

LA NOTACIÓN NUMÉRICA EN EDUCACIÓN INFANTIL: UN ESTUDIO SOBRE EL PROCESO DE ADQUISICIÓN

NUMERICAL NOTATION IN PRE-SCHOOL EDUCATION: A STUDY OF THE ACQUISITION PROCESS

Alsina, A.

Universidad de Girona

Facultad de Educación y Psicología

Plaça de Sant Domènec, 9. 17071 Girona

angel.alsina@udg.edu

Resumen: *Se solicitó a niños de tres a seis años ($n=221$) que anotasen números dígitos presentados en su forma oral. Se establecieron tres niveles: 1) ausencia de código simbólico, que se caracteriza por notaciones concretas (dibujos, etc.) que parten de una correspondencia uno a uno; 2) aparición de código simbólico, en la que se usan notaciones pictóricas (cruces, etc.) en las que se mantiene todavía una correspondencia término a término; 3) consolidación del código simbólico (alfabetización), en la que se usan ya los números convencionales, aunque con múltiples inversiones.*

Palabras clave: sistemas externos de representación, notación numérica, prácticas educativas, alfabetización matemática, Educación Infantil.

Abstract: *Three to six-year-old pre-school students ($n=221$) were asked to write down digital numbers presented to them orally. The results revealed three levels among the pre-schoolers: 1) the absence of symbolic code, characterized by specific notations (drawings, etc.) based on the principle of a one-to-one correspondence; 2) the appearance of symbolic code, in which pictorial notations are used (crosses, etc.) and a term-to-term correspondence is still maintained; 3) the consolidation of the symbolic code (literacy), in which written numbers are used, although often reversed.*

Key words: external representation systems, numerical notation, educational practices, mathematical literacy, Pre-school Education.

Este estudio se ha desarrollado en el marco del Proyecto EDU2009-13893-C02-02, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Plan Nacional I+D+i 2010-2012)

INTRODUCCIÓN

En España existe una práctica docente muy afincada durante la etapa de Educación Infantil que consiste en enseñar a anotar números de forma convencional sin considerar sus implicaciones cognitivas, es decir, su papel como construcciones semióticas, con sus propias características, que interactúan con las representaciones internas en un proceso dialéctico, permitiendo tanto la exteriorización de dichas representaciones internas como la adquisición de nuevos conocimientos (Pérez-Echevarría, Martí y Pozo, 2010). Desde este marco, una de las prácticas educativas más habituales consiste en que los niños y niñas sigan el trazo, copien o dibujen números a partir de un modelo dado. Esta actividad todavía tan arraigada proviene de perspectivas que históricamente han atribuido un carácter estrictamente instrumental a los sistemas externos de representación (Tolchinski y Solé, 2009).

El objetivo de este trabajo, que se enmarca en un dominio de investigación constituido por los sistemas externos de representación (Martí y Pozo, 2000), es analizar cómo niños de 3 a 6 años (n=221) anotan números presentados oralmente. Los datos presentados forman parte de un estudio de mayor envergadura sobre el aprendizaje y la enseñanza de los sistemas externos de representación matemáticos en las primeras edades en el que, además de analizar las producciones de los niños y niñas, se analizan también las directrices curriculares para poder contextualizar y contrastar dichas prácticas.

ADQUISICIÓN DE LA NOTACIÓN NUMÉRICA

Martí (2003) establece que la construcción de los sistemas externos de representación se extiende, en las culturas occidentales, desde los 2-3 años hasta los 9-10 años aproximadamente. Este autor señala que, desde el punto de vista gráfico, en primer lugar es imprescindible diferenciar los sistemas figurativos (dibujos, imágenes) de los sistemas arbitrarios (especialmente escritura y números).

Respecto a la evolución de la notación numérica, Scheuer *et al.* (2000) sostienen que se trata de un proceso lento y complejo, en el que los usos de formas convencionales y no convencionales conviven durante un largo periodo. El primer eslabón del itinerario de adquisición de la notación de números es la correspondencia término a término (Sinclair, 1991). Según esta autora, en este nivel los signos varían según los niños (formas geométricas, dibujos, etc.), pero no dependen de la edad. Estas primeras producciones notacionales se refieren exclusivamente a la cantidad; la notación se compone de caracteres discretos, alineados; y en muchas producciones, un mismo signo es repetido varias veces (Bialystock, 1992). Martí (2003) indica que el siguiente paso es la producción de un signo único como representante de la cantidad. Se trata de un rasgo inherente al sistema de numeración decimal de difícil comprensión, dado que se usa un solo signo para designar a toda una colección. El hecho de que exista un objeto semiótico ya elaborado -los números escritos- que se transmite culturalmente ayuda a esta construcción, y no es hasta que los niños comprenden que un solo signo puede representar una pluralidad cuando empiezan a usar los números escritos. A partir de este momento los niños pueden comprender de forma progresiva las reglas del sistema (Lerner, Sadovsky y Wolman, 1994). En este nivel, la comprensión del valor cardinal (una única expresión para representar una cantidad) es fundamental, puesto que constituye el punto de partida para que los niños puedan ir adentrándose en la

La notación numérica en educación infantil: Un estudio sobre el proceso de adquisición

comprensión de las reglas del sistema de numeración decimal: valor posicional, etc. (Zhang y Norman, 1995).

Otros estudios se han centrado en el análisis de los distintos tipos de notaciones que realizan los niños y niñas durante el itinerario de adquisición (Brizuela y Cayton, 2010; Scheuer *et al.*, 2000; entre otros). El estudio de Scheuer *et al.* (2000) se centra en las estrategias que utilizan niños de edades comprendidas entre los 5 y 8 años, con diferente historia escolar y familiar, en tareas en las que se les pide anotar diferentes números presentados oralmente o con fichas de valores. Un análisis cualitativo de las respuestas de los 162 niños de la muestra permite identificar siete categorías de notaciones que van revelando la laboriosa adquisición del conjunto de reglas convencionales que subyace a la representación numérica de las cantidades. Se trata de categorías mutuamente excluyentes, aún considerando que un mismo sujeto puede presentar varias estrategias a la vez: notaciones numéricas convencionales; notaciones múltiples, en las que se regulan el número de formas gráficas en la notación de acuerdo al número de elementos en la colección basándose, por lo general, en procedimientos de correspondencia uno a uno (una forma gráfica para cada elemento); formas para números, que consisten en la producción de una única grafía arbitraria; formas para clases de números, que registran características particulares de los números pero la notación no identifica de forma concluyente el número representado; notaciones logográficas, que resultan del establecimiento de una correspondencia estricta entre la forma oral de un número y su notación; notaciones compactadas, en las que además de la correspondencia anterior, se empieza a integrar el principio de notación posicional; y otras notaciones, que incluyen formas que se desvían de las descritas debido a errores suplementarios o de otras particularidades, o bien producciones que registran la naturaleza de los objetos que forman la colección en lugar de su cantidad. En el reciente estudio de Brizuela y Cayton (2010) se exploran las diferencias en el tipo de producciones de números que hacen los niños como consecuencia de dos modos distintos de presentar números que ya se usaron en el estudio de Scheuer *et al.* (2000): presentación oral y con fichas de valores. Las conclusiones del estudio de Brizuela y Cayton, realizado con un grupo de 22 niños desde Educación Infantil hasta segundo curso de Educación Primaria, señalan que en los niños de Educación Infantil la presentación oral parece facilitar las respuestas convencionales, es decir, dígitos anotados en una posición convencional.

MÉTODO

Participantes

En el estudio participaron 221 niños de 3 a 6 años de Girona (España) de tres centros escolares públicos de características similares (con alumnos diversos a nivel étnico, racial y sociocultural), y las 9 maestras de las aulas en las que se llevó a cabo la investigación. De todos los alumnos, 73 cursaban 1º de Educación Infantil (3-4 años); 75 eran de 2º de Educación Infantil (4-5 años) y 73 estaban escolarizados en 3º de Educación Infantil (5-6 años). La media de niños por clase era de 24.5 niños, cuando la r atio en España es de 25 alumnos por aula como máximo.

En relación a las maestras, 5 de ellas tenían plaza definitiva en el centro, 3 eran provisionales y 1 funcionaria en prácticas. Su edad oscilaba entre los 23 y los 51 años de edad, con una media de edad de 37.5 años. Todas eran Diplomadas en Magisterio, con la especialidad de Pre-escolar las de mayor edad y Educación Infantil las restantes.

A finales del segundo trimestre, cuando fueron llevadas a cabo las entrevistas, se trabajaba con los números 1 a 9, propiciándose en general un pasaje rápido de las colecciones concretas a través de la manipulación de materiales hacia la simbolización convencional mediante prácticas que consistían en copiar, seguir el trazo o bien dibujar números escritos en cuadernos y fichas, que era el tipo de práctica educativa más habitual en los tres centros escolares.

Instrumentos y procedimiento

Siguiendo el mismo procedimiento que en estudios preliminares (Scheuer *et al.*, 2000) se empleó una tarea sencilla de producción de notaciones. Se proponía a los niños que anotaran los siguientes números, en el siguiente orden: 1 - 2 - 3 en 1º de Educación Infantil; los números 1- 2 - 3 - 4 - 5 - 6 en 2º de Educación Infantil; y los números 1- 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 en 3º de Educación Infantil. Todas las cantidades eran dictadas oralmente, en catalán, a partir de la siguiente instrucción: *“Te voy a ir diciendo unos números. Quizás aún no los hayas aprendido en la escuela, pero seguro que tienes ideas para escribirlos”*.

La elección de estas cantidades responde al hecho de que en la mayoría de aulas de Educación Infantil existe la creencia que debe enseñarse a escribir los números hasta el 3 en 1º de Educación Infantil; hasta el 6 en 2º; y hasta el 9 en 3º.

Se optó por un interrogatorio de tipo clínico y, en función de las respuestas de los sujetos, eventualmente se contextualizaron los números presentados oralmente. De forma más concreta, cuando el niño no realizaba ninguna producción, se lo ofrecían ayudas a través de consignas como por ejemplo: “dibuja tres huevos”, etc. Se analizaron las notaciones de los niños de acuerdo a dos criterios: el primero, de carácter conceptual, intentaba especificar los aspectos numéricos que el niño integraba en su notación (correspondencia término a término, cantidad, palabra numérica, etc.); el segundo era el análisis morfológico, que especificaba las formas empleadas (número convencional, signos como por ejemplo cruces, etc.). La clasificación de cada producción se trianguló con cada maestra tutora de forma independiente.

RESULTADOS

Partiendo de la base que para realizar el estudio se usó una tarea notacional muy simple en los que los niños anotaban números que se dictaban oralmente, el nivel de producciones no fue idéntico en todos los casos, sino que fue variable. Pese a esta producción desigual de respuestas, ligada fundamentalmente a la edad y al curso, a partir del criterio conceptual se clasificaron las notaciones en tres grandes categorías, que se muestran en la tabla 1.

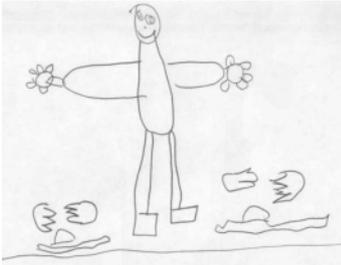
	Notación de la cantidad
<p>Nivel 1: ausencia de código simbólico</p>	<p>Los niños usan dibujos para representar cantidades.</p> <p>En sus representaciones, que son concretas, realizan una correspondencia término a término: se trata de un sistema de notación aditivo.</p> <p>Por ejemplo, para representar que se han roto dos huevos, dibujan dos huevos rotos</p> 
<p>Nivel 2: aparición de código simbólico</p>	<p>Los niños usan símbolos pictóricos para representar cantidades, realizando de nuevo una correspondencia término a término. Por ejemplo, para representar dos huevos rotos usan diferentes tipos de representaciones que todavía mantienen la correspondencia término a término:</p> <p style="text-align: center;">// XX oo</p>
<p>Nivel 3: consolidación del código simbólico (alfabetización)</p>	<p>Los niños usan códigos simbólicos, transmitidos culturalmente, para representar cantidades. Estos símbolos tienen una particularidad "muy abstracta": un solo símbolo permite representar muchos objetos. Por ejemplo, para representar dos huevos rotos usan el número convencional 2.</p> <p style="text-align: center;">2</p>

Tabla 1. Niveles de producción notacional de números presentados oralmente

El nivel 1 se caracteriza por la ausencia de código simbólico. En esta fase los participantes demostraron tener ya un cierto conocimiento de los números, dado que habían recibido formación en la escuela, pero su conocimiento era sobre todo de tipo pragmático, es decir, habían memorizado el valor del número, pero para representarlo

necesitaban que la instrucción se acompañase de una contextualización. En consecuencia, el tipo de representación que realizaban los niños eran sobre todo dibujos. Es el caso, por ejemplo, de la ilustración que se muestra en la tabla 1, en la que un niño representó la cantidad “dos” con dos huevos rotos, porque así se le contextualizó dicha cantidad. Como se indica en la tabla, en esta primera fase los niños realizaron mayoritariamente una correspondencia término a término, por lo que emplearon un sistema de notación aditivo. A pesar de esta similitud a nivel conceptual, a nivel morfológico las producciones de los niños fueron muy distintas. Aunque en todos los casos se trataba de dibujos, éstos fueron diversos debido sobre todo a la contextualización que se acompañaba a la instrucción.

En el nivel 2, en la que ya aparece el código, los niños mayoritariamente usaban un signo arbitrario como por ejemplo una cruz para representar las cantidades. Durante esta fase se observó también que, a nivel conceptual, los niños estudiados eran capaces de realizar una correspondencia uno a uno, aunque a nivel morfológico hubo mucha disparidad, tanto en relación al uso de signos diversos como al tamaño de los signos y su disposición en el papel: cruces, círculos u otras figuras geométricas, palitos, etc. La tendencia más habitual, sin embargo, fue alinearlos en disposición horizontal, uno detrás de otro.

En el nivel 3 los niños utilizaban una notación numérica convencional. La tabla 2 presenta la distribución de las respuestas en los cursos objeto de estudio, de acuerdo con los tres niveles de producción notacional presentados.

	1º Educación Infantil (3-4 años)	2º Educación Infantil (4-5 años)	3º Educación Infantil (5-6 años)
Nivel 1 Ausencia de código simbólico	51 (69,9%)	6 (8%)	0 (0%)
Nivel 2 Aparición del código simbólico	9 (12.3%)	11 (14.6%)	8 (11%)
Nivel 3 Consolidación del código simbólico	13 (17,8%)	58 (77.4%)	62 (89%)
<i>Total de respuestas</i>	73 (100%)	75 (100%)	73 (100%)

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de las respuestas para curso

Al analizar la tabla 2 se observa que las respuestas del nivel 1, básicamente dibujos, fueron muy habituales en primero de Educación Infantil, al ser necesario contextualizar, en cambio en tercero ningún niño necesitó ya una contextualización y, por lo tanto, no usaron dibujos para anotar los números. Respecto a las respuestas de nivel 2, en el que se usan representaciones pictóricas, el porcentaje de uso fue relativamente escaso en los tres grupos de edad. En relación a las respuestas del nivel 3, en primero de Educación Infantil hubo pocas notaciones convencionales, pero se incrementaba considerablemente con la edad y el curso. Por su relevancia, se quiere hacer notar que en este último nivel

La notación numérica en educación infantil: Un estudio sobre el proceso de adquisición

se detectaron dos tipos de producciones a nivel morfológico: independientemente del tamaño, un grupo reducido de niños anotaron números en su disposición convencional, mientras que la mayoría tendían a invertir alguna de las grafías de los números, como se muestra en la tabla 3 y en la figura 1.

	1º Educación Infantil (3-4 años)	2º Educación Infantil (4-5 años)	3º Educación Infantil (5-6 años)
Notación convencional	0 (0 %)	16 (27.6%)	21 (33.9%)
Notación convencional invertida	13 (100 %)	42 (72.4%)	41 (66.1%)
<i>Total de respuestas</i>	13 (100%)	58 (100)	62 (100%)

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de respuestas convencionales

Aunque se observa una tendencia a disminuir las inversiones con la edad, en los tres cursos el porcentaje de producciones notacionales invertidas fue muy elevado.

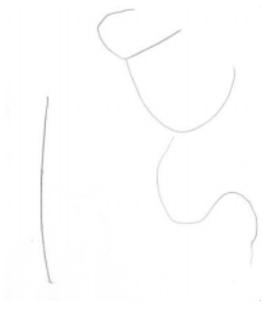
1º de Educación Infantil 1-2-3	2º de Educación Infantil 1-2-3-4-5-6
	
3º de Educación Infantil 1-2-3-4-5-6-7-8-9	
	

Figura 1. Algunos ejemplos de notaciones numéricas convencionales en disposición invertida

CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto que la adquisición de la notación numérica es un proceso que sigue diversos niveles, aunque ello no significa necesariamente que haya una relación lineal entre ellos, ni tampoco que sean niveles totalmente independientes unos de otros (Pérez-Echevarría, Martí y Pozo, 2010). Estos autores consideran que no se puede lograr una comprensión conceptual de los sistemas sin que haya cierto grado de conocimiento del código y la sintaxis, pero el aprendizaje de estos aspectos no es ajeno de los contenidos que les confieren significado. A pesar de que en los trabajos consultados no existe un acuerdo unánime respecto a los estadios de adquisición, a grandes rasgos coinciden en que durante los primeros niveles las notaciones numéricas de los niños son concretas (dibujos, etc.), y progresivamente tienden a partir de una correspondencia uno a uno; en un nivel intermedio tienden a usar notaciones pictóricas (signos diversos como cruces, etc.) en las que se mantiene todavía una correspondencia término a término y, finalmente, se usan ya las notaciones numéricas convencionales.

Los datos encontrados en nuestro estudio han puesto de manifiesto que las respuestas del nivel 1, básicamente dibujos, fueron muy habituales en primero de Educación Infantil, lo cual es lógico ya que en muchos casos se solicitaba una contextualización, en cambio en tercero ningún niño necesitó ya este tipo de ayuda por parte del adulto y, por lo tanto, no usaron dibujos para anotar los números. Consideramos que el hecho de haber contextualizado puede haber influido notablemente en la respuesta de algunos alumnos, que en caso contrario no hubiesen realizado ninguna notación o bien hubieran realizado una notación de nivel 0, es decir, un tipo de representación que no tiene ninguna relación con la cantidad que debe ser representada como ocurre, por ejemplo, en el estudio de Scheuer *et al.* (2000).

Respecto a las respuestas de nivel 2, en el que se usan representaciones pictóricas, el porcentaje de uso fue relativamente escaso en los tres grupos de edad. En un estudio actualmente en curso sobre las concepciones del profesorado en relación a la enseñanza de la notación numérica en las primeras edades, se pone de manifiesto que este hecho es debido a que existe una práctica educativa muy extendida entre el profesorado de las primeras edades que consiste en pasar directamente a la enseñanza de la notación convencional sin considerar otras formas de representación preliminares. Tolchinski y Solé (2009) ponen de manifiesto que esta práctica es debida al carácter estrictamente instrumental que tradicionalmente se ha dado a los sistemas externos de representación. En relación a las respuestas del nivel 3, en el estudio se ha puesto de manifiesto que en primero de Educación Infantil hubo pocas notaciones convencionales, pero se incrementaba considerablemente con la edad y el curso, aunque con un elevado número de inversiones. Algunos trabajos realizados desde la neuropsicología han puesto de manifiesto que esta alteración puede presentarse de forma aislada (sólo con números escritos) o en asociación con letras y palabras (Hecaen, Angelerges y Houllier, 1962). Aunque durante la Educación Infantil estas inversiones no puedan considerarse todavía un trastorno neuropsicológico, el hecho de que los niños de mayor edad y curso sigan realizando inversiones hace pensar que esta etapa educativa probablemente no sea la más óptima para realizar esta tarea, dado que implica una buena coordinación visomanual que muchos de los niños de estas edades parecen no haber adquirido todavía. En este sentido, Berdonneau (2008) afirma que *“la caligrafía de las cifras no es indispensable en educación infantil, y es mejor esperar a la etapa sensible propia de cada niño, es decir, el momento en que está realmente maduro para este aprendizaje, que se realizará de forma más rápida, fácil y segura”* (pág. 295). Desde este punto de

La notación numérica en educación infantil: Un estudio sobre el proceso de adquisición

vista el problema no radica tanto en lo que se hace sino en lo que se deja de hacer al dedicar buena parte del tiempo a copiar, seguir el trazo o dibujar números.

Así, pues, esta tradición pedagógica repercute sobre todo de manera negativa en la alfabetización matemática en las primeras edades, por diversos motivos:

- En primer lugar, porque se propicia que los alumnos aprendan a escribir números sin haber garantizado con antelación su comprensión, cuando en realidad sólo deberían representar simbólicamente aquello que comprenden (Martí, 2003).
- En segundo lugar, porque la representación del código escrito convencional implica habilidad motriz, es decir, los niños y niñas deben aprender la direccionalidad de los símbolos, representarlos en espacios limitados, etc. Este tipo de aprendizaje “consume” mucho tiempo, puesto que los niños y niñas de las primeras edades no tienen la suficiente madurez para realizar este tipo de aprendizaje.
- Y en tercer lugar, porque algunos niños y niñas de las primeras edades tienden a invertir los símbolos que escriben.

Es necesario, pues, seguir realizando nuevos estudios que traten de analizar las concepciones del profesorado entorno a este tema y, sobre todo, indagar sobre las prácticas educativas más adecuadas durante la etapa de Educación Infantil, en la línea apuntada por Salgado y Salinas (2009).

Referencias

- Berdoneau, C. (2008). *Matemáticas activas (2-6 años)*. Barcelona: Editorial Graó.
- Bialystock, E. (1992). Symbolic representation of letters and numbers. *Cognitive Development*, 7, 301-316.
- Brizuela, B.M. y Cayon, G.A. (2010). Anotar números desde pre-escolar hasta segundo grado: el impacto del uso de dos sistemas de representación en la presentación. *Cultura y Educación*, 22(2), 149-167.
- Hecaen, H., Angelerges, R. y Houllier, S. (1962). Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions retrorrolandiques: approche statistique du problème. *Revue Neurologique*, 105, 85-103.
- Lerner, D., Sadovsky, P. y Wolman, S. (1994). El sistema de numeración: un problema didáctico. En P. Parra y I. Sáez (Eds.), *Didáctica de las Matemáticas* (pp. 95-184). Barcelona: Paidós.
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente*. Madrid: Visor.
- Martí, E. y Pozo, J. I. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 11-30.
- Pérez-Echevarría, M.P., Martí, E. y Pozo, J.I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22(2), 133-147.
- Scheuer, N., Sinclair, A., de Rivas, S.M. y Tièche-Christinat, C. (2000). Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 31-50.

- Salgado, M. Y Salinas, M.J. (2009). El número en los libros de texto de Educación Infantil. En M.J. González, M.T. González y J. Murillo (Eds.), *XII Simposio de la SEIEM. Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 487-497). Santander: SEIEM.
- Sinclair, A. (1991). Children's production and comprehension of written numerical representations. En K. Durkin y B. Shire (Eds.), *Language in mathematical education* (pp. 59-68). Buckingham: Open University Press.
- Tolchinsky, L. y Solé, I. (2009). Las condiciones de aprendizaje de la lengua escrita. *Infancia y Aprendizaje*, 32 (2), 131-140.
- Zhang, J. y Norman, D.A. (1995). A representational analysis of numeration systems. *Cognition*, 57, 271-295.