanto en el rango propio como en el rango superior. Igualmente, se observó que la media más alta para la tareas de valor de

posición se obtiene en la tarea de composición aditiva ($M = 1,0$ y $D.T = 1,3$). En la tarea de escritura la media más alta estuvo en el rango propio ($M = 6,8$ y $D.T = 2,6$).

El análisis de correlación de Pearson arrojó las siguientes correlaciones (ver tabla 5), evidenciando una correlación significativa entre la tarea de composición aditiva y escritura en rango propio ($Rho = 0,432$; $p < 0,05$).

Tabla 4. Puntajes obtenidos por los sujetos en cada una de las tareas.

Tarea	Media	D. T	Mínimo	Máximo
Composición aditiva	1,0	1,3	0	3
Composición multiplicativa	0,4	0,7	0	2
Equivalencia	0,4	2,7	0	9
Escritura rango propio	6,8	2,1	0	9
Escritura rango superior	1,1	2,1	0	9

Tabla 5. Correlaciones entra las tareas de escritura y comprensión

Tareas	2	3	4	5
1. Composición aditiva	-.076	-.023	.432	.328
2. Composición multiplicativa	-	-.023	-.286	-.037
3. Equivalencia		-	-.049	-.164
4. Escritura rango propio			-	.232
5. Escritura rango superior				-

Nota: los coeficientes significativos con una $p < 0,05$ se presentan en negrilla.

Análisis de redes

Se realizó un análisis del valor asignado por los niños a las fichas en cada una de las tareas mediante un análisis de redes de vínculos. Este análisis permitió descartar el acierto por azar en todas las tareas como también profundizar en el desempeño de los niños más allá del logro en las tareas. Este tipo de análisis mostró los componentes que se forman en función de las vínculos o coincidencias que presentaron los niños al resolver la tarea; así mismo, mostró

los niños que no tenían vínculos con otros al resolver las tareas (niños que no se agrupan en ningún componente). En este caso, los vínculos se observaron en función del valor asignado a las fichas cuando los niños resuelven las tareas y los componentes se forman de acuerdo a la cantidad de coincidencias que presentan los niños entre sí en cada tarea. Para este análisis se tuvo en cuenta que los niños presentarían el 100% de coincidencias al asignar el valor a la ficha escogida en cada tarea. Para cada niño se representa el número de aciertos en la tarea de escritura en rango propio.

Composición aditiva

El gráfico 1 muestra los 2 componentes formados en la tarea de composición aditiva. El componente 1 está conformado por 9 niños (40,9% del total de niños) que asignaron el valor 1 a las fichas de 1 y 10 en todos los numerales. Este componente se forma con 6 niños que obtuvieron 7 o más aciertos en las tarea de escritura (66,7%), 2 niños con 4 aciertos (22,2%)

y 1 niño con 0 aciertos (11,1%). El componente 2 que corresponde a 6 niños que asignan el valor de 1 a las fichas de 1 y de 10 a las de 10 en todos los numerales (27,2% del total de niños de la muestra), estos niños presentaron 7 o más aciertos en la tarea de escritura en rango propio. Es decir, estos niños tienden a acertar en casi todos los numerales en la tarea de escritura y logran reconocer el valor de posición en los numerales bi-dígitos.

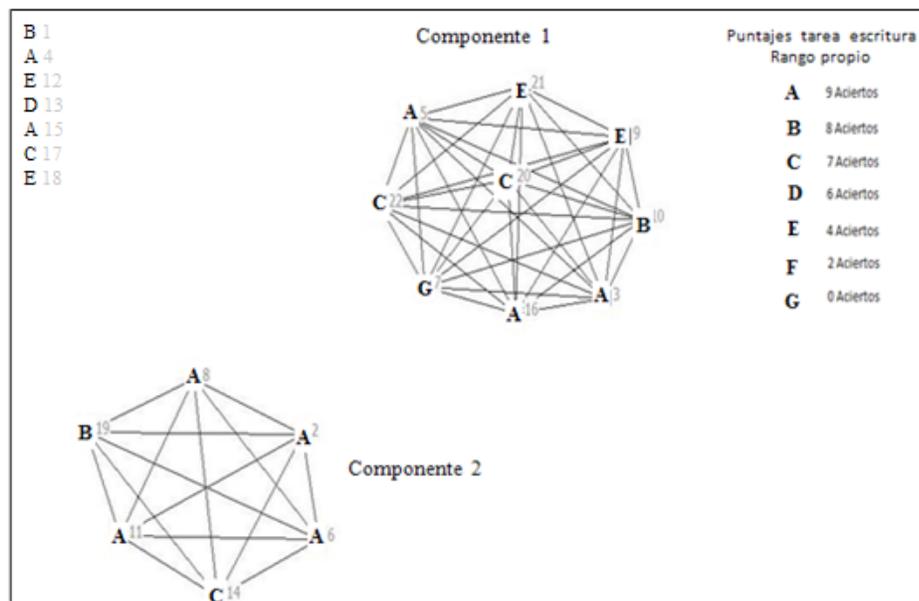


Gráfico 1. Componentes de la tarea de composición aditiva con el logro en la tarea de escritura en rango propio.

Composición multiplicativa

Los resultados mostraron que para esta tarea se forman dos componentes, como se observa en el gráfico 2. El componente 1 está compuesto por 2 niños, los cuales corresponden al 9% del total de niños de la muestra. Los niños de esta red asignan el valor 10 a las barras que utilizan para responder a los dígitos en la posición de las decenas y unidades, estos niños presentaron 6 y 8 aciertos en la tarea de escritura respecti-

vamente. Por otro lado, el componente 2 está conformado por 13 niños, que corresponden al 59% del total de niños de la muestra. Los niños de esta red asignaron el valor 1 a las barras que utilizan para responder la posición de la decena y la unidad. Igualmente, este componente presentó 8 (36%) niños que presentaron 9 aciertos en la tarea de escritura en rango propio, 2 (9%) niños que presentan 7 aciertos, 1 (4%) niño que presentó 8 aciertos y 1 (4%) niño con 4 aciertos en dicha tarea.

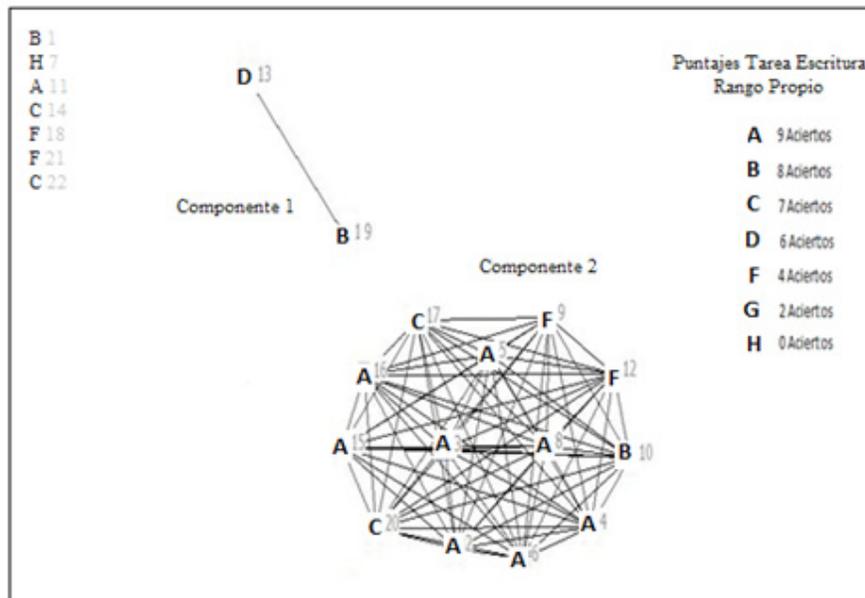


Gráfico 2. Componentes de la tarea de composición multiplicativa, con el logro en la tarea de escritura en rango propio.

Equivalencia numérica

En cuanto al valor asignado a las fichas, los resultados muestran dos componentes. El componente 1 conformado por 2 niños que corresponden al 9% del total de la muestra; estos niños eligen las unidades para responder a dos de los numerales presentados y en el numeral 28 eligen las unidades equivalentes (20 de 1). Por otro lado, el componente 2 se conforma por 15 niños, los cuales corresponden al 68,1% del total de niños de la muestra. Estos niños eligen las fichas correspondientes a las unidades no equivalentes para resolver la tarea (p. e. para el dígito 2 del numeral 28, eligen 2 fichas de valor 1). En esta red 7 niños (46,7% de los niños de la red) lograron 9 aciertos en escritura en rango propio y 3 (20%) alcanzaron 8 aciertos.

El gráfico 4 presenta los componentes formados al relacionar todas las tareas de comprensión del valor de posición. El componente 1

está formado por cuatro niños que asignaron el valor de 1 a las fichas de 1 y 10 en todas las tareas. Dos de estos niños acertaron en los 9 numerales de la tarea de escritura en rango propio, uno acertó en 8 numerales, es decir, aunque no acertaron en ninguna de las tareas de valor de posición se desempeñaron correctamente en la tarea de escritura. El componente 2 está formado por 3 niños que asignaron el valor de 1 a las fichas de 1 y 10 a las fichas de 10 en la tarea de composición aditiva, pero en las otras dos tareas asignaron el valor 1 a todas las fichas. Estos niños aciertan en todos los numerales presentados en el rango propio. Así, estos niños presentaron un desempeño exitoso en la tarea de escritura en rango propio y en la tarea de composición aditiva, pero mostraron desempeños bajos en la tarea de composición multiplicativa y equivalencia numérica.

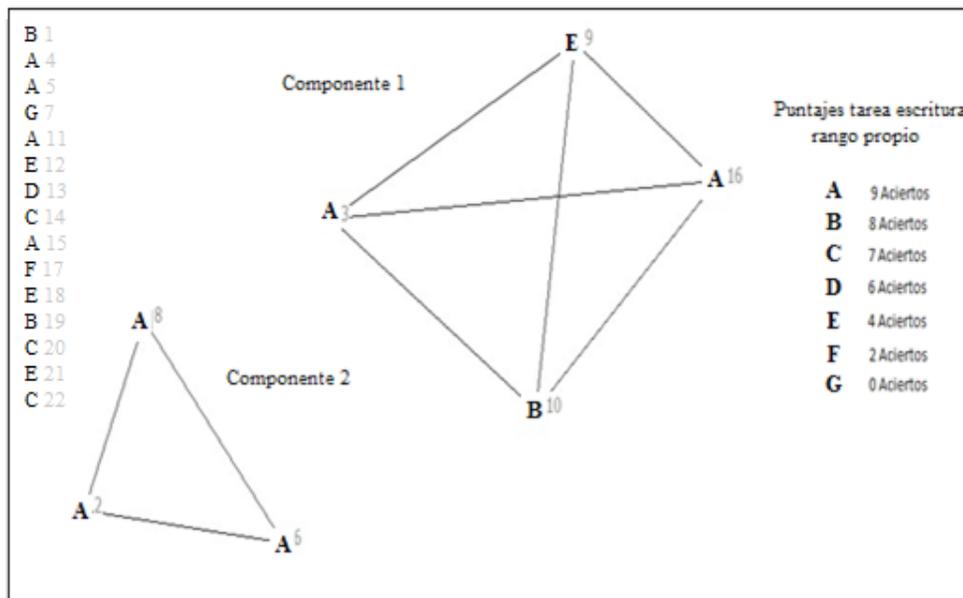


Gráfico 3. Componentes de la elección de grupos de fichas en la tarea de equivalencia con el logro en la tarea de escritura en rango propio.

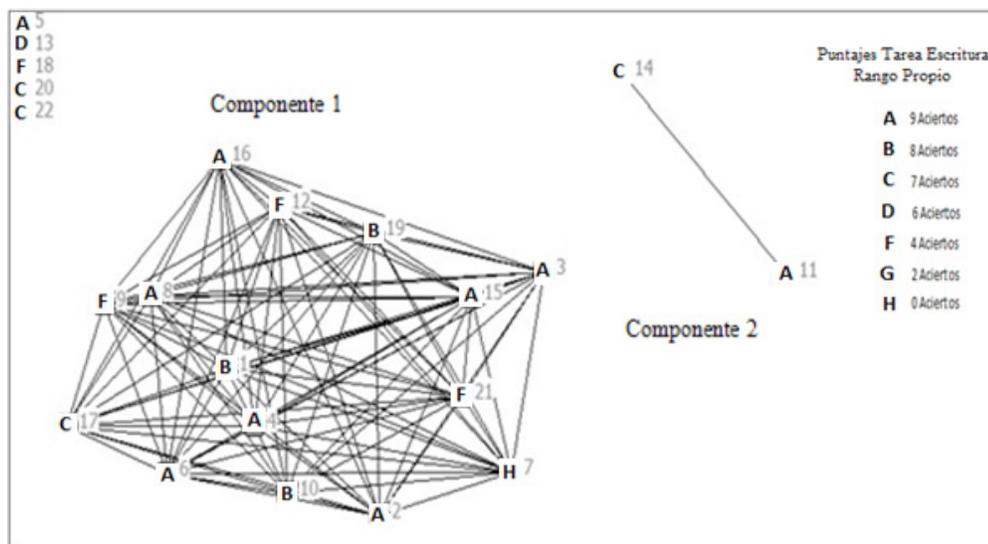


Gráfico 4. Componentes de la elección de grupos de fichas en todas las tareas con el logro en la tarea de escritura en rango propio.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación es determinar si existe una relación entre el concepto de valor de posición y el proceso de transcodificación numérica del formato verbal hablado al formato arábigo. De acuerdo con los resultados, mediante el análisis correlacional se obtuvo una correlación positiva entre la tarea de escritura en rango propio y la tarea de composición aditiva. Esto sugiere, para el caso de los niños de esta investigación, que el acierto en la escritura de los numerales tiende a presentarse de manera simultánea con el acierto en la tarea de comprensión de la composición aditiva. Sin embargo, la presencia de esta relación no permite suponer que la comprensión mostrada en la tarea de composición aditiva tenga un efecto causal en la tarea de transcodificación, solo permite afirmar que ambas variables presentan una relación positiva para este grupo de niños. Incluso, la presencia de esta correlación era esperada y es apenas razonable debido a dos hechos: primero, la estructura y demanda de la tarea de composición facilitan la resolución de la misma; y segundo, los numerales utilizados para las tareas de comprensión están en el rango propio, es decir, el rango que los niños dominan y, por lo tanto, realizan notaciones correctas en la mayoría de los numerales. Además, los niños en general tienden a escribir bien en el rango propio y en especial si ese rango corresponde a las decenas –numerales de dos dígitos–. En esa medida, esta correlación solo permitiría afirmar que los niños presentan una comprensión parcial de lo que Nunes & Bryant (1997) reconocen como algunas invariantes del SNBD, es decir, el concepto de unidad compuesta y la composición aditiva. La comprensión de estos dos elementos, son pasos importantes que los niños han dado para ir construyendo una comprensión completa del concepto de valor de posición.

Por otro lado y teniendo en cuenta en el análisis de redes de vínculos, el cual se basa en el valor asignado por los niños a las fichas utilizadas en cada una de las tareas, se encuentra, para el caso específico de la tarea de composición aditiva, que el 40,9% del total de los niños asigna a ambas fichas el valor 1, mostrando que estos niños no logran asignar el valor a las fichas de diez, ya que poseen el mismo tamaño y forma que las que valen uno. Una posible explicación a este hecho, es que estos niños no han logrado constituir el diez como una unidad compuesta por unidades simples ni como una base para el conteo y la operatoria del sistema de numeración. Esto no implica necesariamente que estos niños no hayan construido el concepto de unidad compuesta, pues es posible que posean este concepto para numerales como por ejemplo cinco (Otálora, 2011).

Del mismo modo, al analizar los desempeños de los niños basados en el valor asignado a las barras de fichas en el orden uno en la tarea de composición multiplicativa, se observa que en el componente más grande los niños se vinculan por asignar el valor 1 a las barras que eligen para responder a la tarea y a su vez, en el componente menor los niños se vinculan por asignar el valor 10 a para responder. Así, aunque los niños resuelvan bien la tarea en el sentido que eligen la barra correspondiente al valor posicional del dígito, no logran diferenciar que cada dígito representa un orden distinto y que, por lo tanto, tiene un valor diferente (aun cuando en la consigna inicial se aclaró que cada barra, dependiendo del color, poseía un valor distinto). Este hecho muestra que los niños resolvieron correctamente parte de la tarea no porque tengan una comprensión del valor de posición, sino por otras razones que pudieron influir en su elección, entre ellas: guiarse por el color de la ficha. Es decir, si se les presentó primero el valor de la ficha roja, los niños tienden a

elegir la ficha roja para responder a la tarea. Otra posible razón es que los niños hayan elegido por azar la ficha adecuada, dado que al presentarles sólo dos opciones, existe 50% de probabilidad de elegir la ficha correcta².

En cuanto a la tarea de equivalencia, se observa que la mayoría de los niños eligieron la agrupación de unidades correspondientes al valor del dígito para responder al dígito de orden uno (decena), incluso aquellos que inicialmente eligieron la configuración de fichas de 10. Estos resultados son apenas los esperados dados los desempeños que se presentaron en la tarea de composición multiplicativa. Los niños de nuevo muestran no comprender el valor de posición en la notación, incluso en presencia de material que expondría una relación directa de equivalencia entre las unidades de orden cero y uno.

Por otro lado, los resultados permiten evidenciar entonces, que los niños tienden a escribir correctamente los numerales, al menos en el rango propio de 1 a 99. Esto se sustenta en el hecho de que los errores que cometen al escribir en este rango son pocos, y los que presentan son de tipo léxico, es decir, aquellos que no alteran la estructura del numeral, notando correctamente las marcas de potencia y de cantidad. Sin embargo, estos resultados, al parecer, no tienen relación con la comprensión de las operaciones multiplicativas del SNBD y su relación con el valor de posición, dados los desempeños que se encontraron en las tareas de valor de posición.

²Teniendo en cuenta que cada niño para tener acierto debía seleccionar correctamente las fichas de la decena y la unidad, la probabilidad de acertar en un numeral solo por azar es del 0,25 (es decir, $0,5^2$), y a su vez para acertar en tres numerales, la probabilidad de obtener tres aciertos por azar sería de 0,016 (es decir, $0,25^3$). El mismo análisis se puede aplicar a los niños que asignan las barras de valor 1 a la posición de las decenas y las unidades, en los resultados observados el 59% porcentaje de niños comete este tipo de error, lo cual es muy superior al esperado solo por azar.

Por el contrario, al contrastar los resultados de la tarea de escritura con los resultados de las tareas de valor de posición, podemos reconocer que la comprensión del sistema de notación numérica juega un papel menor en los desempeños mencionados, ya que los niños mostraron que no comprenden las invariantes de sistema como la equivalencia, el manejo del diez como base y mostraron no comprender el valor de posición como la regla que fundamenta el sistema de notación. En esa medida, podríamos decir que, aun cuando los niños logran escribir bien en el rango propio, no comprenden que cada numeral notado posee un significado y que remite a una cantidad y potencia determinada. Así mismo, podemos suponer que los niños no comprenden las reglas implicadas en la escritura pues no logran extrapolar estas reglas a un rango desconocido. Lo anterior se evidencia en el hecho de que en el rango superior la mayoría de errores son de tipo sintáctico, en donde tienden a escribir de manera literal las marcas de cantidad y la potencia haciendo caso omiso de las reglas del sistema.

Adicionalmente, podemos decir que las marcas de diferencias que se presenta entre las tareas de valor de posición y las tareas de escritura, en especial en el rango propio, permiten inferir que los niños de primer grado de primaria no requieren de una comprensión completa de las reglas de composición del sistema notacional, en especial la regla de valor de posición, para poder realizar una correcta escritura de los numerales. Esto implica que, contrario al modelo de concepciones presentado por Fuson (1998), la correcta escritura de numerales en el dictado no necesariamente estaría influenciada por las concepciones y el establecimiento de relaciones entre las cantidades y las palabras numéricas. Se podría considerar que algunos niños frente a la tarea de escritura de un numeral desconocido hacen uso de reglas y establecen relaciones entre

la sintaxis de los numerales verbales y la sintaxis propia del sistema de notación arábigo.

En lo referente a los modelos de transcodificación, estos resultados permitirían considerar que para algunos sujetos, aquellos que aciertan en la escritura de numerales de dos dígitos pero que no comprenden el valor de la posición de los dígitos de las decenas, el proceso de transcodificación puede ser de naturaleza asemántica, sustentado por procesos mnémicos como el modelo ADAPT (Barrouillet, et ál., 2004), ya que los niños realizan una correcta escritura en rango propio sin comprender las invariantes del sistema de notación. Esto lleva a pensar que, dado que el procesamiento es de tipo asemántico para algunos niños, no se requeriría de representaciones ligadas a la cantidad para escribir numerales correctamente.

Adicionalmente, se puede sugerir que si la escritura estuviera relacionada con la comprensión de las reglas, entonces, los niños que escriben bien en rango propio deberían aplicar acertadamente la regla en otros rangos, teniendo en cuenta que la comprensión implica precisamente utilizar en diferentes situaciones el conocimiento asimilado. Pero esto no se evidencia en los resultados puesto que los niños que se desempeñan bien en rango propio, no muestran el mismo desempeño en el rango superior.

Con base en estos resultados podríamos concluir, entonces, que no es posible señalar de manera categórica que la comprensión del valor de posición sea necesaria para la correcta transcodificación de los numerales, en tanto se encontraron casos de niños que pueden escribir correctamente numerales sin que en ellos se evidencie una comprensión de la regla del valor de posición.

REFERENCIAS

- Barrouillet, P., Camos V., Perruchet, P., & Seron X. (2004). ADAPT: A Developmental, Asemantic, and Procedural Model for Transcoding From Verbal to Arabic Numerals. *Psychological Review*, 111(2), 368-394.
- Camos, V. (2008). Low Working Memory Capacity Impedes Both Efficiency and Learning of Number Transcoding In Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, (99), 37-57. DOI: 10.1016/j.jecp.2007.06.006
- Fuson, K. (1998). Pedagogical, Mathematical, and Real-world conceptual-support Nets: A model for Building Children's Multidigit Domain Knowledge. *Mathematical Cognition*, 4(2), 147-186.
- Lerner, D., & Sadovsky, P. (1994). El sistema de numeración: un problema didáctico. En C. Parra, & J. Saiz (Eds.). *Didáctica de las matemáticas* (pp. 95-184). Buenos Aires: Paidós.
- Lochy, A., Pillon, A., Zesiger, P., & Seron, X. (2002). Verbal Structure of Numerals and Digits Handwriting: New Evidence from Kinematics. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A(1), 263-288.
- Macaruso, P., McCloskey, M., & Aliminosa, D. (1993). The Functional Architecture of the Cognitive Numerical-Processing System: Evidence From a Patient with Multiple Impairments. *Cognitive Neuropsychology*, 10(4), 341-376.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A. (1985). Cognitive Mechanisms in Number Processing and Calculation: Evidence from Dyscalculia. *Brain & Cognition*, (4), 171-196.
- McCloskey, M., Sokol, M., Goodman-Schulman, R., & Caramazza, A. (1990). Cognitive Representations and Processes in Number Production: Evidence from Cases of Acquired Dyscalculia. En Caramazza, A. (Ed.) *Cognitive Neuropsychology and Neurolinguistics: Advances in Models of Cognitive Function and Impairment* (págs. 1-32). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.

- Miura, I., Kim, C., Chang, C., & Okamoto, Y. (1988). Effects of Language Characteristics on Children's Cognitive Representation of Number: Cross-National Comparisons. *Child Development*, (59), 1445-1450. DOI: 10.2307/1130659
- Nunes, T., & Bryant, P. (1997). *Las matemáticas y su aplicación: la perspectiva del niño*. México: Siglo XXI Editores.
- Orozco, M. (2001a). Diagnóstico de las dificultades de escolares en la relación con el manejo y comprensión del sistema de notación en base diez. Informe final de investigación. Cali: Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura. Universidad del Valle.
- Orozco, M, Guerrero, D., & Otálora, Y. (2007). Los errores sintácticos al escribir numerales en rango superior. *Infancia y Aprendizaje*, 30(2), 147-162
- Otálora, Y. (2007). La comprensión infantil del sistema de numeración en base diez: Conocimientos y recursos para acceder a los formatos de representación. [Reporte de investigación]. Cali: Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura.
- Orozco, M. (2006). ¿Por qué 7345 se lee como "setenta y tres cuarenta y cinco"? *RELIME*, 9(3), 407- 433.
- Otálora, Y. & Orozco, M. (2006). ¿Por qué 7345 se lee como "setenta y tres cuarenta y cinco"? *RELIME*, 9 (3), 407- 433.
- Power R., & Dal Martello M. (1990). The Dictation of Italian Numerals. *Lenguaje and Cognitive Processes*, 5(3), 237-245.
- Scheuer, N., Sinclair, A., Merlo, S., & Tìeche, C. (2000). Cuando ciento sesenta y uno se escribe 10071: Niños de 5 a 8 años produciendo numerales. *Infancia y Aprendizaje*, (90), 31-50.
- Seron, X., & Fayol, M. (1994). Number Transcoding in Children: A Functional Analysis. *British Journal of Developmental Psychology*, (12), 281-300. DOI: 10.1111/j.2044-835X.1994.tb00635.x
- Seron, X., & Noel, M (1995). Transcoding Numbers from the Arabic Code to the Verbal or Viceversa: How Many Routes. *Mathematical Cognition*, 1(2), 215-243.
- Simon, H. (1986). The Information-Processing Explanation of Gestalt Phenomena. *Computers in Human Behavior*, (2), 481-493. doi:10.1016/0747-5632(86)90006-3
- Sullivan, K., Macaruso, P., & Sokol, S. (1996). Remediation of Arabic numeral processing in a case of developmental dyscalculia. *Neuropsychological rehabilitation*, 6(1), 27-53.
- Varelas, M., & Becker, J. (1997). Children's Developing Understanding of place Value: Semiotic Aspects. *Cognition and Instruction*, 15(2), 256-286.