

# Efectos de la riqueza perceptual de imágenes y objetos en la comprensión de la palabra número tres en niños en la etapa preescolar

Effects of perceptual richness of pictures and objects on preschoolers' comprehension of the number word three

Jimena Rodríguez,<sup>1</sup> Eduardo Martí,<sup>2</sup> Analía Salsa<sup>3</sup>

**Resumen:** Este estudio analiza los efectos de la riqueza perceptual de colecciones de objetos e imágenes en la comprensión de la palabra número “tres”. Participaron 80 niños de 3 años distribuidos aleatoriamente a una de cinco condiciones (cuatro de intervención y una de control). Durante cinco encuentros se realizaron el pretest (tarea Dame un Número), tres sesiones de intervención y evaluaciones parciales (tarea Señala X) y el postest (Dame un Número). Los resultados muestran que la condición imágenes sin riqueza perceptual (colecciones de círculos negros) fue la que impactó más positivamente en el desempeño infantil. Además, las imágenes y los objetos (tapas negras de botella) sin riqueza perceptual, en comparación con las condiciones con riqueza perceptual (imágenes coloridas de animales y bloques de construcción), permitieron un avance más rápido y significativo en el desempeño en el transcurso de las sesiones de intervención. Estos hallazgos señalan que, para esta edad y en relación con la comprensión cardinal de la palabra número tres, la riqueza

---

**Fecha de recepción:** 5 de noviembre de 2020. **Fecha de aceptación:** 5 de diciembre de 2022.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. [orcid.org/0000-0002-8215-9554](https://orcid.org/0000-0002-8215-9554).

<sup>2</sup> Universidad de Barcelona, España. [orcid.org/0000-0003-0000-4688](https://orcid.org/0000-0003-0000-4688).

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). [orcid.org/0000-0003-4253-7562](https://orcid.org/0000-0003-4253-7562).

perceptual de imágenes y objetos tendría efectos disruptivos. Se discuten las implicaciones educativas de estos resultados.

**Palabras clave:** *comprensión cardinal, palabras número, imágenes, objetos, riqueza perceptual*

**Abstract:** This study analyzed the effects of perceptual richness of collections of objects and pictures on the comprehension of the number word “three”. Eighty 3-year-old children, distributed randomly to one of five conditions (four interventions and a control condition), participated. A pretest (Give a Number task), three intervention sessions and partial evaluations (Point to X task), and a posttest (Give-N) were carried out over five sessions. The results show that the condition of pictures without perceptual richness (black circles) was the one that had the most positive impact on children’s performance. In addition, pictures and objects (black bottle caps) without perceptual richness, in comparison to the conditions with perceptual richness (colorful pictures of animals and building blocks), allowed for a faster and more significant advance in performance during the intervention sessions. These findings indicate that, at this age and in relation to the number word three, perceptual richness of pictures and objects has disruptive effects on cardinal comprehension. The educational implications of these results are discussed.

**Keywords:** *cardinal comprehension, number words, pictures, objects, perceptual richness*

## INTRODUCCIÓN

La comprensión numérica en niños<sup>4</sup> preescolares ha sido abordada en numerosas investigaciones, siendo el aspecto cardinal del número el que más atención ha recibido. Entre estas investigaciones se destacan especialmente las centradas en la adquisición de las palabras número (Condry y Spelke, 2008; Gelman y Gallistel, 1978; Sarnecka y Lee, 2009; Wynn, 1990, 1992; Wagner *et al.*, 2019). En

---

<sup>4</sup> A los efectos de facilitar la lectura del artículo, utilizamos el masculino genérico “niños” para referirnos a niñas y niños.

estos estudios, el conocimiento cardinal ha sido examinado usando una variedad de pruebas, entre las cuales la tarea *Dame un Número* (Wynn, 1990, 1992) ha sido la más utilizada. Esta tarea consiste en ofrecer a los niños una colección de objetos (por ejemplo, 16 peces de juguete) y solicitarles que construyan colecciones de cantidades específicas enunciando diferentes palabras número (e.g., “¿Podrías poner tres peces en la pecera?”). Los resultados muestran que los niños aprenden el significado de las palabras número lentamente y en orden, transcurriendo aproximadamente 18 meses, entre los 2 y los 4 años, desde que producen colecciones de tamaño 1 hasta que pueden hacerlo con colecciones de 4 o más elementos. En ese momento, se sostiene que los niños demuestran haber adquirido el principio de cardinalidad (comprenden que la última palabra número que alcanzan al contar una colección representa la cantidad de elementos de esa colección).

Desde la propuesta de los niveles de conocimiento (Carey, 2009; Sarnecka y Lee, 2009; Wynn, 1992) se acuñaron las expresiones “conocedores de uno”, “conocedores de dos” y “conocedores de tres” para referirse a los niños que son exitosos en la tarea *Dame un Número* con las cantidades 1, 2 y 3, “conocedores cardinales” para los niños que construyen colecciones de 4 y más elementos y “no conocedores” para aquellos que no relacionan ninguna palabra número con su valor cardinal. Más allá de distintas objeciones que este modelo ha recibido, en función del papel de la subitización (Benoit *et al.*, 2004), del conteo (Davidson *et al.*, 2012) y de variaciones de la tarea (Krajcsi, 2021; Marchand *et al.*, 2022) en la comprensión de las primeras palabras número, todas estas investigaciones ponen el énfasis en las representaciones verbales. Sin embargo, el conocimiento cardinal no se expresa y comunica únicamente mediante palabras número.

Desde muy temprano en sus vidas, los niños interactúan en su ambiente sociocultural con diversas representaciones numéricas (gestos con los dedos, palabras número, notaciones, y en determinadas situaciones, colecciones de objetos y colecciones representadas en imágenes) que implican demandas cognitivas y simbólicas diferentes a la hora de su comprensión, producción y/o uso. Estas representaciones externas no solo sirven de soporte a los procesos cognitivos, sino que crean nuevos modos de pensar, actuar y comunicar con y sobre los números (Martí, 2003; Pérez-Echeverría y Scheuer, 2009; Tolchinsky, 2007).

De acuerdo al modo de representar un valor cardinal, se puede distinguir entre representaciones icónicas y arbitrarias. Las icónicas son aquellas que representan iterativamente un valor cardinal (por ejemplo, 5 dedos, 5 tapas o 5 marcas en un papel para el valor cardinal 5). Los gestos numéricos, las

colecciones de objetos y en imágenes están compuestas por el mismo número de elementos que el valor cardinal referenciado. En cambio, las palabras número en el registro oral o escrito (cinco) y los numerales arábigos (5) establecen una relación arbitraria con su referente: un único signo representa un valor cardinal y no existe ninguna correspondencia entre las características perceptuales de la palabra o el numeral y el valor cardinal referenciado.

Estas diferencias pueden ser importantes si se consideran las situaciones educativas en las que los niños en el nivel preescolar construyen conocimientos numéricos. Las colecciones de objetos y las colecciones en imágenes son empleadas frecuentemente por padres y educadores para comunicar y reflexionar sobre los números. Bloques, fichas, palillos, imágenes coloreadas son utilizadas por los docentes para que los niños los clasifiquen de acuerdo a sus propiedades, cuenten cuántos elementos hay en una colección y construyan o comparen colecciones de distintos valores cardinales. El empleo de estos materiales se fundamenta en la idea, con una tradición fuerte en enfoques constructivistas de la psicología y de la educación, de que es más sencillo para los niños comprender conceptos abstractos y apropiarse de procedimientos específicos con el apoyo de recursos concretos que hacerlo sin un apoyo material (Bruner, 1986; Montessori, 1917; Piaget, 1970).

Ahora bien, es posible preguntarse si el uso de objetos con determinadas características podría tener alguna influencia en la comprensión cardinal. De hecho, la mayor parte de las investigaciones hasta aquí revisadas utilizaron colecciones de objetos y en imágenes en sus tareas, pero con la atención puesta en las palabras número como representaciones del valor cardinal de las colecciones y sin interrogarse sobre las particularidades físicas y semióticas de los objetos y las imágenes (Le Corre y Carey, 2007; Sarnecka, 2015; Spaepen *et al.*, 2018; vanMarle *et al.*, 2014). Estas limitaciones aparecen en un estudio llevado a cabo por Huang *et al.* (2010), quienes emplearon un diseño pre- y post-test para examinar la comprensión de las palabras número tres y cuatro por parte de niños de 3 años y medio de edad. En el pre-test usaron la tarea Dame un Número para evaluar en qué nivel de conocimiento se situaban los niños. Los “conocedores de dos” participaron de una intervención en la que se presentaban tarjetas con una colección de 3 animales (cuantificando oralmente, “Aquí hay 3 vacas”), apareadas con tarjetas con una colección de otro valor cardinal (“Aquí no hay 3 vacas”). Los “conocedores de tres” recibieron la misma intervención, apareando colecciones de 4 con otras de distintas cantidades. En el post-test, las investigadoras evaluaron a ambos grupos con la tarea Señala X (Wynn,

1992), que consistió en ofrecer dos colecciones y solicitar a los niños que señalen la que tenía 3 (o 4) elementos. Las colecciones eran imágenes de animales distintos a los utilizados en la intervención y objetos pegados en tarjetas.

Los resultados mostraron que aunque algunos niños lograron comprender el significado cardinal de las palabras número en relación a las colecciones usadas en la intervención (por ejemplo, relacionar la palabra tres con una colección de 3 vacas), pocos pudieron transferir este conocimiento a colecciones de elementos diferentes (por ejemplo, a imágenes de colecciones de 3 perros o de 3 lápices pegados en una tarjeta). Esta transferencia es relevante en la medida en que la cardinalidad es un conocimiento abstracto que puede ser aplicado a cualquier conjunto de unidades, independientemente de la naturaleza y las características físicas de los elementos.

El presente estudio cuestiona precisamente el uso indistinto de colecciones de objetos e imágenes sin problematizar su influencia en las demandas de las tareas numéricas. Se parte de la idea de que las propiedades específicas de cada tipo de representación podrían tener efectos en la comprensión cardinal, además de la intervención de otros factores como la edad y la magnitud de los valores cardinales en juego. Una diferencia crucial es que, en una colección de objetos, sus elementos pueden ser explorados uno a uno: los niños pueden separar los elementos, formar colecciones más pequeñas y volver a unirlos en una colección mayor. Las imágenes no permiten este tipo de manipulación de sus unidades; sí pueden ser señaladas, pero en definitiva tienen que ser observadas como un todo.

En un estudio reciente (Rodríguez *et al.*, 2018) se comparó el impacto de colecciones en imágenes (círculos negros), colecciones de objetos (tapas negras de botella) y palabras número en el desempeño de niños de 3, 3 años y medio y 4 años en una adaptación de la tarea Dame un Número, en la que debían construir colecciones de 1 a 6 objetos (galletas) usando las distintas representaciones como fuente de información sobre el valor cardinal. Los resultados mostraron que las colecciones de objetos y en imágenes, en comparación con las palabras número, facilitaron la resolución de la tarea en los tres grupos de edad. Específicamente, los objetos y las imágenes posibilitaron la construcción de colecciones de tamaño 3 por parte de los niños de 3 años y medio y de tamaño 4 a los 4 años; en el grupo de 3 años, solo las imágenes facilitaron la construcción de colecciones de 3 elementos.

Ahora bien, no todas las imágenes ni todos los objetos tienen las mismas propiedades. Por ejemplo, las imágenes de los libros infantiles con contenido

numérico suelen ser dibujos coloridos de personas, animales y objetos. Muchas veces estos libros tienen solapas desplegadas o distintas texturas con la intención de estimular el interés y focalizar la atención de los niños. En cuanto a las colecciones de objetos que se utilizan en los juegos cotidianos o en las salas del jardín de niños, se destacan los autos, ladrillos de construcción, elementos para enhebrar, bloques, entre otros, que por regla general son de diferentes formas, tamaños, texturas y colores. En otras palabras, las imágenes y las colecciones de objetos disponibles en muchos hogares y jardines de niños suelen tener características físicas salientes (colores intensos, texturas, variadas dimensiones), un conjunto de rasgos que algunos autores denominan *riqueza perceptual* (Kaminski *et al.*, 2009; Petersen y McNeil, 2012) debido a la intensidad y variedad de las propiedades físicas de los materiales.

En un principio, se podría argumentar que la riqueza perceptual es una dimensión que, al focalizar la atención y estimular el interés, favorecería la resolución de las tareas. No obstante, algunas investigaciones que abordaron la comprensión de objetos e imágenes encontraron que las representaciones con riqueza perceptual centran la atención de los niños en su materialidad, dificultando la comprensión de su función simbólica (Chiong y DeLoache, 2012; DeLoache, 1995; Strouse *et al.*, 2018). Más aún, se ha demostrado que, si se acentúan las propiedades físicas de una imagen, por ejemplo, en un libro con ilustraciones desplegadas con texturas, niños de 2 y 3 años tienen dificultades para relacionar las representaciones con sus referentes (Tare *et al.*, 2010). Consecuencias disruptivas de la riqueza perceptual de los objetos se observaron también en estudios sobre el aprendizaje de conceptos matemáticos en estudiantes de nivel primario (Kaminski y Sloutsky, 2020) y universitario (Carbonneau *et al.*, 2020).

Son escasos los estudios que examinaron las consecuencias de la riqueza perceptual en tareas numéricas y en el nivel preescolar. Petersen y McNeil (2012) emplearon las tareas Dame un Número y Títtere Contando (Gelman y Meck, 1983) para estudiar las relaciones entre la riqueza perceptual y el conocimiento previo de los objetos. La tarea Títtere Contando consistía en observar ensayos de conteo realizados por un títere, de colecciones de 5, 7 y 9 elementos, solicitando luego a niños que identificaran si el conteo había sido correcto o incorrecto. Dos condiciones incluyeron objetos familiares con y sin riqueza perceptual (animales y frutas, palitos de helado y lápices, respectivamente), y otras dos condiciones objetos no conocidos (formas con nombres inventados) que variaban en la presencia o ausencia de atributos perceptuales llamativos. La condición con mayores dificultades de resolución de las tareas de conteo y Dame un Número

fue con los objetos que combinaban ambas variables, riqueza perceptual y conocimiento previo; con los objetos desconocidos para los niños, la riqueza perceptual no tuvo un efecto disruptivo.

El estudio que aquí se presenta indaga la influencia de la riqueza perceptual en la comprensión cardinal, examinando además diferencias en la naturaleza de los objetos: colecciones de objetos tridimensionales e imágenes. Para ello, se realizó una adaptación del diseño pre- y post-test empleado en Huang *et al.* (2010) para la enseñanza de la palabra número tres. Con este fin, se comparó el desempeño de niños de 3 años en cuatro condiciones experimentales (con intervención) y en una condición control (sin intervención). Las condiciones con intervención se diferenciaron por el tipo y las características de la representación empleada para transmitir la información cuantitativa. En la condición *imágenes con riqueza perceptual* se usaron imágenes coloridas de colecciones de distintas clases de animales; en la condición *imágenes sin riqueza perceptual*, colecciones de círculos del mismo color. La condición *objetos con riqueza perceptual* consistió en colecciones de bloques de construcción de diferente forma, tamaño y color; la condición *objetos sin riqueza perceptual*, colecciones de tapas de botella de igual forma, tamaño y color. La comprensión de la palabra número tres se evaluó en distintos momentos y con diferentes tareas: en el pre- y post-test con la prueba Dame un Número y durante la intervención con Señala X. En base a los antecedentes que se acaban de exponer, la primera hipótesis del estudio fue que las imágenes, en comparación con los objetos, facilitarían la comprensión del significado cardinal de la palabra número tres. En cuanto a la riqueza perceptual, la segunda hipótesis fue que su presencia dificultaría la comprensión cardinal, aunque está por ver si esta dificultad se presentará tanto en el caso de las imágenes como en el de los objetos.

## MÉTODO

### DISEÑO Y PARTICIPANTES

El muestreo fue intencionado, en tanto la situación experimental requería que los participantes se desempeñaran como “conocedores de dos” (y no de “tres”) en el pre-test y que contaran correctamente una colección de hasta 10 elementos. En el pre-test se solicitó el conteo de 10 galletas y se administró la tarea Dame un Número a un total de 96 niños de 3 años, de los cuales 83 cumplieron

con los criterios establecidos. Además, se buscó que la distribución por género fuese similar. Se excluyeron tres niños por extinción experimental, de modo que la muestra definitiva quedó conformada por 80 niños ( $M_{\text{edad}} = 39.02$  meses,  $DE = 2.61$ ), 40 de género femenino ( $M_{\text{edad}} = 38.86$  meses,  $DE = 2.41$ ) y 40 de género masculino ( $M_{\text{edad}} = 38.47$  meses,  $DE = 2.90$ ).

El nivel socioeconómico de los niños era medio y asistían a cuatro instituciones de nivel preescolar de gestión privada de la ciudad de (*a completar luego del proceso de revisión*), que tenían convenios de colaboración preexistentes con el equipo de investigación. Los niños no contaban con antecedentes de trastornos en su desarrollo cognitivo y/o del lenguaje, de acuerdo con los registros de las instituciones educativas. La planificación docente no incluía la enseñanza de conocimientos numéricos durante el período que los niños participaron en el estudio.

De cada grupo de 40 niños y 40 niñas se seleccionaron al azar 8 para incluir en cada una de las cinco condiciones ( $n = 16$  en cada una): imágenes sin riqueza perceptual ( $M_{\text{edad}} = 39.93$  meses,  $DE = 2.45$ ), imágenes con riqueza perceptual ( $M_{\text{edad}} = 38.53$  meses,  $DE = 2.73$ ), objetos sin riqueza perceptual ( $M_{\text{edad}} = 39.04$  meses,  $DE = 2.54$ ), objetos con riqueza perceptual ( $M_{\text{edad}} = 38.58$  meses,  $DE = 2.73$ ) y control ( $M_{\text{edad}} = 37.26$  meses,  $DE = 2.51$ ).

Se realizaron cinco encuentros con cada niño o niña. El primer día se administró el pre-test (conteo y Dame un Número). En caso de ingresar a la muestra, el segundo, tercer y cuarto encuentro correspondieron a la primera, segunda y tercera sesiones de intervención, cada una seguida de una evaluación aplicando la tarea Señala X. Finalmente, en el quinto encuentro se administró el post-test con la tarea Dame un Número. De este modo, se obtuvieron cuatro evaluaciones del desempeño de cada niño, tres inmediatamente después de cada sesión de intervención para examinar si y cómo la comprensión cardinal de la palabra número tres se iba desplegando durante la intervención, y una evaluación final de los efectos de la intervención. Es importante destacar que la demanda de la tarea Señala X es de menor exigencia que Dame un Número, ya que solicita el reconocimiento de un valor cardinal en comparación con otro distinto, en lugar de la construcción de un conjunto de un valor cardinal específico. Asimismo, como se indica más adelante, los procedimientos puestos en juego durante la intervención fueron similares a los de la tarea Señala X.

A los participantes del grupo control solo se les administró el pre-test y el post-test.



## MATERIALES

Para el conteo y la tarea Dame un Número se utilizaron 16 galletas, un peluche de Winnie Pooh y un plato de plástico. En los ensayos de la intervención y en la tarea Señala X se emplearon distintos materiales en función de la condición (figura 1). Para la condición imágenes sin riqueza perceptual, se emplearon tarjetas (20 cm x 15 cm) con imágenes de colecciones de círculos (2 cm de diámetro) de color negro. Para la condición imágenes con riqueza perceptual, se utilizaron tarjetas de las mismas dimensiones, con imágenes de distintos tipos de animales (perros, gatos, cerdos, entre otros); los animales tenían la misma medida aproximada que los círculos y su forma y color no variaba al interior de las tarjetas sino entre tarjetas. Para la condición objetos sin riqueza perceptual, se usaron tapas de botella de color negro (1.2 cm de altura, 3.8 cm de diámetro) y, para la condición objetos con riqueza perceptual, se emplearon bloques de construcción de distintas formas y colores (entre 1.5 y 2 cm de altura, 2 cm de ancho y entre 2 y 4 cm de largo de acuerdo a la forma cuadrada o rectangular). Los bloques no variaban al interior de cada colección, sino entre colecciones.

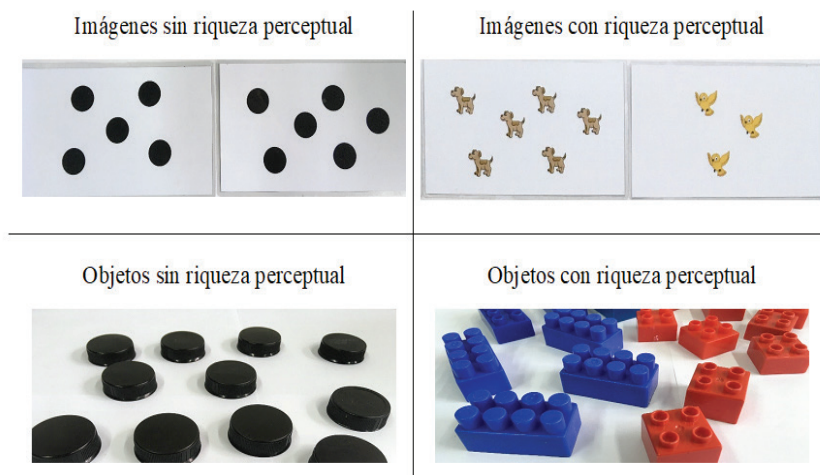


Figura 1. Imágenes y objetos empleados en las condiciones con intervención

## PROCEDIMIENTO

Se obtuvo por escrito el consentimiento informado de participación de las autoridades de los establecimientos educativos y de los padres y las madres de los niños, comunicando los detalles y requerimientos del estudio, así como la confidencialidad de los datos obtenidos. La investigadora que llevó adelante el estudio fue la primera autora de este trabajo. Una diferencia fundamental con la investigación reportada por Huang *et al.* (2010) es la cantidad de encuentros con los niños, una única sesión de trabajo en ese estudio y cinco encuentros seguidos (lunes a viernes) en el presente estudio. Las sesiones de trabajo se realizaron en una sala disponible de la institución educativa a la que el niño asistía.

## PRETEST

**Conteo.** La investigadora invitaba individualmente a cada niño a jugar a merendar con Winnie Pooh. Una vez sentados, ella explicaba que Winnie todavía no sabía los números y necesitaba ayuda para saber cuántas galletas había sobre la mesa, señalando una colección de 10 galletas. Si el niño comenzaba a contar espontáneamente, se registraba su respuesta. Si el niño no comenzaba a contar se decía “¿Puedes contar estas galletas en voz alta?” y se registraba su respuesta. Si el niño contaba correctamente hasta 10 con orden estable y correspondencia uno a uno, se procedía a administrar seguidamente la tarea Dame un Número.

**Dame un Número.** La entrevistadora ofrecía a los niños la colección de 16 galletas pidiendo que colocaran en un plato distintas cantidades de 1 a 6 (“¿Puedes poner en el plato tres galletas para Winnie?”). Se comenzaba siempre pidiendo 1 galleta y se continuaba con las otras cantidades en un orden ni ascendente ni descendente. Cuando los niños no construían correctamente la colección de  $n$  valor cardinal (por ejemplo, de 3), se les solicitaba la cantidad anterior (2) antes de pedir nuevamente la cantidad incorrecta. Si los niños construían una colección en forma correcta una vez y en forma incorrecta otra, se los evaluaba una tercera vez. Ingresaron a la muestra los niños que construyeron correctamente, al menos en dos oportunidades, una colección de tamaño 2, pero incorrectamente, también en al menos dos oportunidades, colecciones de tamaño 3.

## INTERVENCIÓN

El procedimiento es una adaptación del diseñado en Huang *et al.* (2010). En todas las condiciones, la entrevistadora iniciaba la primera sesión presentando a los niños colecciones en imágenes u objetos: "Traje unos dibujos (o tapas/bloques), ¿quieres que juguemos con ellos?". La entrevistadora colocaba el material sobre la mesa y los niños eran libres de explorarlos. Si bien la exploración física del material no era un requisito y quedaba librada a la voluntad de cada niño, todos los niños realizaron algún tipo de exploración manual de las colecciones, tanto de las imágenes como de los objetos. Una vez que los niños se familiarizaban con el material, se realizaba la primera sesión de la intervención. A continuación, se describe el procedimiento de cada una de las cuatro condiciones.

**Imágenes con riqueza perceptual** (en adelante: *animales*). Se realizaron ocho ensayos con cada niño, en cada ensayo se presentaban tarjetas con una clase de animal distinta. En primer lugar, se realizaban dos ensayos de demostración en los que se presentaba una tarjeta diciendo "Esta tarjeta tiene tres gatos" (mientras se señalaba, uno a uno, cada dibujo), "Esta tarjeta tiene tres perros" (señalando también cada dibujo). En estos ensayos la colección de 3 animales no se comparaba con otra de diferente valor cardinal. Luego, se llevaban a cabo seis ensayos en los que una tarjeta con una colección de tamaño 3 se comparaba con una tarjeta con una colección de otro tamaño: "Esta tarjeta tiene tres vacas (señalando cada dibujo); esta tarjeta no tiene tres vacas (sin señalar cada elemento)". Siguiendo el procedimiento propuesto en Huang *et al.* (2010), se optó por señalar los diferentes elementos para enfatizar la correspondencia entre la palabra número tres y el número de elementos de la colección.

Las comparaciones incluían cantidades que los niños comprendían (3 *versus* 1 o 2) y otras que no (3 *versus* 4, 5, 6 y 10), en todas las condiciones y en las tres sesiones de intervención.

**Imágenes sin riqueza perceptual** (en adelante: *círculos*). Se emplearon los procedimientos de la condición animales, pero utilizando las tarjetas con círculos en todos los ensayos. La entrevistadora decía: "Esta tarjeta tiene tres círculos (mientras señalaba cada dibujo), esta tarjeta no tiene tres círculos (sin señalar cada elemento)".

**Objetos con riqueza perceptual** (en adelante: *bloques*) Se emplearon los procedimientos de la condición animales, pero utilizando los bloques de construcción para cada ensayo. La entrevistadora decía: "Aquí hay tres bloques (mientras señalaba cada elemento), aquí no hay tres bloques (sin señalar)".

**Objetos sin riqueza perceptual** (en adelante: *tapas*). Se emplearon los procedimientos de la condición animales, pero utilizando las tapas de botella. La entrevistadora decía: “Aquí hay tres tapas (señalando cada elemento), aquí no hay tres tapas (sin señalar)”.

## EVALUACIONES PARCIALES

**Señala X** Se administró una adaptación de esta tarea tres veces, luego de cada sesión de intervención. La tarea consistía en cinco ensayos en los que se ofrecían nuevamente los materiales empleados en los ensayos de demostración presentando a los niños una colección de tamaño 3 apareada con una colección de otro valor cardinal y solicitando que indicara dónde había 3. La entrevistadora preguntaba: “¿Puedes mostrarme dónde hay tres gatos?” (círculos, bloques o tapas según la condición). De estos cinco ensayos, dos fueron enseñado *versus* conocido, donde los niños tenían que elegir entre 3 y 1 y entre 3 y 2, y tres ensayos fueron enseñado *versus* desconocido, donde elegían entre 3 y 4, 3 y 5, y 3 y 6. Si bien en las sesiones de intervención se utilizó la cantidad 10 durante las comparaciones, para esta instancia de evaluación se trabajó hasta el 6, que es el valor cardinal máximo solicitado en la tarea Dame un Número (pre- y post-test).

## GRUPO CONTROL

Entre la administración del pre- y del post-test los niños realizaron tres sesiones de juego libre con el juguete usado en el pre-test (Winnie Pooh), que duraban aproximadamente el mismo tiempo que las sesiones de la intervención (5 minutos). En este grupo no se administró la tarea Señala X.

## POSTEST

**Dame un Número.** Se administró esta tarea del mismo modo que en el pre-test a las cuatro condiciones con intervención y al grupo control.

## CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Las sesiones fueron videograbadas y se transcribió textualmente su contenido para la codificación y el análisis. En la tarea Señala X, se codificó la respuesta de los niños en cada uno de los cinco ensayos como correcta (si seleccionaban

la colección de 3 elementos) o incorrecta. En la tarea Dame un Número se codificó como correcto el desempeño de los niños con cada valor cardinal (1 a 6) si colocaban en el plato el número solicitado de galletas dos veces.

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico SPSS® versión 20. Se aplicaron pruebas no paramétricas dado que el estadístico Kolgomorov-Smirnov mostró que la distribución de contraste no se ajustaba a la normal ( $p < 0.05$  en todas las condiciones). Las pruebas utilizadas fueron Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Friedman y Wilcoxon. Análisis realizados con la prueba  $U$  de Mann-Whitney indicaron la ausencia de efectos de la variable sexo en el desempeño en Dame un Número y Señala X ( $p > 0.05$  en todos los casos); por lo tanto, no se consideró esta variable en el resto de los análisis.

## RESULTADOS

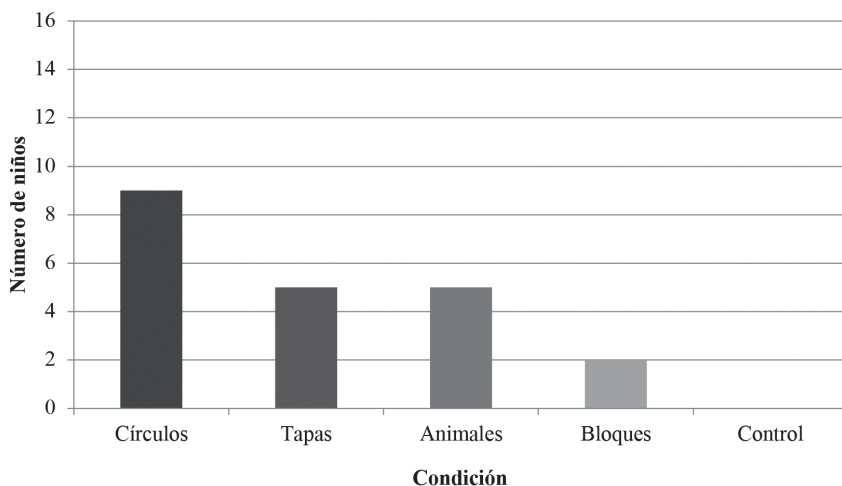
El reporte de resultados se presenta en dos secciones. En la primera sección se consideran los efectos finales de la intervención en la comprensión cardinal de la palabra tres; para ello, se exponen los resultados del análisis del desempeño en el post-test (Dame un Número) en función de la condición. En la segunda sección se presentan los análisis efectuados para la tarea Señala X en función de la sesión de trabajo (1 a 3), la condición y, finalmente, los ensayos donde los niños debían elegir entre 3 y un valor cardinal conocido (2) y uno desconocido (4).

### DESEMPEÑO EN EL POST-TEST: DAME UN NÚMERO

El desempeño del grupo control, en el que ningún niño o niña evidenció comprender la palabra número tres (figura 2) indicó la ausencia de efectos de aprendizaje por la administración de la tarea en dos oportunidades (pre- y post-test).

En primer lugar, se comparó el desempeño entre las cinco condiciones (cuatro de intervención y la condición control) empleando la prueba Kruskal-Wallis, cuyo resultado arrojó diferencias significativas ( $\chi^2(4) = 14.92, p = .005$ ). Las comparaciones de a pares (prueba  $U$  de Mann-Whitney) reflejaron dos patrones de resultados interesantes. Por un lado, al comparar el desempeño de cada condición de intervención con el desempeño de la condición control (0%), se hallaron diferencias en las condiciones círculos (56%) ( $U = 56, p < .001$ ), tapas (31%) ( $U = 88, p = .017$ ) y animales (31%) ( $U = 88, p = .017$ ). El desempeño de

la condición bloques (13%) no se diferenció estadísticamente del desempeño de la condición control ( $U = 112, p = .151$ ).



**Figura 2.** Número de niños con desempeño correcto con el valor cardinal 3 en la tarea Dame un Número (post-test), en función de la condición

*Nota.* Total de 16 niños por condición. Cada niño o niña podía tener un desempeño correcto o incorrecto con el valor cardinal 3.

El segundo patrón de resultados refiere a las comparaciones entre las condiciones de intervención. Los resultados señalaron que el desempeño correcto en la condición círculos fue superior al desempeño correcto en la condición bloques ( $U = 72, p = .010$ ), sin diferencias con tapas ( $U = 96, p = .161$ ) y animales ( $U = 96, p = .161$ ). Tampoco se registraron diferencias entre bloques ( $U = 104, p = .207$ ) y animales ( $U = 128, p = 1.000$ ), ni al comparar entre bloques y tapas ( $U = 104, p = .207$ ).

De este modo, los niños de las cinco condiciones comenzaron el estudio sin comprender el significado cardinal de la palabra número tres y, al finalizar el mismo, todas las condiciones de intervención se diferenciaron de la condición control. Sin embargo, entre las intervenciones, el trabajo con círculos tuvo el efecto más positivo y el trabajo con bloques el efecto más marginal en el aprendizaje.

## DESEMPEÑO DURANTE LA INTERVENCIÓN: SEÑALA X

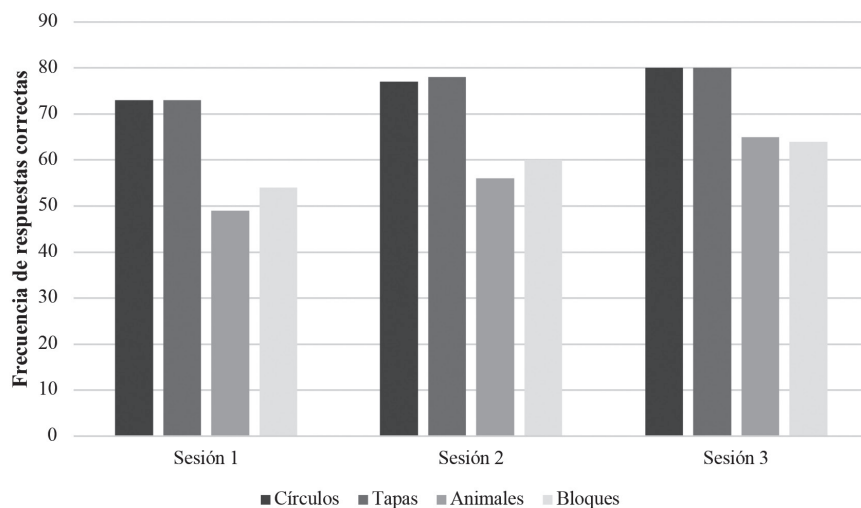
Primero se analizaron los efectos de la intervención a lo largo de las tres sesiones, al interior de cada condición. En la condición círculos, la prueba de Friedman arrojó diferencias significativas ( $\chi^2(2) = 10.57, p = .005$ ). Las comparaciones de a pares (Wilcoxon) mostraron que el desempeño infantil mejoró en la segunda (96%) y en la tercera sesión (100%) en comparación con la primera (91%) ( $Z = -2, p = .046$  y  $Z = -2.64, p = .008$ , respectivamente), sin diferencias significativas al comparar la segunda con la tercera sesión ( $Z = -1.73, p = .083$ ).

Al interior de la condición tapas se registró un patrón similar de resultados. Se hallaron diferencias al comparar las tres sesiones ( $\chi^2(2) = 11.14, p = .004$ ) y las comparaciones de a pares mostraron que en la segunda (98%) y en la tercera (100%) sesión el desempeño de los niños fue superior que en la primera (91%) ( $Z = -2.23, p = .025$  y  $Z = -2.64, p = .008$ , respectivamente), sin diferencias entre la segunda y la tercera sesión ( $Z = -1.41, p = .157$ ). No obstante, el desempeño con círculos y tapas fue alto ya desde la primera sesión de trabajo.

Al interior de la condición animales los resultados indicaron también diferencias significativas ( $\chi^2(2) = 14.00, p = .001$ ), pero las comparaciones de a pares mostraron un efecto de la intervención más progresivo que en las condiciones círculos y tapas. El desempeño en la segunda sesión (70%) fue superior al de la primera (61%) ( $Z = -2.33, p = .020$ ) y el desempeño en la tercera sesión (81%) fue superior al de la primera y la segunda sesión ( $Z = -2.85, p = .004$  y  $Z = -2.16, p = .030$ , respectivamente).

Este patrón se acentúa en la condición bloques. También se encontraron diferencias al comparar el desempeño entre las tres sesiones de intervención ( $\chi^2(2) = 11.45, p = .003$ ) pero solo se registró un progreso en la tercera sesión de trabajo (80%) en comparación con la segunda (75%) y la primera (68%) sesión ( $Z = -2.48, p = .013$  y  $Z = -2, p = .046$ , respectivamente), sin diferencias entre la segunda y la primera sesión ( $Z = -1.73, p = .083$ ).

En segundo lugar, se analizaron los efectos de la condición al interior de cada sesión de trabajo para examinar si hubo o no mejoras parciales en el desempeño a medida que avanzaba el proceso y en qué momento (figura 3). Los resultados de la prueba Kruskal-Wallis indicaron diferencias al comparar el desempeño entre las cuatro condiciones en todas las sesiones: primera ( $\chi^2(3) = 29.01, p < .001$ ), segunda ( $\chi^2(3) = 32.47, p < .001$ ) y tercera ( $\chi^2(3) = 31.84, p < .001$ ).



**Figura 3.** Frecuencias de respuestas correctas en cada sesión de Señala X en función de la condición.

*Nota.* Total de 80 ensayos por sesión (cada sesión consistió en cinco ensayos para cada uno de los 16 niños en cada condición).

Las comparaciones de a pares indicaron que, en las tres sesiones, los niños de la condición círculos se desempeñaron mejor que los niños de las condiciones bloques (sesión 1:  $U = 40.50, p < .001$ ; sesión 2:  $U = 42, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 32, p < .001$ ) y animales (sesión 1:  $U = 26.50, p < .001$ ; sesión 2:  $U = 26.50, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 48, p < .001$ ). El mismo patrón de resultados se registró al comparar el desempeño de los niños de la condición tapas con el desempeño de los niños de las condiciones bloques (sesión 1:  $U = 40.50, p < .001$ ; sesión 2:  $U = 36, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 32, p < .001$ ) y animales (sesión 1:  $U = 26.50, p < .001$ ; sesión 2:  $U = 23, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 48, p < .001$ ).

Más aun, no se registraron diferencias al comparar las condiciones círculos y tapas (sesión 1:  $U = 128, p = 1.000$ ; sesión 2:  $U = 120, p = .632$ ; sesión 3:  $U = 128, p = 1.000$ ), ni al comparar las condiciones animales y bloques (sesión 1:  $U = 97, p = .209$ ; sesión 2:  $U = 97, p = .214$ ; sesión 3:  $U = 126, p = .951$ ), evidenciando nuevamente una influencia positiva del uso de imágenes y objetos sin riqueza perceptual (círculos y tapas) en el desempeño en la tarea Señala X.



En tercer lugar, para analizar más en detalle los resultados, y siguiendo la estrategia de análisis empleada por Huang *et al.* (2010), se examinaron los efectos de la condición en los ensayos en los que el valor cardinal 3 se comparaba con un valor cardinal “conocido” por los niños (2) y con un valor cardinal “desconocido” pero próximo (4). La tabla 1 presenta las frecuencias de respuestas correctas en estos ensayos, luego de cada sesión de trabajo, y los resultados de la prueba Kruskal-Wallis al comparar los desempeños en función de la condición.

**Tabla 1.** Frecuencias de respuestas correctas (y porcentajes) en los ensayos 3 vs. 2 y 3 vs. 4 y estadísticos en función de la condición

	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 3		
	3 vs. 2	3 vs. 4	3 vs. 2	3 vs. 4	3 vs. 2	3 vs. 4	
<b>Círculos</b>	16 (100%)	9 (56%)	16 (100%)	13 (81%)	16 (100%)	16 (100%)	
<b>Tapas</b>	15 (94%)	11 (69%)	16 (100%)	14 (88%)	16 (100%)	16 (100%)	
<b>Animales</b>	9 (56%)	4 (25%)	14 (88%)	3 (19%)	15 (94%)	9 (56%)	
<b>Bloques</b>	7 (44%)	4 (35%)	14 (88%)	3 (19%)	15 (94%)	4 (25%)	
Kruskal Wallis	$\chi^2(3)$	18.52	9.50	4.20	27.28	2.03	30.28
	$p$	< .001	= .023	= .241	< .001	= .566	< .001

*Nota.* Total de 16 ensayos por sesión para cada comparación (3 vs. 2 y 3 vs. 4), uno para cada niño o niña.

En relación con el desempeño en los ensayos 3 vs. 2, los resultados indicaron diferencias en función de la condición únicamente luego de la primera sesión de trabajo, sin diferencias significativas luego de las sesiones 2 y 3 (tabla 1).

Como se mencionó, el desempeño en las condiciones círculos y tapas estuvo cerca del techo (91%) ya desde la primera sesión. Distinto fue el caso de las condiciones animales y bloques, que tuvieron un desempeño cercano al 60% en la primera sesión y luego fueron progresando gradualmente hasta llegar aproximadamente al 80%, acercándose al desempeño en las condiciones círculos y tapas. Luego de la sesión 1, las comparaciones de a pares indicaron que los niños de las condiciones círculos y tapas se desempeñaron mejor que los niños de las condiciones bloques ( $U = 56$ ,  $p < .001$  y  $U = 64$ ,  $p = .003$ , respectivamente) y animales ( $U = 72$ ,  $p = .003$  y  $U = 80$ ,  $p = .016$ ), sin diferencias entre las condiciones bloques y animales ( $U = 112$ ,  $p = .486$ ) y entre tapas y círculos

( $U = 120, p = .317$ ). No se reportan los resultados de las sesiones 2 y 3 porque todas las comparaciones indicaron ausencia de diferencias ( $ps > .05$ ).

Con respecto a los ensayos 3 vs. 4, los resultados mostraron diferencias al comparar el desempeño luego de cada una de las tres sesiones de intervención (Tabla 2). Los niños de la condición círculos se desempeñaron mejor que los niños de la condición bloques (sesión 1:  $U = 88, p = .077$ ; sesión 2 y 3,  $U = 48, p = .001$  y  $U = 32, p < .001$ , respectivamente). El mismo patrón se repitió entre las condiciones círculos y animales (sesión 1:  $U = 88, p = .077$ ; sesión 2 y 3,  $U = 48, p = .001$  y  $U = 72, p = .003$ , respectivamente).

Un perfil similar de resultados surge en la condición tapas, en la que el desempeño fue superior que en las condiciones bloques (sesión 1:  $U = 72, p = .015$ ; sesión 2:  $U = 40, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 32, p < .001$ ) y animales (sesión 1:  $U = 72, p = .015$ ; sesión 2:  $U = 40, p < .001$ ; sesión 3:  $U = 72, p = .003$ ). Nuevamente no se registraron diferencias al comparar las condiciones tapas y círculos y bloques y animales ( $ps > .05$ ).

Como se puede observar, al comparar el valor cardinal 3 con uno desconocido y próximo (4), las condiciones sin riqueza perceptual (círculos y tapas) facilitaron el desempeño a lo largo de toda la intervención. Al comparar 3 con un valor cardinal conocido (y también próximo), las diferencias entre las sesiones de trabajo desaparecieron a medida que se avanzó en la intervención.

En suma, los análisis del desempeño en el post-test (Dame un Número) y durante las sesiones de intervención (Señala X) muestran que no es solo la naturaleza bi o tridimensional de los materiales el factor determinante en los efectos encontrados en el aprendizaje de la palabra número tres, sino fundamentalmente la riqueza perceptual de las imágenes y los objetos (círculos y animales, tapas y bloques).

## DISCUSIÓN

Los componentes semióticos del número no han recibido suficiente atención en los estudios que abordan el desarrollo numérico (Martí y Scheuer, 2015; Sfard, 2000; Sfard y Lavie, 2005; Walkerdine, 1988) a pesar de que los niños participan cotidianamente en interacciones en las que los números se representan de manera diferente. La mayor parte de las investigaciones sobre el conocimiento cardinal se ha enfocado en las representaciones verbales, analizando cuándo y cómo los niños comprenden las palabras número y pueden, por ejemplo, construir

una colección de  $n$  cantidad de elementos a partir de la palabra número que da un adulto (Condry y Spelke, 2008; Huang *et al.*, 2010; Sarnecka, 2015; Wynn, 1990, 1992). En el presente estudio se adoptó un enfoque distinto, al investigar el papel de representaciones icónicas de la cantidad, colecciones en imágenes y colecciones de objetos con y sin riqueza perceptual, en la comprensión del significado cardinal de la palabra número tres. Las hipótesis fueron que las imágenes favorecerían la comprensión cardinal en comparación con los objetos y que las imágenes y los objetos con riqueza perceptual tendrían un efecto disruptivo en comparación con las representaciones sin riqueza perceptual.

Los resultados del post-test con la tarea Dame un Número indicaron que, si bien todas las condiciones de intervención introdujeron mejoras en el desempeño de los niños en comparación con la condición de control, fue la condición círculos la que tuvo la influencia más positiva. La intervención con esta condición permitió que más de la mitad del grupo (56%) comprendiera la palabra número tres, usándola como fuente de información para construir una colección de 3 elementos; en las condiciones tapas y animales la intervención tuvo este efecto en menos niños (31%) y en la condición bloques en un número muy reducido de participantes (13%). Este patrón de resultados indicaría que las diferencias entre bidimensionalidad (imágenes) y tridimensionalidad (objetos) es determinante en la comprensión cardinal solo cuando la riqueza perceptual de las representaciones es baja. Aunque se suele argumentar que las imágenes en sí mismas no son representaciones con características salientes y/o atractivas para los niños, se encontró que aun entre las imágenes, las más sencillas perceptualmente (mantienen constante la forma y el color) fueron la herramienta más eficaz en el aprendizaje del significado cardinal de la palabra número tres.

Si el acento se pone en el proceso de aprendizaje teniendo en cuenta las distintas condiciones (tarea Señala X) surge otro resultado interesante: son las dos condiciones sin riqueza perceptual (círculos y tapas) las que desencadenaron más rápidamente progresos en la comprensión cardinal. Si bien al interior de todas las condiciones se observaron mejorías en el desempeño a medida que avanzaban las sesiones de intervención, en las condiciones círculos y tapas el rendimiento en Señala X alcanzó niveles cercanos al máximo ya en la segunda sesión, mientras que en la condición animales los efectos fueron más graduales, mejorando luego de cada sesión y, en la condición bloques más tardíos, con una mejora significativa en el desempeño únicamente en la tercera sesión. Estos resultados están en consonancia con estudios que han mostrado que los objetos perceptualmente atractivos dificultan actividades de conteo (Petersen *et al.*,

2014) y la comprensión de conceptos matemáticos (Carbonneau *et al.*, 2015; McNeil *et al.*, 2009; Petersen y McNeil, 2012; Uttal *et al.*, 2013).

Diferentes factores pueden intervenir en la interpretación de estos resultados. El primero está en relación con el contexto funcional de las representaciones. Cualquier material conocido por los niños (como es el caso de los objetos y las imágenes empleados en el estudio) se vincula a un determinado contexto de uso. Cuando los niños están familiarizados con un objeto, asocian una función o un uso para ese objeto, pudiendo dificultarse reconocer y comprender un nuevo contexto de uso. Petersen y McNeil (2012) denominan a este factor “fijeza funcional”.

Si se analizan los materiales empleados en cada condición, hay ciertas diferencias en cuanto a la función usualmente asignada a cada uno. Las imágenes tienen una función principalmente simbólica, son creadas para ser observadas, con la intención de transmitir determinada información a sus usuarios. Los objetos pueden adquirir esta misma función simbólica en condiciones muy específicas, como en las tareas de esta investigación, pero no es su función usual. Por ejemplo, los bloques están diseñados para ser apilados, encastrados y/o para construir estructuras. Sin dudas es posible usar una colección de bloques para comunicar información cardinal, pero esta no es una función con fuerte anclaje cultural. De este modo, los bloques de construcción serían la condición de intervención menos facilitadora porque tienen una función establecida previamente que los niños tendrían que descartar para atender a la función relevante para la tarea (los bloques, en tanto que unidades, sirven para indicar el valor cardinal de la colección).

Las tapas también poseen un claro contexto de uso, están diseñadas para cubrir los orificios de las botellas y proteger el líquido que contienen. Entonces, ¿por qué estos objetos influyeron positivamente en la comprensión cardinal, a diferencia de los bloques? Por un lado, es posible argumentar que la ausencia de botellas impide recurrir al esquema esperable: usar las tapas para cerrarlas. Por otro lado, la ausencia de riqueza perceptual parece ser un factor decisivo: el color y la forma constantes de las unidades no resultarían atractivos para estimular la exploración de la colección. De modo que la colección de tapas aparece como una configuración propicia para ser usada como representación de valores cardinales, y los niños son receptivos a esta función específica en el marco de la tarea. Se podría sostener, pues, que ante los diferentes materiales los niños ponen en juego las funciones asociadas usualmente a ellos y, cuánto más definida sea una función, más difícil será dejarla de lado para desplegar la función solicitada por la tarea.

Otro factor está directamente relacionado con la riqueza perceptual del material, la “saliencia de los elementos de la colección” (Petersen y McNeil, 2012), un aspecto muy relevante para la comprensión cardinal. Las investigaciones sugieren, en efecto, que los niños evidencian una comprensión mejor de la cardinalidad cuando pueden considerar los elementos de una colección como unidades, como elementos individuales, y para esto se han de abstraer sus particularidades (Mix *et al.*, 2002). La cardinalidad es un concepto que requiere que cada elemento sea considerado como una unidad, independientemente de sus características. Este proceso de abstracción es más difícil si los objetos tienen rasgos perceptuales muy atractivos para los niños. En este sentido, Gelman *et al.* (2005) señalan que cuanto más interesante es un objeto en sí mismo, más bajo es su estatus representacional y por ende es más probable que sea comprendido como un elemento particular (por ejemplo, “Garfield”) y no como miembro de una categoría mayor (“uno entre tantos gatos”). En síntesis, la riqueza perceptual es una propiedad de los materiales que puede obstaculizar la comprensión del valor cardinal de una colección.

Los resultados del presente estudio poseen implicaciones educativas claras. Ponen en entredicho la idea de que siempre es aconsejable, sobre todo con los estudiantes de más corta edad, proponer actividades y tareas con material concreto manipulable y atractivo para favorecer el aprendizaje de las matemáticas. Esta idea general ha de ser matizada, según las demandas de las tareas y el tipo de aprendizaje en cuestión. Los resultados del estudio sugieren que, con niños que están elaborando el concepto de valor cardinal, en una etapa temprana de los aprendizajes sería propicio: 1) usar materiales con baja riqueza perceptual; y 2) privilegiar el uso de imágenes. En efecto, las dos tareas propuestas en el estudio (Dame un Número y Señala X) exigen, por un lado, que las colecciones sean interpretadas como representaciones de un valor cardinal, y no como objetos con fines lúdicos o de construcción. Todo parecería indicar que en la etapa preescolar serían las imágenes el tipo de material que más facilita la comprensión de su función simbólica, algo que ya se ha puesto de manifiesto en otros dominios de conocimiento, por ejemplo, el espacial (DeLoache, 2002; Uttal *et al.*, 1997). Por otro lado, al tratarse de tareas numéricas, es imprescindible que los elementos de las colecciones sean considerados como unidades equivalentes. Cualquier aspecto saliente (perceptivamente) de estos elementos, dificultaría esta necesidad de abstracción. Por esto, los materiales con baja riqueza perceptiva resultarían más eficaces que los materiales con alta riqueza perceptiva.

Parecería, pues, imprescindible que a la hora de elegir los materiales más adecuados para cualquier aprendizaje se valoren sus características perceptivas y su naturaleza semiótica para que dichos materiales se adecuen a las demandas específicas de las actividades y tareas.

Antes de finalizar es necesario mencionar algunas limitaciones del presente estudio y perspectivas futuras de investigación. Una limitación está en relación con la selección de las representaciones numéricas. Los niños interactúan desde muy temprano con una gran variedad de representaciones de la cantidad, que exceden a las colecciones de objetos y en imágenes consideradas en esta investigación. Sería pertinente realizar nuevos estudios que indaguen la influencia de otros tipos de representaciones en la resolución de tareas con demanda cardinal. Se podrían introducir nuevas variaciones al interior de las colecciones, no solamente distinguiendo entre imágenes y objetos y entre aquellas con o sin riqueza perceptual, sino considerando otras propiedades de las colecciones. Por ejemplo, se podrían utilizar colecciones de sonidos o efectos visuales, e incluso gestos numéricos, conservando el carácter iterativo de la representación, pero no el carácter de permanencia material.

Otra limitación del estudio es que el procedimiento de intervención no se modificó entre sesiones a partir del desempeño infantil en cada evaluación mediante tarea Señala X. En una situación de enseñanza-aprendizaje natural, el adulto debería haber adaptado las exigencias de la intervención en función del desempeño de cada niño o niña en la sesión anterior, o incluso en los ensayos de una misma sesión, aumentando o disminuyendo el número de ensayos, o bien incorporando otros recursos semióticos como gestos numéricos (ya no el mero señalamiento de los elementos). Sin embargo, con la intención de mantener el procedimiento constante para todos los niños y condiciones (a excepción del tipo de representación que es la variable independiente manipulada experimentalmente), se realizaron las sesiones de intervención siempre de la misma manera.

Finalmente, si bien se realizaron cinco encuentros con cada niño, incluyendo pre-test, sesiones de intervención y post-test, todo el proceso se realizó en el transcurso de una semana. Sería interesante realizar estudios longitudinales, con más sesiones de intervención y más espaciadas, que permitan abordar los efectos de las variables de interés en función del tiempo.

En síntesis, los hallazgos de este estudio muestran que la riqueza perceptual de colecciones en imágenes y de objetos puede tener una influencia disruptiva en la comprensión cardinal en la etapa preescolar y que a la hora de diseñar o

seleccionar materiales para la enseñanza de conocimientos numéricos en estas edades “menos es más”.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo ha sido realizado gracias a la financiación otorgada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2017 N° 3199) y la Universidad Nacional de Rosario (PSI 2016-349), Argentina.

## REFERENCIAS

- Benoit, L., Lehalle, H., y Jouen, F. (2004). Do young children acquire number words through subitizing or counting? *Cognitive Development*, 19(3), 291–307.
- Bruner, J. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Harvard University Press.
- Carbonneau, K. J., y Marley, S. C. (2015). Instructional guidance and realism of manipulatives influence preschool children’s mathematics learning. *The Journal of Experimental Education*, 83(4), 495–513. <https://doi.org/10.1080/00220973.2014.989306>
- Carbonneau, K. J., Min Wong, R., y Borysenko, N. (2020). The influence of perceptually rich manipulatives and collaboration on mathematic problem-solving and perseverance. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101846>
- Carey, S. (2009). *The origins of concepts*. Oxford University Press.
- Chiong, C., y DeLoache, J. (2012). Learning the ABC’s: what kinds of picture books facilitate young children’s learning? *Journal of Early Childhood Literacy*, 13(2), 225–241.
- Condry, K., y Spelke, E. S. (2008). The development of language and abstract concepts: The case of natural number. *Journal of Experimental Psychology*, 137(1), 22-38.
- Davidson, K., Eng, K., y Barner, D. (2012). Does learning to count involve a semantic induction? *Cognition*, 123(1), 162–173.
- DeLoache, J. S. (2002). Symbolic artifacts: Understanding and use. En U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 206-226). Blackwell Publishing.
- DeLoache, J. S. (1995). Early understanding and use of symbols: The model model. *Current Directions in Psychological Science*, 4, 109-113.

- Gelman, S. A., Chesnick, R. J., y Waxman, S. R. (2005). Mother-child conversations about pictures and objects: Referring to categories and individuals. *Child Development*, 76(6), 1129-1143. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2005.00876.x>
- Gelman, R., y Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.
- Gelman, R., y Meck, E. (1983). Preschooler's counting: principles before skill. *Cognition*, 13, 343-360.
- Huang, Y., Spelke, E., y Snedeker, J. (2010). When is four far more than three? Children's generalization of newly-acquired number words. *Psychological Science*, 21(4), 600-606. <https://doi.org/10.1177/0956797610363552>
- Kaminski, J. A., Sloutsky, V. M., y Heckler, A. (2009). Transfer of mathematical knowledge: The portability of generic instantiations. *Child Development Perspectives*, 3(3), 151-155. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2009.00096.x>
- Kaminski, J., y Sloutsky, V. (2020). The use and effectiveness of colorful, contextualized, student-made material for elementary mathematics instruction. *International Journal of STEM Education*, 7(6), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0199-7>
- Krajcsi, A. (2021). Follow-up questions influence the measured number knowledge in the Give-a-number task. *Cognitive Development*, 57, 100968. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2020.100968>
- Le Corre, M., y Carey, S. (2007). One, two, three, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, 105, 395-438.
- Marchand, E., Lovelett, J., Kendro, K., y Barner, D. (2022). Assessing the knower-level framework: How reliable is the Give-a-number task? *Cognition*, 222, 104998. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104998>
- Martí, E., y Scheuer, N. (2015) Semiotic systems, culture and early mathematical knowledge. *Estudios de Psicología*, 36, 1-17.
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente*. Machado.
- McNeil, N., Uttal, D., Jarvin, L., y Sternberg, R. (2009). Should you show me the money? Concrete objects both hurt and help performance on mathematics problems. *Learning and Instruction*, 19, 171-184.
- Mix, K. S., Huttenlocher, J., y Levine, S. C. (2002). *Quantitative development in infancy and early childhood*. Oxford University Press.
- Pérez-Echeverría, M. P., y Scheuer, N. (2009). External Representations as Learning Tools: An Introduction. En C. Andersen, N. Scheurer, M. P. Pérez Echeverría, y E. Teubal (Eds.), *Representational Systems and Practices as Learning Tools* (p. 1-17). Sense Publishers. [https://doi.org/10.1163/9789087905286\\_002](https://doi.org/10.1163/9789087905286_002)



- Petersen, L., y McNeil, N. (2012). Effects of perceptually rich manipulatives on preschooler's counting performance: Established knowledge counts. *Child Development, 84*(3), 1020-1033. <https://doi.org/10.1111/cdev.12028>
- Petersen, L. A., McNeil, N. M., Tollaksen, A. K., Boehm, A. G., Hall, C. J., Carrazza, C., y Devlin, B. L. (2014). Counting practice with pictures, but not objects, improves children's understanding of cardinality. En P. Bello, M. Guarini, M. McShane, y B. Scassellati (Eds.), *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2633-2637). Cognitive Science Society.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Rodríguez, J., Martí, E., y Salsa, A. M. (2018). Symbolic representations and cardinal knowledge in 3- and 4-year-old children. *Cognitive Development, 48*, 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2018.09.004>
- Sarnecka, B. (2015). Learning to represent exact numbers. *Synthese, 1*-18. <https://doi.org/10.1007/s11229-015-0854-6>
- Sarnecka, B., y Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition, 108*, 662-674. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.05.007>
- Sarnecka, B., y Lee, M. (2009). Levels of number knowledge during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 325-337. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.02.007>
- Sfard, A. (2000). Symbolizing mathematical reality into being: How mathematical discourse and mathematical objects create each other. En P. Cobb, K. E. Yackel, y K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating: Perspectives on mathematical discourse, tools, and instructional design* (pp. 37-98). Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Sfard, A., y Lavie, I. (2005). Why cannot children see as the same what grown-ups cannot see as different? Early numerical thinking revisited. *Cognition and Instruction, 23*, 237-309. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302\\_3](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_3)
- Spaepen, E., Gunderson, E. A., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., y Levine, S. C. (2018). Meaning before order: Cardinal principle knowledge predicts improvement in understanding the successor principle and exact ordering. *Cognition, 180*, 59-81. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.012>
- Strouse, G.A., Nyhout, A., y Ganea, P.A. (2018). The role of book features in young children's transfer of information from picture books to real-world contexts. *Frontiers in Psychology, 9*, 50. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00050>
- Tare, M., Chiong, C., Ganea, P., y DeLoache, J. S. (2010). Less is more: How manipulative features affect children's learning from picture books. *Journal of Applied Developmental Psychology, 31*, 395-400.

- Tolchinsky, L. (2007). Usar la lengua en la escuela. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 37-54.
- Uttal, D., Scudder, K., y DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 18, 37-54.
- Uttal, D., Amaya, M., Maita, M. R., Liu Hand, L., Cohen, C., O'Doherty, K., y De-Loache, J. S. (2013). It works both ways: Transfer difficulties between manipulatives and written subtraction solutions. *Child Development Research*, 2013, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2013/216367>
- van Marle, K., Chu, F. W., Li, Y., y Geary, D. C. (2014). Acuity of the approximate number system and preschoolers' quantitative development. *Developmental Science*, 17(4), 492-505.
- Wagner, K., Chu, J., y Barner, D. (2019). Do children's number words begin noisy? *Developmental Science*, 22(1), e12752. <https://doi.org/10.1111/desc.12752>
- Walkerdine, V. (1988). *The mastery of reason*. Routledge.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(90\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(90)90003-3)
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220-251. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90008-P](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90008-P)

Autor de correspondencia

ANALÍA SALSA

**Dirección:** IRICE (CONICET-UNR), Bv. 27 de Febrero 210 bis, Rosario, Argentina  
salsa@irice-conicet.gov.ar