

LA COGNICIÓN DEL NÚMERO DESDE EL PUNTO DE VISTA SIMBÓLICO EN EDUCACIÓN PRIMARIA. ESTUDIO PILOTO

Luisa M^a García Salas y Manuel Aguilar Villagrán

RESUMEN

Investigaciones recientes señalan que las habilidades de procesamiento numérico de los niños al comienzo de la Educación Primaria, preceden al desarrollo de la aritmética en el alumnado, en las modalidades de codificación verbal oral y alfabética, analógica y escritura en cifras árabes. En este trabajo que pretende conocer el desarrollo de la cognición numérica en alumnado de Educación Primaria, se presentan los resultados de una muestra de 2º y 3º en esta etapa, que nos permiten mostrar diferencias significativas en los niveles de ejecución entre los niños a la hora de responder a las tareas diseñadas para evaluar dicho procesamiento numérico.

Palabras clave: transcodificación numérica, desarrollo numérico, desarrollo matemático, enseñanza del número, cognición.

TITLE: NUMERICAL COGNITION FROM THE SYMBOLIC VIEWPOINT IN PRIMARY EDUCATION. PILOT STUDY.

ABSTRACT

Recent investigations indicate that the skills of numerical processing of children at the beginning of Primary Education precede the development of arithmetic in students, in the modes of oral verbal and alphabetical, analogical and written coding in Arabic numerals. The present work aims to study the development of numerical cognition in students of Primary Education. Thus, it presents the results of a sample of 2nd and 3rd grade at this stage, allowing us to show significant differences in performance levels among children when responding to tasks designed to evaluate the numerical processing.

Keywords: Numerical Transcoding, Numerical Development, Mathematical Development, Teaching Of Number, Cognition.

Correspondencia con lo autores: Luisa M^a García Salas. <lmsalas@magisteriolalinea.com>. Centro de Magisterio “Virgen de Europa”. Adscrito a la Universidad de Cádiz. Manuel Aguilar Villagrán. <manuel.aguilar@uca.es>. Departamento de Psicología. Universidad de Cádiz. Original recibido: 29-03-16. Original aceptado: 25-07-16.

1. Introducción

El conocimiento de las matemáticas básicas supone un instrumento indispensable en nuestra sociedad, forma parte de numerosas tareas sencillas con que se enfrentan cada día las personas adultas. Asimismo son imprescindibles en muchos puestos de trabajo de nuestra sociedad tecnológicamente avanzada. Aragón (2013) recoge diversos trabajos teóricos y empíricos que sugieren una relación entre matemáticas y alfabetización y cómo algunos currículos de matemáticas favorecen la alfabetización al promover el desarrollo de la comunicación y el razonamiento.

El ser humano dispone de una dotación genética para registrar cantidades pero su razonamiento numérico en la vida cotidiana es mayoritariamente erróneo, en cierto sentido es anumérico (Butterworth, 2005). Dehaene (2011) descubre que los animales pueden realizar cálculos matemáticos sencillos, y describe experimentos ingeniosos que muestran que los niños también tienen un sentido numérico rudimentario.

Durante varios años, los niños se enfrentan a una tarea ardua hasta llegar a dominar el sistema de escritura de las expresiones numéricas, incluso después de ello, hay un número importante de niños que cometen errores al escribir los números, pues no acceden a una comprensión adecuada de la sintaxis que rige el sistema. Villarroel, Jiménez, Rodríguez, Peake y Bisschop (2013) señalan diversas investigaciones donde se ha evidenciado la complejidad de la transcodificación numérica y los posibles errores que cometen los niños en los primeros años de la Educación Primaria. Esto, en parte, está relacionado con el escaso conocimiento que se tiene de los mecanismos cognitivos que están en la base de la comprensión del sistema numérico. Por ello, la Psicología Evolutiva se ha ocupado de estudiar la adquisición de los conceptos numéricos y de las funciones de cálculo en el niño.

Friso-van den Bos (2014) destaca el sentido numérico como uno de los predictores más importantes de la habilidad matemática posterior. Asimismo, señala el papel fundamental del sentido numérico en el desarrollo de la cognición matemática.

2. El procesamiento del número

Los números se designan con símbolos y, por tanto, están formados por un significante y un significado. Además de asociados a su carácter cardinal, los números se usan como referentes ordinales o nominales. Cohen, Dehaene y Verstichel (1994)

exponen que, en los números, hay que diferenciar el conocimiento enciclopédico o léxico y la representación de la cantidad. El conocimiento numérico léxico indica el uso de los números en contextos donde no es necesario elaborar la cantidad, por ejemplo, Peugeot 406.

Respecto al procesamiento de los números, se ha establecido la diferencia entre el procesamiento del léxico de los números y el procesamiento de la sintaxis de los números. El primero hace referencia al procesamiento de los nombres y de los símbolos que representan los números aislados o dígitos, la comprensión o la producción de los elementos individuales en un número (por ejemplo, el dígito 5 o la palabra cinco); la segunda, al procesamiento de las reglas mediante las cuales los dígitos se combinan entre sí para formar su carácter cardinal (Delôche y Seron, 1987). Como ejemplo, la comprensión del número arábigo 2735 requiere un proceso léxico para acceder al significado de los dígitos 2, 7, 3 y 5, y un proceso sintáctico que utiliza las posiciones de los dígitos para determinar que el número está compuesto por dos mil, setecientos, y así sucesivamente. Las investigaciones demuestran que los errores cometidos en ambos procesamientos son diferentes y denotan una comprensión distinta de los números por parte de los niños.

Asimismo, otro aspecto que nos parece imprescindible en la construcción del número es el manejo de los diferentes códigos que utilizamos (arábigo, verbal, analógico, etc.). La transcodificación hace referencia a la transformación de un formato de un número en otro formato de ese número: leer en voz alta números arábigos, escribir números arábigos al dictado, etc. Según Moura, Wood, Pinheiro-Chagas, Lonnemann, Krinzinger, Willmes y Haase (2013), esta habilidad comienza a desarrollarse antes de la educación formal, y es una de las habilidades más complejas que los niños han de adquirir durante la Educación Primaria.

Los estudios de transcodificación numérica en niños consisten en investigar la forma como ellos procesan información numérica cuando hacen conversión de un código a otro. Estos estudios se asientan en la investigación neuropsicológica cognitiva, de la que son pioneros los trabajos de McCloskey y colaboradores (McCloskey, 1992; McCloskey, Caramazza y Basili, 1985).

En la lectura de las cantidades se procesaría primero la estructura sintáctica de éstas, a modo de un marco dentro del cual se insertarían después, en el lugar correspondiente, los nombres de los números (McCloskey, 1992). Lo mismo que en el caso del lenguaje, los déficits del procesamiento del léxico de los números se disocian de los déficits del procesamiento de su sintaxis, indicando que uno y otro

nivel dependen de componentes diferentes del sistema. Así, el paciente N.R. de Noël y Seron (1992) comprendía el significado de cada dígito aislado, pero no el de las cantidades compuestas: su déficit afectaba a los mecanismos sintácticos que permiten una comprensión de las reglas combinatorias de los números arábigos.

Algunos trabajos con niños (Power y Dal Martello, 1990; Seron, Delôche y Noël, 1991) entre 7 y 9 años, que han estudiado la transcodificación de números presentados oralmente (/tres/) en cifras árabes o dígitos (3) han encontrado considerables errores: los menos frecuentes, han consistido en sustituir una cifra por otra (por ejemplo, 62-72), denominado error lexical); los más frecuentes (por ejemplo, /tres mil quinientos catorce/ escribir 300050014), denominado error sintáctico). Los autores consideran que estos errores de producción tienen que ver con los códigos de salida y no con problemas de comprensión. Los niños tendrían problemas para codificar los distintos códigos en dígitos.

McCloskey *et al.* (1985) propusieron un modelo de procesamiento de los números y del cálculo que incluye componentes léxicos y sintácticos, tanto en el subsistema de comprensión como en el de producción. Los primeros incluyen, a su vez, módulos diferentes para cada modalidad de las formas verbales de los números, y módulos únicos para sus formas arábigas. Los componentes sintácticos del sistema verbal son independientes de la modalidad. Lo mismo que en el caso del lenguaje, los mecanismos de comprensión desembocan en la activación de una representación semántica de las cantidades a las que se refiere los números. Por otro lado, la producción parte de esas representaciones semánticas.

Respecto a los errores anteriormente comentados, Orozco y Hederich (2002) señalan que, los errores léxicos son fallos en la producción de los elementos del número, pero guardan la habilidad para ensamblar los elementos en un número que conserva la forma sintáctica apropiada y el mismo orden de magnitud. Mientras los errores sintácticos suponen respuestas donde el orden de magnitud es incorrecto.

Aguilar (2014) expone que los niños comienzan su conocimiento del código escrito arábigo desde el final del primer ciclo de Educación Infantil. En el primer año de Educación Primaria, la mayor parte de los niños conocen el nombre de las cifras y son capaces de escribirlas al dictado y utilizarlas funcionalmente para representar el cardinal de un conjunto. Según este autor, las capacidades de transcodificación se desarrollan rápidamente en el curso de los tres primeros años de Primaria, con un buen dominio hasta el 100 a los siete años, y casi todos los números de 4 cifras a los ocho años. Este desarrollo se caracteriza, sobre todo, por la adquisición de la

sintaxis de los códigos de entrada y salida, y es más fácil de dominar en las culturas que utilizan sistemas numéricos muy regulares.

La investigación avala el papel del sentido numérico como un fuerte predictor del rendimiento matemático en cursos posteriores, así como la existencia de un débil sentido numérico, dificulta la instrucción formal en matemáticas (Aragón, 2013).

Investigaciones recientes señalan que las habilidades de procesamiento numérico de los niños a su entrada a Educación Primaria están relacionadas con su futura competencia aritmética, de manera que dichas habilidades preceden al desarrollo de la aritmética en el niño (Vanbinst, Ghesquière y De Smedt, 2015).

3. Método

3.1. Objetivos

El presente trabajo indaga sobre aspectos relacionados con la cognición numérica en una muestra de alumnado de Educación Primaria. En concreto nos planteamos dos objetivos:

- 1) Conocer el desarrollo de la transcodificación numérica de este alumnado.
- 2) Determinar si existen diferencias en función del curso (2^o y 3^o) en el desarrollo numérico de los niños y niñas.

3.2. Participantes

La muestra está formada por 50 estudiantes de 2^o y 3^o curso de Educación Primaria de un centro escolar público de la comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz), de ámbito urbano y que acoge alumnado de nivel socioeconómico medio. El número de alumnos de cada curso se aprecia en la Figura 1, de los cuales 36 son niños y 14 son niñas (se presenta en la Figura 2).

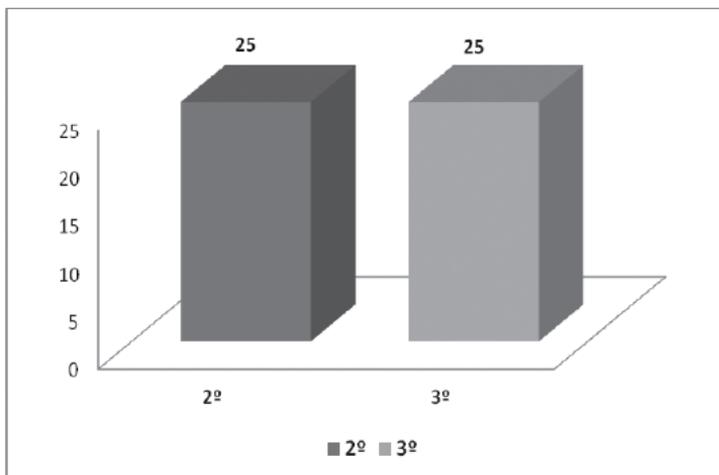


Figura 1. Distribución de de la muestra por curso.

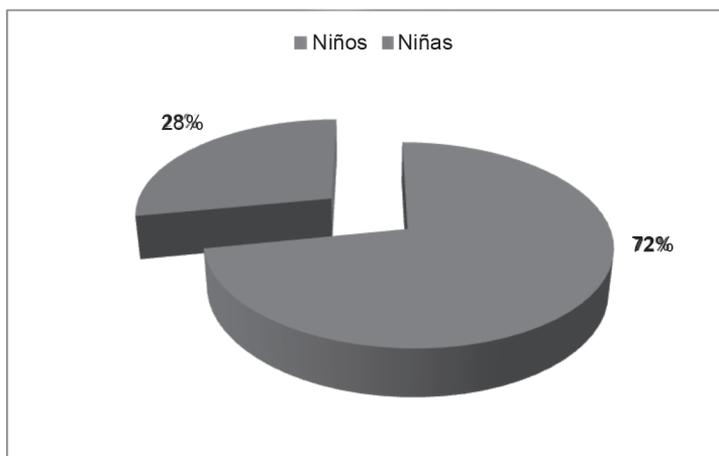


Figura 2. Porcentaje de de la muestra por género.

A continuación, se presentan en la Tabla 1 los estadísticos de la edad de la muestra.

N (Válidos)	Media	D.t.	Mínimo	Máximo
50	102.5	7.38	91	113

(l) Nota: D.t.: Desviación típica.

Tabla 1. Estadísticos de la edad en meses de la muestra

3.3. Procedimiento y material

El material utilizado se diseñó en base al planteamiento de Jarlegan, Fayol y Barrouillet (1996), permitiendo construir un cuadernillo denominado Prueba de Transcodificación (García y Aguilar, 2015).

Dicha prueba consta de once tareas relacionadas con la transcodificación numérica, y cada tarea está compuesta por ítems contruidos en base a regularidades estructurales del sistema numérico o modalidad simple (por ejemplo, 10, 23, 643, 1234), y otros en base a irregularidades o modalidad compleja (por ejemplo, 60, 73, 808, 6020).

Seis de esas tareas son valoradas a través de 32 ítems, que corresponden a las transcodificaciones de “notación arábica a verbal escrita (NArNE), “notación analógica a arábica” (NAnNAr), “notación verbal escrita a arábica” (NENAr), “notación analógica a verbal escrita (NAnNE), “notación verbal escrita a analógica” (NENAn), y “notación arábica a analógica” (NArNAn). Una tarea se valora con 5 ítems, es la tarea de transposición (Rebas) que consiste en calcular y escribir en código arábigo las expresiones numéricas presentadas en forma de centenas, decenas y unidades con rebasamiento de las unidades de orden numérico (por ejemplo, 1 centena 2 decenas y 12 unidades para escribir 132). El resto de las mismas son valoradas a través de 10 ítems, que son las tareas de dictado y lectura de números en notación arábica (DicNAr y LecAr), y en notación verbal escrita (DicNE y LecE).

Algunas de las tareas (NArNE, NAnNAr, NENAr, NAnNE, Rebas, DicNAr y DicNE) se llevaron a cabo colectivamente (cada grupo de alumnos en su aula) y otras tareas (NENAn, NArNAn, LecAr y LecE) de forma individual (cada alumno realizó

la tarea con el entrevistador en un aula reservada para ello, sin la presencia del resto de los compañeros). Las respuestas de cada estudiante en las tareas presentadas de forma individual fueron recogidas por el entrevistador en una hoja diseñada para ello. Todos los ítems se presentaron por escrito, excepto los de las tareas de dictado que el entrevistador realizó de forma oral. Los niños y niñas daban sus respuestas de manera escrita en el cuadernillo en las de administración colectiva, o manipulando diferentes materiales como cubos, cuadrados, placas y cuadrados pequeños en las tareas NENAn y NArNAn. Dichos materiales fueron construidos, para que los alumnos y alumnas manipularan el código analógico, en base a los bloque multibase de Dienes.

Los aciertos se puntuaban con el valor 1 y los errores con 0.

Siguiendo el modelo de McCloskey *et al.* (1985), los errores se han clasificado en dos categorías: error léxico (por ejemplo, 72 en lugar de 73) y error sintáctico (por ejemplo, 100020034 en lugar de 1234). Aquellas respuestas erradas que no han correspondido con esta clasificación, se han considerado no catalogables (por ejemplo, 111327 en lugar de 3207, 1111112 en lugar de 6020). Por otro lado, no se han considerado los errores ortográficos en la escritura.

Los datos han sido procesados y analizados utilizando el paquete estadístico SPSS (v. 20.0), con el que se obtuvieron los estadísticos descriptivos de los aciertos y los errores cometidos por los estudiantes, el número de errores léxicos y sintácticos en ambos cursos, y los resultados de la prueba para diferencia de medias entre las tareas, realizada en este estudio.

4. Resultados y discusión

En primer lugar, aparecen los resultados descriptivos del conjunto de niños y niñas de esta investigación. La Tabla 2 que se presenta a continuación, muestra las medias en las puntuaciones totales de las seis tareas de transcodificación y su desviación típica correspondiente, de los estudiantes de 2º y 3º curso de Ed. Primaria, respecto a esa tarea.

	2º			3º		
	N (válido)	Media	D.t.	N (válido)	Media	D.t.
NArNE Total	25	27.80	5.07	25	30.36	2.03
NAnNArTotal	25	23.52	8.07	25	26.44	6.52
NENAr Total	25	26.80	5.32	25	29.52	2.34
NAnNE Total	25	24.76	8.85	25	28.44	4.70
NENAn Total	25	28.92	7.13	25	30.32	2.05
NArNAn Total	25	28.64	8.80	25	31.72	0.67

Nota: NArNE (notación arábica a notación verbal escrita); NAnNAr (notación analógica a arábica); NENAr (notación verbal escrita a arábica); NAnNE (notación analógica a verbal escrita); NENAn (notación verbal escrita a analógica); NArNAn (notación arábica a analógica); D.t.: Desviación típica

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la muestra de 2º y 3º curso de Educación Primaria en las tareas NArNE, NAnNAr, NENAr, NAnNE, NENAn y NArNAn

En la Tabla 2, se aprecia diferencia en todas las medias, siendo éstas mayores en tercer curso. Posteriormente se aportará información sobre la significatividad de las diferencias. Los alumnos de este nivel obtienen mejores puntuaciones en las tareas. También se aprecian desviaciones típicas menores en este alumnado.

Así mismo, como puede observarse en los datos expuestos, la tarea consistente en pasar de código analógico a arábigo (NAnNAr) presenta una media con menor puntuación en ambos cursos (en 2º de 23.52 y en 3º curso de 26.44). Dato a tener en cuenta en cuanto al primer objetivo de este trabajo.

Si nos detenemos en la Tabla 3 que se expone a continuación, los resultados son similares. Se presenta diferencia en todas las medias, que son mayores en tercer curso.

Los alumnos de este nivel también obtienen mejores puntuaciones en estas tareas. Así mismo las desviaciones típicas de los resultados de este alumnado son menores.

	2°			3°		
	N (válido)	Media	D.t.	N (válido)	Media	D.t.
Rebas Total	25	2.32	2.15	25	3.48	1.63
DicNAr Total	25	9.36	0.75	25	9.76	0.52
DicNE Total	25	8.84	2.76	25	9.88	0.33
LecAr Total	25	8.84	2.80	25	9.84	0.37
LecE Total	25	9.20	2.76	25	9.92	0.27

Nota: Rebas (transposición); DicNAr (dictado en notación arábica); DicNE (dictado en notación verbal escrita); LecAr (lectura en notación arábica); LecE (lectura en notación verbal escrita); D.t.: Desviación típica

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la muestra de 2° y 3° curso de Educación Primaria en las tareas de Rebas, DicNAr, DicNE, LecAr y LecE

Además, como se indica en los datos expuestos, la tarea de transposición (Rebas) presenta una media con menor puntuación en ambos cursos (en 2° de 2.32 y en 3° curso de 3.48).

Respecto al número de errores léxicos y errores sintácticos en cada curso, se obtienen los valores que se presentan en la Tabla 4.

	2º		3º	
	Nº errores léx.	Nº errores sintáct.	Nº errores léx.	Nº errores sintáct.
NArNE	12	36	10	26
NAnNAr	37	167	42	73
NENAr	34	62	27	26
NAnNE	39	102	37	45
NENAn	13	12	17	23
NArNAN	7	13	4	3
Suma total	142	392	137	196

Nota: NArNE (notación arábica a notación verbal escrita); NAnNAr (notación analógica a arábica); NENAr (notación verbal escrita a arábica); NAnNE (notación analógica a verbal escrita); NENAn (notación verbal escrita a analógica); NArNAN (notación arábica a analógica)

Tabla 4. Errores léxicos y sintácticos de la muestra

Se puede apreciar que el número de errores sintácticos es mayor que los errores léxicos en cada curso. Observamos que mientras el número de errores léxicos disminuyen levemente de segundo (142) al tercer curso (137), los errores sintácticos se reducen el 50%.

Los errores léxicos encontrados son del tipo: sustituir una cifra por otra (por ejemplo, 642 por 643, 1236 por 1234); y la mayoría de los errores sintácticos han consistido en introducir ceros modificando sustancialmente la cardinalidad del número (por ejemplo, dictarle /seis mil veinte/ escribir 600020). Datos que confirman las investigaciones mencionadas anteriormente.

Los resultados de este estudio muestran que muchos niños no componen ni descomponen las expresiones numéricas, y tampoco se rigen por operadores de suma y multiplicación para escribir. Realizan fragmentaciones de las expresiones que escuchan, en función de su experiencia, obteniendo fragmentos familiares (por ejemplo, cuando cometen los errores sintácticos).

Dichos resultados coinciden con los encontrados en estudios recientes (Villarroel *et al.*, 2013), que evidencian la complejidad de la transcodificación numérica y los posibles errores que cometen los niños en los primeros años de la Educación Primaria.

Posteriormente, para comprobar el 2º objetivo (determinar si existen diferencias en función del curso en el desarrollo numérico de los niños y niñas), se realizó un análisis estadístico inferencial a través de una prueba t-Student, con idea de ver si los resultados obtenidos en algunas variables son los mismos o no en sus puntuaciones medias.

A través de esta prueba hemos contrastado si el curso influye en el desarrollo matemático. Para ello, se ha llevado a cabo un contraste de igualdad de varianzas (prueba de Lévene) que mostraba la igualdad de la muestra en el inicio, y un contraste de igualdad de medias entre las dos muestras de datos, con respecto a diversas variables de la prueba de transcodificación.

Se han analizado cada uno de los ítems y respecto a los resultados obtenidos en esta prueba, podemos decir que en la mayoría no existen diferencias significativas entre las medias. No obstante, y tras una revisión más exhaustiva nos encontramos la presencia de diferencias significativas ($p \leq .05$) en varios ítems que se recogen en la Tabla 5.

Podemos observar en los datos expuestos que todos tienen un p-valor menor a .05, lo cual hace plantearse que puede haber diferencia significativa entre las medias de determinadas transcodificaciones de las dos submuestras. Se puede observar que la tarea que presenta mayor número de ítems significativos es la de NAnNAr, es decir, transformar de código analógico a código arábigo, que ya ha sido comentada anteriormente.

Los resultados de esta investigación son coincidentes con otros estudios mencionados en la literatura revisada. Según Moura *et al.* (2013), los estudios muestran que el proceso de transcodificación mejora entre los alumnos de 1º y 2º curso, y el avance es más notorio en la lectura que en la escritura de números arábigos. Señalan que se produce un efecto techo en los alumnos de tercer curso en ambas tareas, observándose sólo una pequeña cantidad de mejoras adicionales.

	Sig. Bilateral (p-valor)		Sig. Bilateral (p-valor)
NArNE14	.04	NAnNE1	.04
NArNE Total	.02	NAnNE2	.04
		NAnNE3	.04
NAnNAr2	.04	NAnNE5	.02
NAnNAr4	.01	NAnNE7	.04
NAnNAr5	.04	NAnNE16	.04
NAnNAr6	.01		
NAnNAr10	.04	NENAn14	.04
NAnNAr11	.01	NENAn26	.04
NAnNAr12	.04		
NAnNAr15	.01		
NAnNAr19	.04	NArNAn31	.03
NAnNAr30	.008		
NAnNAr31	.009		
		Rebas3	.009
NENAr26	.02	Rebas4	.009
NENAr28	.01	Rebas Total	.03
NENAr30	.02		
NENAr31	.02		
NENAr32	.01	DicNAr9	.01
NENAr Total	.02	DicNAr Total	.03

Nota: NArNE (notación árabe a notación verbal escrita); NAnNAr (notación analógica a árabe); NENAr (notación verbal escrita a árabe); NAnNE (notación analógica a verbal escrita); NENAn (notación verbal escrita a analógica); NArNAn (notación árabe a analógica); Rebas (transposición) y DicNAr (dictado en notación árabe)

Tabla 5. Resultados de la Prueba t-Student para diferencia de medias en todas las tareas.

5. Conclusiones

Desde los objetivos que nos planteábamos en este trabajo donde se pretende estudiar el desarrollo de la transcodificación numérica de alumnado de 2º y 3º de Educación Primaria, así como determinar si existen diferencias en función del curso (2º y 3º) en el desarrollo numérico de los niños y niñas, se puede concluir, a partir de los datos extraídos del estudio estadístico, varios aspectos.

En primer lugar, dados los resultados encontrados señalaremos que los factores que pueden estar influyendo en el tipo de error y cantidad son:

- a) el número de cifras que tenga el número, cuanto mayor es el número, más difícil es la transcodificación (el número de errores aumenta conforme el número presentado es mayor);
- b) la posición del cero, si está sólo al final es más fácil que en cualquier otra posición, lo cual se constata en los errores encontrados;
- c) la regularidad o irregularidad estructural del sistema numérico afecta a la representación del número, cuanto más regular sea más fácil es la transcodificación.

La media de las puntuaciones totales de las tareas permite afirmar que se produce un desarrollo gradual y progresivo en relación con la edad. Además, los resultados obtenidos permiten evidenciar que existen diferencias significativas en los niveles de ejecución entre los niños de segundo y los de tercer curso en las tareas de transcodificación.

Asimismo, los resultados encontrados permiten realizar una serie de recomendaciones para el tratamiento de los errores y dificultades en la enseñanza del número:

- 1) Puesto que el currículum de Matemáticas en el 2º curso incluye hasta el 999 y gran parte del alumnado de este curso ha respondido correctamente a los ítems que incluían millares, creemos conveniente aprovechar los conocimientos que el niño posee, apoyarnos en ellos para desde ahí ampliar su conocimiento numérico.
- 2) El hecho de que la transcodificación de código analógico a cualquier otro sea la que obtiene menor puntuación en este estudio, puede ser debido a la metodología utilizada en la escuela, los otros códigos se trabajan mucho más y, por tanto, los niños llegan a dominarlo mejor a estas edades. Recomendamos trabajar más

este código en el aula, profundizando en el significado de las decenas, centenas y millares.

Tras los resultados presentados en este estudio, vemos la necesidad de realizar nuevos análisis ampliando la muestra para confirmar las evidencias encontradas que nos permitirán obtener conclusiones más fiables, de cara a mejorar el diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje de estas habilidades desde edades tempranas.

6. Referencias bibliográficas

- Aguilar, M. (2014). Master de Psicología, Educación y Desarrollo. Psicología de la Educación Aplicada. *Procesos psicológicos en el aprendizaje de la Matemática* (material no publicado).
- Aragón, E. L. (2013). *Estudio de la eficacia del “e-aprendizaje a través de la implementación de un programa de entrenamiento en matemática temprana*. (Tesis doctoral no publicada). Departamento de Psicología, Universidad de Cádiz.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46 (1), 3-18. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x
- Cohen, L., Dehaene, S. y Verstichel, P. (1994). Number words and number non-words. A case of deep dyslexia extending to arabic numerals. *Brain*, 117, 267-279.
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Delôche, G. y Seron, X. (1987). Numerical transcoding: A general production model. En G. Delôche y X. Seron (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp. 137-170). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Friso-van den Bos, I. (2014). *Making sense of numbers: Early mathematics achievement and working memory in primary school children*. (Doctoral dissertation). Utrecht University. Recuperado el 03/02/2015 de <<http://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/297856>>.
- García, L. M. y Aguilar, M. (2015). *Desarrollo de la cognición numérica: La transcodificación en alumnado de Educación Primaria*. (Tesis doctoral no publicada). Departamento de Psicología, Universidad de Cádiz.

- Jarlegan, A., Fayol, M. y Barrouillet, P. (1996). De soixante douze à 72, et inversement : Une étude du transcodage chez les enfants de 7 ans. *Revue de Psychologie de l'Education*, 1, 87-108.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157. DOI: 10.1016/0010-0277(92)90052-J.
- McCloskey, M., Caramazza, A. y Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4 (2), 171-196. DOI: 10.1016/0278-2626(85)90069-7.
- Moura, R., Wood, G., Pinheiro-Chagas, P, Lonnemann, J., Krinzinger, H., Willmes, K. y Haase, V. G. (2013). Transcoding abilities in typical and atypical mathematics achievers: The role of working memory and procedural and lexical competencies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 707-727. DOI: 10.1016/j.jecp.2013.07.008.
- Noël, M. P. y Seron, X. (1992). Notational constraints and number processing: A reappraisal of the Gonzalez and Kolers (1982) study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A (3), 451-478. DOI: 10.1080/02724989208250623.
- Orozco, M. y Hederich, C. (2002). *Errores de los niños al escribir numerales dictados*. Recuperado el 03/05/2013 de Universidad del Valle, Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura de <<http://cognitiva.univalle.edu.co>>.
- Power, R. y Dal Martello, M. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*, 5, 237-254. DOI: 10.1080/01690969008402106.
- Seron, X., Delôche, G. y Noël, M. P. (1991). Un transcodage des nombres chez l'enfant, En J. Bideaud, C. Meljac y J. P. Fisher (Eds.), *Les chemins du nombre* (pp. 303-328). Lille : Presses universitaires de Lille.
- Vanbinst, K., Ghesquière, P. y De Smedt, B. (2015). Does numerical processing uniquely predict first graders' future development of single-digit arithmetic? *Learning and Individual Differences*, 37, 153-160. DOI: 10.1016/j.lindif.2014.12.004.
- Villarroel, R., Jiménez, J. E., Rodríguez, C., Peake, C. y Bisschop, E. (2013). El rol de la escritura de números en niños con y sin dificultades de aprendizaje en matemáticas. *European Journal of Education and Psychology*, 6 (2), 105-115. DOI: 10.1989/ejep.v6i2.107.