

## Progresos en la diferenciación funcional

Progresos en la diferenciación funcional entre dibujo, escritura y numerales en niños de 4 a  
7 años

Eduardo Martí y Merce Garcia-Mila

Universidad de Barcelona

Eduardo Martí

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación

Facultad de Psicología

Universidad de Barcelona

Passeig de la Vall d'hebron, 171

08035 Barcelona

E-mail: [emarti@ub.edu](mailto:emarti@ub.edu)

## Resumen

El dibujo, la escritura y la notación numérica constituyen medios fundamentales para representar tres tipos diferentes de conocimientos. Aunque los niños son capaces de discriminar el dibujo, la escritura y los numerales muy precozmente (3-4 años), cuando usan estos sistemas producen frecuentemente intercambios funcionales (por ejemplo usan la escritura o el dibujo para representar la cantidad o usan los numerales para identificar objetos). En el presente estudio, un análisis evolutivo muestra que la mayoría de niños de 4 años utiliza el dibujo para representar tanto la identidad como la cantidad de objetos; a los 5 años se empiezan a diferenciar las funciones de cada sistema aunque la combinación en una misma expresión de numerales y escritura es poco frecuente. A los 6 y 7 años aumenta drásticamente el porcentaje de niños que representa de forma diferenciada la identidad de los objetos y su cantidad mediante la escritura y los numerales aunque algunos combinen dibujo, escritura y numerales de forma redundante. Se discuten los aspectos cognitivos de esta diferenciación progresiva.

Palabras clave: funciones notacionales, dibujo, escritura, numerales

Progress in functional differentiation between drawing, writing and numerals in four- to seven- years old children

Abstract

Drawing, writing and numerical notations are important ways to externally represent three basic foundational types of knowledge. Though children discriminate drawing, writing and numerals quite early (3-4 years), when they use these systems, they often make functional exchanges -writing or drawing used to represent quantity and numerals used to identify some objects-. In the present study, a developmental analysis showed that most four-year olds used drawing, while at five children began to use different notational systems although the combination of writing and numerals was not yet a common strategy. At ages six and seven children easily represented qualitative and quantitative information by combining writing and numerals although some still combined numerals, writing and drawing redundantly. Cognitive aspects of this functional differentiation are discussed.

Keywords: notational functions, drawing, writing, numerals

Agradecimientos

El presente estudio se ha realizado gracias a la ayuda del Proyecto SEJ2006-15639-C02/EDUC (Ministerio de Educación y Ciencia) dirigido por Merce Garcia-Mila

Desde edades tempranas, los niños diferencian el dibujo, la escritura y las notaciones numéricas. En tareas de selección, de categorización y de producción, los niños de 4 años son capaces de basarse en las propiedades formales de cada sistema para diferenciar dibujos, escritura y numerales (Brenneman, et al., 1996; Martí, 1999; Saada-Robert y Hoefflin, 2000; Tolchinsky, 2003; Tolchinsky-Landsman y Karmiloff-Smith, 1992).

Pero esta diferenciación no implica que, según el contexto de uso, los elementos gráficos de un sistema puedan utilizarse para representar informaciones normalmente asociadas a otro sistema. Así, aunque la escritura empieza siendo, para los niños, una manera de representar el nombre de las cosas (Ferreiro y Teberosky, 1979; Ferreiro y Vernon, 1992) y por tanto de indicar su identidad, son comunes las situaciones en las que la repetición de letras pueda ser una estrategia para representar la cantidad. También ocurre que la escritura del nombre del número sirva para representar la cantidad de una colección (Alvarado, 2005; Ferreiro, 1990; Tolchinsky, 2003). De igual forma, el dibujo, que es una de las maneras más directas de representar la identidad de las cosas desde los 3 años (Callaghan, 1999), puede también ser una vía para representar la cantidad mediante la repetición de grafías icónicas (Hughes, 1986; Martí, 2005; Sastre y Moreno, 1976; Sinclair, 1988). Los numerales, por su parte, aunque tengan la función de representar la cantidad, también pueden representar la identidad cuando son usados para identificar objetos (por ejemplo, un teléfono, un autobús, una casa, etc.) (Sinclair, 1991).

Estos datos señalan la existencia de numerosas “transgresiones funcionales” entre sistemas notacionales. La falta de correspondencia entre sistemas de notación y dominios de conocimiento plantea una cuestión de interés teórico. En efecto, uno de los argumentos propuestos para explicar la precoz diferenciación entre sistemas de representación es que cada uno de ellos se adquiere siguiendo las restricciones de dominio propias de cada sistema (objetos para el dibujo, palabras para la escritura y cantidades para los numerales);

estas restricciones operarían desde los inicios y guiarían cada adquisición (Brenneman et al., 1996; Tolchinsky-Landsmann y Karmiloff-Smith, 1992). Sin embargo, otros investigadores, en base a resultados obtenidos con niños menores de 4 años, proponen que, en una primera fase (antes de los 3 años), los niños no diferencian dibujo y escritura. Según ellos, la diferenciación entre ambos sistemas se hace, pues, en una segunda fase (y no desde el principio) (Levin y Bus, 2003). En esta primera fase, tanto los dibujos como la escritura son, para los niños, formas gráficas con las mismas características, lo que cuestiona la explicación de dominio específico. En la lógica de esta controversia, la existencia de las transgresiones funcionales constituiría otro dato que cuestiona la hipótesis de dominio específico. En efecto, el hecho de que un dominio de conocimiento (por ejemplo la cantidad) pueda ser representado por formas gráficas vinculadas a otro sistema (por ejemplo el dibujo) indica que las restricciones de dominio no son las únicas responsables de la adquisición de los sistemas de representación.

De hecho, la falta de correspondencia entre dominios de conocimiento y sistemas de representación se ve claramente con la representación de la cantidad. Antes de que los sistemas convencionales y arbitrarios (escritura y numerales) no hayan adquirido unas funciones representativas claramente diferenciadas (escritura para nombrar y por tanto identificar, numerales para la cantidad), aparecen soluciones gráficas mediante las cuales la cantidad se representa de modo iterativo (1).

En efecto, estudios sobre los inicios de la adquisición del sistema numérico en niños de edad preescolar nos indican la importancia del paso de representaciones aditivas de la cantidad basadas en el principio de correspondencia uno a uno, a representaciones en las que la cantidad y la identidad se representan mediante signos pertenecientes a dos sistemas diferentes, el de la notación numérica y el de la escritura (Byalystok y Codd, 1996; El Bouazzaoui, 1982; Hughes, 1986; Martí, 2005; Sastre y Moreno, 1976; Sinclair;

1988). En base a estos trabajos se pueden distinguir cinco estrategias notacionales. La primera, denominada idiosincrásica por Hughes (1986) o global (Sinclair, 1988; Sastre y Moreno, 1976; Byalistok y Codd, 1996) corresponde a soluciones en la que no hay ninguna correspondencia entre las producciones gráficas y la identidad o cantidad de elementos de la colección. Es una estrategia presente en los niños más pequeños (de 3 y 4 años). La segunda y la tercera estrategia corresponden a una solución aditiva (o también denominada analógica o iterativa). Mientras que en la primera estrategia los elementos gráficos repetidos conservan los rasgos físicos de los elementos representados mediante el dibujo, en el segundo caso las marcas repetidas son arbitrarias (palos, círculos, letras, numerales, etc.). La cuarta estrategia corresponde a la representación de la cantidad utilizando numerales de forma convencional, es decir un numeral (de uno o varios dígitos) representa una cantidad. Por fin, la última estrategia combina, en la misma expresión gráfica, la representación de la cantidad expresada mediante un numeral y la representación de la identidad expresada mediante la escritura del nombre del objeto (Martí, 2005).

Sería tentador otorgar a esta secuencia un significado evolutivo general, como si se tratase de etapas cognitivas de complejidad creciente. Sin embargo, un conjunto de estudios muestran que las restricciones de la tarea, es decir, las condiciones de uso de la notación determinadas por la consigna (para recordar, para comunicar, sólo para representar), la manera de presentar las informaciones que han de ser anotadas (espacio restringido, conteo antes de representar, estímulos presentados en forma de tarjeta con dibujos repetidos, o estímulos verbales), el contexto de la demanda (fiesta de cumpleaños, lista de supermercado, juego de tarjetas, juego de cajas, etc.), pueden ser tan decisivas como la edad para que aparezca una u otra de estas estrategias. La aparición de un tipo u otro de estrategias parece depender no sólo de la edad (como lo sugieren los estudios de Bialystok y Codd, 1996; Hughes, 1986; Martí, 2005; Sinclair, 1988), sino también de las

restricciones de la tarea (Alvarado, 2005; Klein, Teubal y Ninio, 2008; Martí, Garcia-Mila y Teberosky, 2005; Tolchinsky-Landsman y Karmiloff-Smith, 1993). La naturaleza comunicativa de la tarea (en contraposición a tareas en las que la demanda no incluye la necesidad de recuperar el significado de lo anotado) parece favorecer soluciones más explícitas en las que se utiliza en mayor proporción las soluciones iterativas (El Bouazzaoui, 1982; Martí, Garcia-Mila y Teberosky, 2005; Tolchinsky-Landsman y Karmiloff-Smith, 1993), y un descenso en la proporción de notaciones arbitrarias. Por el contrario, la reducción del espacio gráfico así como la manera de presentar la información (enumeración verbal de las informaciones y conteo de los elementos en contraposición a una presentación de los objetos sin descripción por parte del experimentador) parece conducir a un aumento de soluciones en las que se utilizan la escritura y los numerales y su combinación, y a una desaparición de las soluciones iterativas (Alvarado, 2005).

El objetivo principal del presente estudio es analizar la correspondencia entre sistemas de representación y dominios de conocimiento, es decir, analizar el proceso de diferenciación funcional entre dibujo, letras y numerales. El estudio se diseñó con el objetivo de aclarar el papel de las restricciones de la tarea y de la edad en el tipo de estrategias notacionales producidas por los niños cuando tenían que anotar informaciones cualitativas y cuantitativas. En base a los resultados que acabamos de presentar, optamos por una tarea en la que: a) no aparecen restricciones de naturaleza comunicativa, b) la consigna de notación se refiere a la globalidad de la colección (que contiene informaciones cualitativas y cuantitativas) pero sin explicitar la idea de identidad ni de cantidad; c) el espacio gráfico es reducido; d) las informaciones a anotar son enumeradas por el experimentador y luego controladas por los niños. Estas condiciones de la tarea, en base a los estudios realizados y que hemos citado, deberían minimizar las notaciones iterativas y

las notaciones que utilizan el dibujo y deberían favorecer notaciones en la que se utilizan letras y numerales combinados para representar la identidad y la cantidad de los objetos. Nuestra hipótesis es que estas tendencias dependerán de la edad, estando más presentes en niños de 6 y 7 años que en niños de 4 y 5 años, tal como lo apuntan otro conjunto de estudios (Bialystok y Codd, 1996; Hughes, 1986; Martí, 2005; Sinclair, 1988).

Además, nuestro estudio pretende estudiar tres aspectos de las notaciones raras veces abordados de forma conjunta: la adecuación (el grado en el que la notación representa con exactitud las informaciones cualitativas y cuantitativas del referente), el contenido (qué aspectos del referente son representados en la notación) y la forma (los sistemas de notación elegidos). Basándonos en los estudios de Bialystok y Codd (1996), de Hughes (1986) suponemos que el uso de escritura y de numerales convencionales permitirá a los niños representar con mayor exactitud las informaciones del referente que el uso de notaciones en las que aparece el dibujo.

Finalmente, otra particularidad de nuestro estudio es la naturaleza de la consigna. La gran mayoría de estudios que hemos citado emplean consignas que explicitan lo que el niño ha de representar (“marca cuantos objetos hay”; “marca qué objetos hay y cuantos hay de cada”; “marca la edad”, “marca qué producto de la compra es y cuál es su precio”). En nuestro estudio, empleamos una consigna general (“marca con el lápiz todo lo que hay en la caja”) para permitir que los niños tuvieran la opción de seleccionar las informaciones que creían más pertinentes para representar el contenido de la caja (informaciones cualitativas o cuantitativas). Basándonos en un estudio anterior (Martí, Garcia-Mila y Teberosky, 2005), suponemos que los niños más pequeños (4 y 5 años) priorizarán las informaciones cualitativas en sus representaciones y por tanto que la cantidad será un aspecto menos representado en sus notaciones. Por último, en el presente estudio

ampliamos la edad de los niños (de 4 a 7 años) para apreciar mejor cómo evolucionan las estrategias en los niños mayores.

## MÉTODO

### Participantes

194 niños pertenecientes a una Escuela Pública de la ciudad de Barcelona de origen socio-económico medio-alto participaron en el estudio. En base a la agrupación por clases de los niños, se distinguieron 4 grupos de edad. Cada grupo estuvo formado por dos clases enteras de P4, P5, 1º de Primaria y 2º de Primaria (ver Tabla 1).

Aquí Tabla 1

### Material

Cajas de cartón de 3 colores diferentes y bolsas de plástico con diferentes objetos: 15 caramelos, 10 fichas blancas, 10 fichas negras, 15 botones, 10 pipas de girasol, 1 Pitufo bromista, 1 papá Pitufo; *post-it* amarillos (12,5 cm x 7,5 cm) y lápices.

### Procedimiento

En cada una de las clases y con todos los niños presentes, se repartieron para cada niño tres cajas de colores diferentes y una bolsa que contenía el material. Cada niño tenía encima de la mesa, delante de él, las tres cajas y el contenido del material. El experimentador pidió a los niños que escuchasen bien porque iba a decir lo que tendrían que poner en la caja roja (caja A) (nota 1): “vuit caramels” (se dejaba un momento para que los niños contasen y pusiesen 8 caramelos en la caja roja), “vuit fitxes blanques” (se dejaba un momento para que los niños contasen y pusieran en la caja 8 fichas blancas), “nou butons” (se dejaba un momento para que los niños contasen y pusieran en la caja 9 botones) y “el Barrufet

bromista” (se dejaba un momento para que los niños pusiesen el Pitufito bromista en la caja). Una vez que todos los niños habían llenado la caja con los objetos enunciados, se les repartió un *post-it* y un lápiz, diciéndoles que ésta sería la etiqueta de la caja roja. Primero se les pidió que en el envés del *post-it* escribiesen su nombre y su edad. Cuando finalizaron, se les pidió que mirasen bien el contenido de la caja y se les dijo “posa en el paper tot lo que hi ha en la capsa vermella, ho marques amb el llàpis” (pon en el papel todo lo que hay en la caja roja, lo marcas con el lápiz). Cada niño anotaba en su *post-it* el contenido de su caja. Se dejaba a los niños manipular el material si lo deseaban. Cuando acabaron de anotar se recogieron todos los *post-it*. Se utilizó el mismo procedimiento con la caja amarilla (caja B) cuyo contenido fue: 5 caramelos, 8 fichas negras, 9 pipas y el papá Pitufito. Para la caja azul se les dijo de no poner nada (caja vacía) pero se les pidió también una notación. La tarea duró unos 35 minutos aproximadamente.

## RESULTADOS

El análisis que sigue se centra en las notaciones de la primera caja (A). Las notaciones de la segunda caja (B) son comparables a los de la caja A y no se han incluido en el análisis. Las notaciones de la caja vacía no se contemplan en este estudio pues plantean un conjunto diferente de cuestiones relacionadas con la representación de la ausencia (ver Ferreiro, 1999; Garcia-Milà, Martí y Teberosky, 2000; y Martí, 2008, para cuestiones relativas a la representación de la ausencia).

Aunque a veces de forma incompleta y con errores, todos los niños consiguieron escribir en el envés del *pos-it* su nombre y su edad, utilizando letras para el nombre y numerales para la edad. Esto indica que todos los niños poseían un conocimiento básico de cómo representar su nombre mediante la escritura y su edad con un numeral convencional. Todos los niños entendieron la consigna y produjeron algún tipo de notación para

representar el contenido de las cajas. Se analizaron las notaciones teniendo en cuenta tres dimensiones: la adecuación notacional, el contenido notacional y la forma notacional.

#### Adecuación notacional

Siguiendo los mismos criterios que en el estudio de Martí, Garcia-Mila y Teberosky (2005), se clasificaron las notaciones en “adecuadas” e “inadecuadas” en relación a la exactitud de las informaciones representadas. Se clasificaron las notaciones en “adecuadas en relación a la identidad” si la notación representaba la identidad de los 4 objetos (caramelos, fichas, botones y Pitufo). Se consideraron adecuadas tanto aquellas notaciones que señalaban las características diferenciales de las fichas blancas (indicando que eran blancas) y del Pitufo bromista (indicando que era el Pitufo bromista) como aquellas que de manera más genérica indicaban la presencia de fichas y de un Pitufo. Se clasificaron las notaciones como “adecuadas en relación con la cantidad” aquellas notaciones que representaban las tres cantidades de las colecciones (8, 8 y 9). Se aceptaron como adecuadas tanto la representación exacta de las tres cantidades como las aproximaciones con un error de  $\pm 2$ . Se contabilizaron también las notaciones que eran adecuadas a la vez para la identidad y la cantidad. En la Figura 1 se incluye un ejemplo de cada categoría de notaciones.

Aquí Figuras 1A, 1B y 1C

La clasificación de las notaciones según el criterio de adecuación fue codificado por dos jueces y el porcentaje de acuerdo en la doble codificación de la mitad de las producciones fue del 99%. Los desacuerdos en la codificación fueron resueltos tras llegar a un acuerdo. En la Tabla 2 se presentan los resultados de este análisis.

## Aquí Tabla 2

El test de Kruskal-Wallis indica diferencias significativas de la adecuación de las notaciones en función de la edad tanto para la identidad ( $\chi^2(3) = 23.2$ ;  $p = .001$ ) como para la cantidad ( $\chi^2(3) = 94.5$ ;  $p = .001$ ). Los datos indican que estas diferencias aparecen sobre todo entre 4 y 5 años (para la identidad y la cantidad) y entre 5 y 6 años (para la cantidad principalmente). Los datos muestran también que a los 4 y 5 años la representación de la identidad es más adecuada que la de la cantidad. A los 6 y 7 años más del 75% de los niños consiguen producir notaciones adecuadas para representar la identidad y la cantidad.

## Contenido notacional

El segundo análisis se refiere al tipo de información representada en la notación. Se distinguieron cuatro categorías: “no referencial”, “sólo identidad”, “sólo cantidad” e “identidad y cantidad”. Se consideraron “no referenciales” aquellas notaciones que no incluían ningún aspecto cualitativo o cuantitativo de los objetos contenidos en la caja. El dibujar objetos no presentes en el material (una casa, una flor, etc.) fue la única estrategia de notación no referencial. Aquellas notaciones que incluían únicamente aspectos ligados a la identidad de los objetos se clasificaron en el segundo grupo. El dibujo (no repetido) de uno o varios objetos, o la escritura del nombre (sin el empleo del plural) de todos o algunos de los objetos fueron los dos casos que se presentaron en nuestra muestra. La tercera categoría estuvo compuesta por notaciones que sólo incluían informaciones cuantitativas. Los casos que se observaron fueron notaciones que contenían uno o varios numerales. No se observó ningún caso en el que un signo gráfico diferente de un numeral o del dibujo de uno de los elementos se repitiese varias veces para significar la cantidad. La última

categoría corresponde a todas aquellas notaciones que incluyen tanto aspectos cualitativos que permiten identificar a los objetos como aspectos cuantitativos que permiten representar la cantidad. En esta categoría de notaciones, los aspectos relacionados con la identidad, como veremos en el próximo análisis, se representaron mediante el dibujo o el nombre de los objetos. Las informaciones cuantitativas se representaron mediante la repetición del mismo dibujo (como mínimo dos veces), mediante el empleo del plural en el nombre escrito del objeto o bien mediante el empleo de numerales. En la Figura 2 aparecen ejemplos de estas diferentes notaciones.

Aquí Figuras 2A, 2B, 2C, 2D

La clasificación de las notaciones según el criterio del contenido notacional fue codificado por dos jueces y el porcentaje de acuerdo fue del 99%. Los desacuerdos en la codificación fueron resueltos tras llegar a un acuerdo. En la Tabla 2 se presentan los resultados.

Aquí Tabla 3

Con el fin de poder analizar estadísticamente estos datos se constituyeron dos categorías: la primera (agrupando las notaciones no referenciales, sólo identidad y sólo cantidad) correspondía a las notaciones incompletas en cuanto al contenido notacional; la segunda correspondía a las notaciones completas en las que se representaba tanto la identidad de los objetos como su cantidad. La distribución de notaciones según esta categorización fue significativamente diferente en función de la edad ( $\chi^2(3)$  de Pearson = 61.8;  $p = .001$ ). Tal y como muestran los datos de la Tabla 3, la diferencia se encuentra entre los niños de 4 años y el resto. Sólo un 27% de las notaciones de los niños de 4 años representa

conjuntamente la identidad y la cantidad. Este porcentaje aumenta significativamente desde los 5 años. Cabe señalar que a los 4 años, el 50% de las notaciones representan tan sólo la identidad. Es también significativa la poca presencia de notaciones no referenciales a todas las edades.

#### Forma notacional

El tercer criterio de análisis concierne los sistemas de representación empleados en las notaciones. Los tres sistemas de notación que aparecieron de forma aislada o combinada fueron el dibujo (D), la escritura (E) y los numerales (N). Las notaciones se clasificaron en 7 categorías:

D: notaciones en las que se utilizó exclusivamente el dibujo

N: notaciones en las que se utilizó exclusivamente los numerales

D+E: notaciones en las que se combinaron dibujo y escritura

D+N: notaciones en las que se combinaron dibujo y numerales

E+N: notaciones en las que se combinaron escritura y numerales

D+E+N: notaciones en las que se combinaron dibujo, escritura y numerales

En la Figura 3 se ilustran algunas de estas notaciones.

Aquí Figura 3A, 3B, 3C

La clasificación de las notaciones según el criterio de la forma notacional fue codificado por dos jueces y el porcentaje de acuerdo fue del 100%. Los desacuerdos en la codificación fueron resueltos tras llegar a un acuerdo. En la Tabla 4 se presentan los resultados.

## Aquí Tabla 4

Con el fin de llevar a cabo un análisis estadístico se constituyeron dos categorías de notaciones. La primera (agrupando las notaciones que usaron el dibujo, la escritura o los numerales aisladamente) corresponden a notaciones que usan un solo sistema notacional. La segunda categoría (agrupando las demás notaciones) corresponden a notaciones que combinan dos o más sistemas. La distribución de notaciones de estas dos categorías fue significativamente diferente según la edad ( $\chi^2$  (3) de Pearson = 79.1;  $p = .001$ ). Basándonos en los datos de la Tabla 3, se puede observar que a los 4 años, sólo un 9% de niños usa más de un sistema en sus notaciones. La mayoría (72% emplean el dibujo). A los 5 años el número de niños que combinan dos o más sistemas en sus notaciones aumenta (55%), pero casi la mitad (45%) produce notaciones con un solo sistema. A los 6 y 7 años, más del 80% de niños produce notaciones en las que se combinan dos o más sistemas. El dibujo (solo o combinado) disminuye claramente a los 6 y 7 años. Es interesante señalar que a los 7 un 23% de las notaciones incluye los tres sistemas (dibujo del objeto, el nombre correspondiente y el numeral).

Con el objeto de observar las relaciones que existen entre estas tres dimensiones mostramos en el Anexo 1 la distribución de notaciones según la adecuación, el contenido y la forma, para cada grupo de edad. Este análisis nos permite apreciar cómo se distribuyen las notaciones teniendo en cuenta las tres dimensiones. La dispersión de datos no permite un análisis estadístico, pero aparecen algunas tendencias interesantes: 1) Las notaciones adecuadas, en su gran mayoría (75%), son aquellas que utilizan una combinación de numerales y escritura; recíprocamente, las notaciones que combinan estos dos sistemas en su gran mayoría (79%) son adecuadas. 2) A los 4 años, la tendencia es representar un solo

tipo de contenido (66% de los casos); a esta edad dominan las notaciones que representan tan sólo la identidad de los objetos (48%). 3) El dibujo es una estrategia presente a todas las edades: a los 4 años (73%), a los 5 años (30%), a los 6 años (15%) y a los 7 años (38%). A los 4 años, las soluciones iterativas (repetición de un mismo dibujo) son las más comunes para representar la cantidad; a los 5 años aparecen otras estrategias como la de escribir el nombre del objeto en plural o de combinar dibujo y escritura, o escritura y numerales. 4) Aunque la tendencia con la edad es que aumenten las notaciones que combinan la escritura (nombre del objeto) y los numerales (cantidad de objetos), hay que señalar que a los 5, 6 y 7 años algunas notaciones combinan el dibujo con los numerales. Es también interesante que a los 5, 6 y sobre todo 7 años, aparezcan soluciones en las que el dibujo y la escritura aparecen combinados junto a los numerales.

## DISCUSIÓN

La adquisición inicial de sistemas externos de representación como el dibujo, la escritura o los numerales plantea dos principales retos a los niños: el conocimiento de sus propiedades formales y el conocimiento de sus funciones. Aunque el dominio completo de la escritura y los numerales es tardío (en algunos aspectos hay que esperar el final de la escolarización obligatoria), los niños aprenden pronto a usar el dibujo, la escritura o los numerales para representar de forma adecuada diferentes aspectos de la realidad. Lo que no está tan claro es si el dibujo, la escritura y los numerales constituyen tres modos bien diferenciados de representación en los primeros momentos de adquisición (4-7 años). Todo parece indicar que en las primeras etapas de adquisición, el uso de uno u otro sistema es muy sensible al contexto, no tanto, pensamos, porque los niños son buenos estrategas que adaptan sus soluciones a las demandas de la tarea, sino más bien porque la función representativa de

estos sistemas todavía no está completamente afianzada y algunos usos resultan cognitivamente más costosos que otros.

Para clarificar esta cuestión, se diseñó el presente estudio. En base a estudios anteriores, se creó una tarea que favoreciese el uso de notaciones convencionales en detrimento del dibujo (espacio gráfico reducido; enumeración de los objetos que se habían de representar; consigna que no exigía una utilización posterior de las notaciones y que sólo pedía una representación de los objetos). La tarea planteaba el reto de anotar tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. El triple análisis de las notaciones que hemos propuesto en este estudio (adecuación, contenido rotacional y forma notacional) conduce a un conjunto de resultados novedosos relativos a las funciones representativas de los sistemas de representación.

A pesar de optar por una tarea que debía favorecer las soluciones arbitrarias en detrimento del uso del dibujo, en todos los grupos de edad aparece un número considerable de soluciones figurativas. Pero dependiendo de la edad, el uso del dibujo tiene un significado diferente. Los niños de 4 años utilizan el dibujo solo, sin combinarlo con otros sistemas. Para muchos de ellos, es la manera de mostrar qué objetos hay en la caja. En este caso se centran en la identidad en detrimento de la cantidad. Es interesante señalar que este tipo de representación está muy alejada de la copia: los niños no copian siempre todos los objetos que ven en la caja, sino que seleccionan alguno de los objetos o muestran un representante de cada tipo. Aunque sea de naturaleza figurativa, se trata pues de una representación esquemática.

Otros niños de 4 años representan tanto la identidad como la cantidad repitiendo varias veces el mismo dibujo. Estas soluciones iterativas, comunes en muchos trabajos anteriores (Byalystok y Codd, 1996; El Bouazzaoui, 1982; Hughes, 1986; Martí, 2005; Sastre y Moreno, 1976; Sinclair; 1988), son interesantes por varias razones. Por un lado,

ninguna conduce a una notación exacta en cuanto a la representación de la cantidad de objetos. Esta falta de precisión contrasta con el hecho de que el niño acaba de contar los objetos con precisión y sabe cuántos hay de cada categoría. Pero cuando realiza su representación gráfica no plasma con precisión la cantidad, y muchas veces se contenta con representar una idea global de cantidad, por ejemplo repitiendo dos veces el dibujo de un mismo objeto para indicar la idea de pluralidad. Por otro lado, las soluciones iterativas tienen la particularidad de no diferenciar gráficamente las informaciones cualitativas y las cuantitativas. La repetición de un mismo dibujo sirve para informar a la vez del “qué” y del “cuántos”. Como ilustra claramente Olson (1994, p. 73), se opta por la solución “sheep, sheep, sheep” en vez de la solución “3 sheep” o “three sheep”. Es una solución presente en las primeras etapas de la construcción histórica de los sistemas numéricos (Guitel, 1975; Ifraqh, 1981; Scmandt-Besserat, 1987), anterior a la invención de un tipo de signos para representar la identidad de los objetos y otro tipo de signos especializados para la cantidad. Es obvio que los niños no tienen que inventar nada, pues disponen del sistema de escritura y del sistema numérico para su uso. Lo interesante es que en los primeros momentos, aunque sepan utilizar ambos en contextos muy concretos (saben por ejemplo escribir su nombre y utilizan un numeral para representar su edad), no lo hacen cuando han de seleccionar un conjunto complejo de informaciones (representar gráficamente varios objetos). Pensamos que la diferenciación de ambos tipos de información (cualitativa y cuantitativa) y su integración en una misma expresión gráfica es cognitivamente compleja. Sólo 3 niños de 4 años (de un total de 44) proponen notaciones combinando signos de sistemas diferentes. La mayoría (33), como hemos indicado, utiliza el dibujo (único o reiterado) y unos pocos (7 niños) utilizan numerales.

A los 5 años el uso del dibujo se diversifica. Se utiliza a) como sistema único para representar la identidad, b) para representar la cantidad mediante estrategias aditivas, c)

pero también combinado con numerales y con escritura. La gran diferencia con los niños de 4 años es que se diversifican las estrategias para representar con signos diferentes la identidad y la cantidad, aunque la combinación de escritura y numerales todavía no es la vía preferida. Un 27% de los niños combinan numerales y escritura en sus notaciones, pero el resto utiliza una gama variada de estrategias entre las que destacan el uso del dibujo, ya sea solo o combinando con la escritura y/o los numerales. El dibujo (y no la escritura) sigue siendo la estrategia preferida para indicar la identidad de los objetos. Es interesante señalar que los dos modos de representar la identidad (escribir el nombre del objeto y dibujarlo) coexisten en algunas notaciones. 4 niños combinan escritura y dibujo y 3 niños (de un total de 49) combinan dibujo, escritura y numerales. Estos datos, aunque minoritarios, muestran que la escritura, a esta edad, todavía no ha desbancado totalmente al dibujo como medio de representación de la identidad de los objetos.

A los 6 y 7 años, la estrategia dominante es la combinación de signos diferenciados arbitrarios (numerales y escritura). Aumentan de forma espectacular las notaciones que consiguen representar con exactitud tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos (0% a los 4 años, 35% a los 5 años, 81% a los 6 años y 75% a los 7 años). El aumento de la utilización de signos arbitrarios se acompaña, pues, de un aumento en la exactitud de las notaciones. Tal y como sostienen Bialystock y Codd (1996), la utilización de signos arbitrarios se acompaña con una exactitud en la representación de la cantidad. Igual ocurre con la exactitud en la representación de la identidad aunque las diferencias no son tan grandes antes y después de los 6 años como resulta para la cantidad (ver Tabla 2).

Por todas estas razones, los 6 años significan un cambio representacional claro. Este resultado concuerda con el estudio de Adi-Japha y Freeman (2001) que muestra que a los 6 años aparece una diferenciación clara en la utilización del dibujo y de los sistemas arbitrarios. Según estos autores, a esta edad aparece una tendencia que inhibe la

producción del dibujo (“script-drawing suppression”) frente a la producción de escritura (“writing-specific route”) en un contexto de notación. Seguramente esta diferenciación y la consiguiente aparición de la elección de sistemas arbitrarios está ligada a las prácticas de escritura presente en la escuela. Pero lo interesante es que este cambio supone al mismo tiempo un afianzamiento de las funciones específicas de cada sistema (escritura para representar la identidad a través del nombre, numerales para representar la identidad y dibujo para representar la identidad reproduciendo aspectos figurativos).

Hay que señalar que, a pesar de esta utilización de signos arbitrarios, el dibujo se sigue utilizando junto con la escritura para representar la identidad de los objetos más allá de los 6 años (12% a los 6 años y 31% a los 7 años). En estos casos los dos tipos de representación son redundantes pues representan, ambos, la identidad de los objetos. Lo que ocurre es que lo hacen desde dos perspectivas diferentes: la escritura sirve para representar el nombre del objeto y el dibujo sus características figurativas. Todo parece indicar que aunque los niños hayan entendido las funciones representativas de cada sistema, pueden seguir utilizando los tres sistemas de forma combinada mostrando su complementariedad.

Si nos detenemos en la progresiva aparición de la escritura y los numerales, cabe señalar la anterioridad del uso de numerales comparado con el uso de la escritura, resultado que concuerda con los obtenidos por Tolchinsky-Landsmany Karmiloff-Smith, 1993 y por Klein, Teubal, y Ninio (2009). A los 4 años, las notaciones que utilizan numerales es del 23% y las que utilizan la escritura son el 11%. Con la edad, las diferencias se reducen pero la tendencia, en términos globales, es una mayor utilización de numerales que de escritura. Esta diferencia probablemente se explica por las características y funciones diferenciales de ambos sistemas. Los numerales constituyen un sistema ideográfico, mientras que la escritura es un sistema fundamentalmente alfabético (Ferreiro, 1997). Mientras que el

primero representa de una manera precisa la cantidad numérica, el segundo representa el lenguaje, que a su vez puede representar cualquier tipo de información (incluso la numérica, como lo muestran los 6 niños de 5 años que escriben el nombre del número para representar la cantidad en vez de usar numerales). Desde esta perspectiva, los numerales tienen un dominio de representación mejor definido que la escritura, lo que puede explicar que su función representativa esté más rápidamente especializada que la de la escritura.

Estos datos, en su conjunto, señalan que uno de los retos fundamentales del uso precoz de los sistemas externos de representación es entender que cada sistema tiene un dominio particular de representación. La comprensión de la especificidad funcional de los sistemas de representación (que en el presente estudio se manifiesta por la producción adecuada de notaciones según el contenido representacional) constituye un progreso en la adquisición de los sistemas de representación. A juzgar por los resultados del presente estudio, este progreso es lento y se realiza entre los 4 y los 7 años. Esto no significa que a estas edades los niños confundan letras, números y dibujos. Como ya hemos indicado en la introducción, numerosos trabajos dan fe que una cierta diferenciación entre sistemas, en base a las propiedades formales de unos y otros, está presente desde los 4 años (Brenneman et al., 1996; Tolchinsky-Landsmann y Karmiloff-Smith, 1992). Lo que nuestro estudio aporta de nuevo es que la correspondencia entre sistemas de representación (dibujo, escritura y numerales) y dominios (objetos, palabras y cantidades) es una conquista más tardía. En este sentido, nuestros resultados ponen en cuestión la hipótesis de que dicha diferenciación entre sistemas reposa en las restricciones de dominio específico, tal y como apuntan algunas investigaciones más recientes (Levin y Bus, 2003; Yamagata, 2007). En efecto, las numerosas transgresiones funcionales que ocurren a los 4 y 5 años son difíciles de explicar desde la perspectiva de dominio específico. Recordemos que según esta perspectiva, la adquisición de los diferentes sistemas de representación vendría guiada por

restricciones **propias al dominio** representativo de cada sistema (objetos para el dibujo, palabras para la escritura y número para los numerales). Si fuese así, no se entiende cómo en edades tan avanzadas como los 4 y 5 años, los niños puedan utilizar formas gráficas de un sistema (por ejemplo el dibujo) para representar informaciones relativas a otro dominio de conocimiento (por ejemplo, el número). Esta versatilidad en la representación de diferentes informaciones está más acorde con la hipótesis de un núcleo común de formas gráficas (válidos para dibujar, escribir el nombre de los objetos o anotar la cantidad) que se iría diferenciando de forma progresiva. Sería necesario realizar otros estudios para explicar los mecanismos que permiten esta progresiva diferenciación funcional. Lo que queda claro es que la comprensión de la especificidad funcional de los sistemas de representación permite que los niños realicen formas de notación mucho más precisas y, sobre todo, hace posible que se puedan combinar sistemas arbitrarios diferentes (escritura y numerales) para representar tanto los aspectos cualitativos (qué objetos) como cuantitativos (cuántos objetos) de la realidad.

Referencias

- Adi-Japha, E., y Freeman, N. H. (2001). Development of differentiation between writing and drawing systems. *Developmental Psychology*, 37(1), 101-114.
- Alvarado, M. (2005). La representación gráfica de cantidades discretas. En M. Alvarado y B. Brizuela (Eds.), *Haciendo números. Las notaciones numéricas vistas desde la psicología, la didáctica y la historia* (pp. 81-108). Buenos Aires: Paidós.
- Bialystok, E. y Codd, J. (1996). Developing representations of quantity. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 28 (4), 281-291.
- Brenneman, K., Massey, C., Machado, S. F., y Gelman, R. (1996). Young children's plans differ for writing and drawing. *Cognitive Development*, 11, 397-419.
- Callghan, T. C. (1999). Early understanding and production of graphic symbols. *Child Development*, 70 (6), 1314-1324.
- El Bouazzaoui, (1982). *Études de situations scolaires Des premiers enseignements du nombre et la numération. Relations entre divers caractères de ces situations et le sens de la compréhension de l'apprentissage de ces notions*. Tesis de doctorado, Faculté de Psychologie et des. Sciences de l'Éducation de l'Université de Bordeaux I.

Ferreiro, E. (1990). La representación escrita de la pluralidad, la ausencia y la falsedad, *Proceso de alfabetización, la alfabetización en proceso*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Ferreiro, E. (1997). What does it mean to study children's theories about the writing system? *Integrating research and practice*, Seminar at London University.

Ferreiro, E. y Teberosky, A. (1979). *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño*. México: Siglo XXI.

Ferreiro, A. y Vernon, S. (1992). La distinción palabra/nombre en niños de 4 y 5 años. *Infancia y Aprendizaje*, 58, 15-28.

García-Milà, M., Martí, E. y Teberosky, A. (2000). Anotar para resolver una tarea de localización y memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 51-70.

Guitel, G. (1975). *Histoire comparée des numérations écrites*. París: Flammarion.

Goddy, J. (1993). *The interface between the written and the oral*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Harris, R. (1986). *The origins of writing*. London: Duckworth.

Hughes, M. (1986). *Children and numbers difficulties in learning mathematics*. Oxford, England: Basil Blackwell.

Ifrah, G. (1981). *Histoire universelle des chiffres*. Paris: Robert Lafont.

Klein, E., Teubal, E. y Ninio, A. (2008). Young children developing ability to produce notations in different domains – drawing, writing and numerical. En C. Andersen, N. Scheuer, M.P. Pérez-Echeverría, y E. Teubal (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge* (pp.39-58). Rotterdam: Sense Publishers.

Levin, I. y Bus, A. G. (2003). How is emergent writing based on drawing? Analyses of children's products and their sorting by children and mothers. *Developmental Psychology*, 39 (5), 891-905.

Martí, E. (1999). “Esto no es un dibujo”. Las primeras distinciones sobre sistemas notacionales. En J. I. Pozo y C. Monereo (eds.), *El aprendizaje estratégico* (pp. 239-250). Madrid: Aula XXI/Santillana.

Martí, E. (2005). *Representar el mundo externamente. La adquisición infantil de los sistemas externos de representación*. Madrid: A. Machado.

Martí, E. (2008). Tables as cognitive tools. En C. Andersen , N. Scheuer, M.P. Pérez Echeverría y E.Teubal (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge* (00. 133-148). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Martí, E., Garcia-Mila, M. y Teberosky, A. (2005). Notational strategies for problem solving in 5- to 7-year-olds. *European Journal of Developmental Psychology*, 2(4), 364-384.

Olson, D. R. (1994). *The world on paper*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Saada-Robert, M., y Hoefflin, G. (2000). Image et texte: conceptions d'enfants de quatre ans. *Archives de Psychologie*, 68, 83-98.

Sastre, G. y Moreno, M. (1976). Représentation graphique de la quantité. *Bulletin de Psychologie*, 30, 346-355.

Scmandt-Besserat, (1986). Tokens: Facts and interpretation. *Visible Language*, 20(3), 250-272.

Scmandt-Besserat, (1987). *Oneness, twoness, threeness: How ancient accountants invented numbers*. New York: New York University Press.

Scmandt-Besserat ( 1992). *Before writing*. Austin: Universitu of Texas Press.

Sinclair; A. (1988). La notation numérique chez l'enfant. En H. Sinclair (Ed.), *La production de notations chez le jeune enfant. Langage, nombre, rythmes et mélodies* (pp. 71-97). Paris: Presses Universitaires de France

Sinclair, A. (1991). Children's production and comprensión of griten numerical representations. En K. Durkin y B. Shire (eds.), *Language in mathematical education* (pp. 59-68). Buckingham, England: Open University Press.

Tolchinsky, L. (2003,). *The cradle of culture and what children know about writing and numbers before being taught*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Tolchinsky-Landsman, L. y Karmiloff-Smith, A. (1992). Children's understanding of notations as domains of knowledge versus referential-communicative tools. *Cognitive Development*, 7, 287-300.

Tolchinsky-Landsman, L. y Karmiloff-Smith, A. (1993). Las restricciones del conocimiento notacional. *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 19-51.

Yamagata, K. (2007). Differential emergente of representacional Systems: Drawings, letters, and numerals. *Cognitive Development*, 22, 244-257.

Notas

- (1) Un momento importante, señalado por los estudios históricos de la escritura y la notación numérica en Mesopotamia, es el paso de sistemas aditivos basados en la repetición de un signo gráfico para representar la cantidad a sistemas en los que se utilizan dos tipos de signos, uno para representar la cantidad y otro para representar la identidad (Guitel, 1975; Goddy, 1993; Harris, 1986; Olson, 1994; Scmandt-Besserat, 1986, 1987, 1992). El primer tipo de representación, basado en la correspondencia uno a uno, contiene a la vez información cualitativa (la forma del signo indica de qué elemento se trata) y cuantitativa (la repetición de signos indica la cantidad). El segundo tipo de representación utiliza dos signos de funciones diferentes, uno que sirve para representar la cantidad y otro, yuxtapuesto al primero, que sirve para representar la identidad. Según Harris (1986), este progreso fue crucial pues permitió la creación de sistemas de signos (la escritura por un lado y la notación numérica por otro) que podían combinarse mediante reglas que les otorgaban un poder de representación amplísimo.
- (2) A lo largo de toda la sesión se utilizó el catalán. Se indica entre paréntesis la traducción de las expresiones que se recogen literalmente.

Tabla 1.

Datos de los participantes, por grupos de edad

	Media Edad	Margen Edad	Niños	Niñas	Total
4 años	4;8	4;5 – 5;4	26	18	44
5 años	5;8	5;5 – 6;4	16	32	48
6 años	6;9	6;5 – 7;4	18	30	48
7 años	7;9	7;5 – 8;4	25	27	53

Tabla 2

Distribución de frecuencias (y porcentajes) de notaciones adecuadas para la Identidad (ID), Cantidad (C) e Identidad y Cantidad (I+C), según la edad

	I	Q	I + C
4 años (n=44)	20 (45.4)	2 (4.5)	0 (0)
5 años (n=49)	31 (64.5)	19 (39.5)	17 (35.4)
6 años (n=48)	40 (83.3)	44 (91.6)	39 (81.2)
7 años (n=52)	45 (86.5)	44 (84.6)	39 (75.0)

Tabla 3

Distribución de frecuencias (y porcentajes) de notaciones en relación al contenido (NR: non referencial; ID: sólo Identidad; Q: sólo Cantidad; I+C: Identidad y Cantidad) y a la edad.

	NR	ID	C	I+C
4 años (n=44)	3 (6.8)	22 (50)	7(15.9)	12 (27.2)
5 años (n=49)	1 (2)	7 (14.2)	0 (0)	41 (83.6)
6 años (n=48)	0 (0)	0(0)	6(12.5)	42 (87.5)
7 años (n=52)	0 (0)	2(3.8)	2 (3.8)	48 (92.3)

Tabla 4

Distribución de frecuencias (y porcentajes) de notaciones en relación a la forma notacional

(D: Dibujo; E: Escritura y N: Numerales) y a la edad.

	D	E	N	D+E	D+N	E+N	D+E+N
4 years (n=44)	32 (72.7)	1 (2.2)	7 (15.9)	1 (2.2)	0 (0)	3 (6.8)	0 (0)
5 years (n=49)	14 (28.5)	8 (16.3)	0 (0)	4 (8.1)	7 (14.2)	13 (26.5)	3 (6.1)
6 years (n=48)	1 (2)	0 (0)	6 (12.5)	0 (0)	2 (4.1)	35 (72.9)	4 (8.3)
7 years (n=52)	4 (7.6)	1 (0.19)	1 (0.19)	0 (0)	4 (7.6)	30 (57.6)	12 (23)

Anexo 1

Distribución de las notaciones en relación con la Adecuación, el Contenido, la Forma y la edad

Formato	Contenido			Adecuación		
	No Referencial	Identidad	Cantidad	I+C	Total	I + C
<b>4 años</b>						
D	2	21	0	9	32	0
E	1	0	0	0	1	0
N	0	0	7	0	7	0
D+E	0	1	0	0	1	0
D+N	0	0	0	0	0	0
E+N	0	0	0	3	3	0
D+E+N	0	0	0	0	0	0
Total	3	22	7	12	44	0
<b>5 años</b>						
	NR	ID	Q	I+C	Total	
D	0	5	0	9	14	1
E	1	1	0	6	8	0
N	0	0	0	0	0	0
D+E	0	1	0	3	4	0
D+N	0	0	0	7	7	6
E+N	0	0	0	13	13	9
D+E+N	0	0	0	3	3	1
Total	1	7	0	41	49	17
<b>6 años</b>						
	NR	ID	Q	I+C	Total	
D	0	0	0	1	2	1
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	6	0	5	0
D+E	0	0	0	0	0	0
D+N	0	0	0	2	2	2
E+N	0	0	0	35	35	32
D+E+N	0	0	0	4	4	4
Total	0	0	6	42	48	39
<b>7 años</b>						
	NR	ID	Q	I+C	Total	
D	0	2	0	2	4	2
E	0	0	0	1	1	0
N	0	0	1	0	1	0
D+E	0	0	0	0	0	0
D+N	0	0	0	4	4	3
E+N	0	0	0	29	30	23
D+E+N	0	0	0	12	12	11
Total	0	2	2	48	52	39