

X Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología
XXV Jornadas de Investigación XIV Encuentro de Investigadores en Psicología
del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos
Aires, 2018.

Representacion bimodal de valores cardinales: efectos en la comprensión de los primeros números.

Rodríguez, Jimena y Salsa, Analía.

Cita:

Rodríguez, Jimena y Salsa, Analía (2018). *Representacion bimodal de valores cardinales: efectos en la comprensión de los primeros números. X Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XXV Jornadas de Investigación XIV Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-122/257>

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

REPRESENTACIÓN BIMODAL DE VALORES CARDINALES: EFECTOS EN LA COMPRENSIÓN DE LOS PRIMEROS NÚMEROS

Rodríguez, Jimena; Salsa, Analía

Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional de Rosario. Argentina

RESUMEN

Los niños están en contacto desde muy temprano con distintas representaciones de la cantidad que tienen efectos diferenciales en los conocimientos numéricos tempranos (Bialystok & Cood, 1996; Nicoladis, Pika & Marentette, 2010; Rodríguez, Martí & Salsa, en revisión; Salsa & Martí, 2015). En este estudio nos proponemos 1) indagar si y cómo la representación bimodal de la información cuantitativa combinando las palabras número con imágenes y con objetos influye en el desempeño de niños de 3 y 4 años en la tarea "Dame un Número"; y 2) observar los potenciales efectos de la presentación bimodal en los valores cardinales que estarían siendo aprendidos en estas edades. Participaron del estudio 72 niños 3 y 4 años asignados a dos condiciones: bimodal y unimodal. Se utilizó una adaptación de la tarea "Dame un número" (Salsa & Martí, 2015) usando colecciones de objetos, imágenes y palabras de número como representaciones de la cantidad. Se utilizó estadística no paramétrica. Los resultados indicaron que la representación bimodal de la cantidad facilitó el desempeño de los niños al construir colecciones de 3 y 4 elementos a los 3 años y al construir colecciones de 5 a los 4 años.

Palabras clave

Conocimiento numérico - Representación bimodal - Cantidad - Lenguaje

ABSTRACT

BIMODAL REPRESENTATION OF CARDINAL VALUES: EFFECTS IN EARLY NUMBER COMPREHENSION

From early on children are in contact with different representations of quantity that have differential effects on early number knowledge (Bialystok & Cood, 1996, Nicoladis, Pika & Marentette, 2010, Rodríguez, Martí & Salsa, in review, Salsa & Martí, 2015). In this study we propose 1) to investigate if and how bimodal representation of quantitative information combining number words with images and with objects influences the performance of 3- and 4-year-old children in the "Give a Number" task; and 2) to observe the potential effects of bimodal representations on the cardinal values that children would be learning in these ages. Participants were 72 children of 3 and 4 years of age, assigned to two conditions: bimodal and unimodal. We used an adaptation of the "Give a number" task (Salsa & Martí, 2015) using collections of objects, images and number words as representations of quantity. Non-parametric statistics were used. The results indicated that the bimodal representation

of quantity facilitated 3-year-olds' performance when they produced sets of 3 and 4 items and facilitated 4-year-olds' performance when they produced sets of 5 items, in comparison with the unimodal representation.

Keywords

Number knowledge - Bimodal representation - Quantity - Language

INTRODUCCIÓN

Desde muy temprano en sus vidas, los niños están en contacto con distintas representaciones de la cantidad: palabras número (orales y escritas), numerales arábigos, gestos numéricos, colecciones de objetos tridimensionales, colecciones en imágenes. Estas representaciones externas no son solo distintos soportes del número sino que, en tanto elementos constitutivos de nuestra cognición, actúan como organizadores nucleares del conocimiento cardinal (Martí, 2003; Martí & Scheuer, 2015; Sfard, 2000; Walkerdine, 1988). Desde el enfoque multimodal de Kress (2010), estos distintos tipos de representaciones corresponden a diferentes modos semióticos, cada uno de los cuales tiene potencialidades específicas para la producción de sentido.

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones sobre conocimiento numérico temprano se han centrado en la comprensión de los significados cardinales de las palabras número orales[1], proceso que se da lentamente y en orden entre los 2 y los 4 años (Condry & Spelke, 2008; Gelman & Gallistel, 1978; Huang, Spelke, & Snedeker, 2010; Sarnecka & Carey, 2008; Sarnecka & Lee, 2009; Wynn, 1990, 1992). Estos estudios sostienen que cuando los niños comprenden el significado cardinal de una palabra número (por ejemplo, "tres") pero no de la siguiente en la lista de conteo ("cuatro"), esto significa que están en una etapa específica del conocimiento cardinal ("conocedores de tres") (Sarnecka & Carey, 2008; Sarnecka & Lee). Desde esta perspectiva, la comprensión del significado cardinal de una palabra número es un indicador privilegiado del conocimiento de la cantidad. El interés de este trabajo radica en indagar los efectos del uso de objetos e imágenes, junto con palabras número, en los primeros pasos del conocimiento cardinal.

Las palabras número y las colecciones de objetos e imágenes poseen propiedades diferentes en tanto representaciones de la cantidad. Mientras que las palabras número son representaciones efímeras, las imágenes y los objetos son representaciones permanentes (Rodríguez, Martí & Salsa, 2016). Las primeras se despliegan en el tiempo, por lo cual necesitan ser interpretadas en el momento de su

producción y no pueden ser utilizadas más adelante; en cambio, las representaciones permanentes tienen una naturaleza concreta que permite su uso en nuevos contextos o situaciones.

Las palabras también se diferencian de las imágenes y los objetos por la forma en que denotan la cantidad: establecen una relación arbitraria con el valor cardinal que representan y no existe ninguna correspondencia entre la palabra y su referente. En cambio, las imágenes y las colecciones de objetos representan una cantidad de manera iterativa (y permanente), pudiéndose establecer correspondencias uno a uno entre sus elementos y los elementos de la colección representada (Wiese, 2003).

Otra cuestión a considerar es que a diferencia de las palabras, los objetos y las imágenes tienen una “realidad dual” en el sentido que poseen una naturaleza concreta y representativa. Son objetos físicos pero, al mismo tiempo, refieren a algo más allá de sí mismos. En estudios centrados en el desarrollo simbólico temprano DeLoache (1995, 2002) ha mostrado que, para utilizar simbólicamente un objeto o una imagen, es preciso representar al mismo tiempo ambas facetas de su realidad dual: la entidad concreta en sí misma y simultáneamente su relación con el referente (*representación dual*). Diversos estudios han demostrado que distintas formas de representar la cantidad tendrían efectos diferenciales en los conocimientos numéricos tempranos (Bialystok & Cood, 1996; Nicoladis, Pika & Marentette, 2010; Rodríguez, Martí & Salsa, en revisión; Salsa & Martí, 2015). Las propiedades específicas de cada modo semiótico (gestos, palabras número, objetos, imágenes) implicarían potencialidades y limitaciones al conocimiento de acuerdo al momento del desarrollo de los niños y de las demandas de la tarea que se les propone.

En un estudio reciente (Rodríguez, Martí & Salsa, en revisión) examinamos los efectos de tres tipos de representaciones de la cantidad (colecciones de objetos, colecciones en imágenes y palabras número) en el desempeño de niños de 3, 3.5 y 4 años en una tarea en la que debían construir colecciones de 1 a 6 elementos. Realizamos una adaptación de la tarea “Dame un Número” (Wynn, 1990, 1992), solicitando a los niños la construcción de las colecciones no solo a partir de la información cuantitativa que transmiten las palabras número del adulto sino también mediante colecciones de objetos e imágenes. Cada niño resolvió la tarea con los tres modos semióticos por separado, contrabalanceándose el orden de su presentación. Los resultados indican que las imágenes favorecieron el desempeño de los niños de 3 años, en comparación con las palabras número, al construir colecciones de 3 elementos, y que tanto imágenes como objetos, también en comparación con las palabras, favorecieron el desempeño de los niños de 3.5 años al construir colecciones de 3 y de los niños de 4 años al construir colecciones de tamaño 4.

Estos resultados relativizarían la manera de entender el desarrollo del conocimiento cardinal como el pasaje de niveles de conocimiento absoluto (“conocedores de 1”, “conocedores de 2”, etc.) que se reflejan en la capacidad para comprender y usar el significado cardinal de las palabras número. Las imágenes y los objetos serían modos semióticos más sensibles a la hora de evidenciar estadios “intermedios” en el aprendizaje de una palabra número y la siguiente, mostrando en los niños el dominio de conocimientos

emergentes de la cardinalidad.

Ahora bien, en el estudio anteriormente mencionado, cada una de las representaciones de la cantidad se presentaba a los niños por separado. Sin embargo, en actividades cotidianas, educativas o no, raramente un modo semiótico se utilice en forma aislada. Los seres humanos estamos constantemente haciendo uso de distintas combinaciones de modos semióticos, con la intención de producir sentido y comunicarlo a los otros. Por lo tanto, cabe preguntarse qué sucedería en la tarea “Dame un número” si la información cuantitativa se transmitiera a los niños empleando una combinación de modos semióticos: colecciones en imágenes y de objetos etiquetando el valor cardinal de cada colección con su correspondiente palabra número.

Numerosos estudios han señalado que las etiquetas verbales focalizan la atención de los niños en las similitudes entre objetos y ayudarían a detectar los aspectos que tienen en común (Gelman & Markman, 1987; Gentner et al, 1995; Sandhofer & Smith, 1999; Smith, 1993; Waxman & Markow, 1995). Investigaciones en desarrollo simbólico temprano han demostrado que la comprensión simbólica de objetos e imágenes puede ser andamiada y facilitada mediante el lenguaje (Callaghan, 2000; Tomasello, Striano & Rochat, 1999), especialmente con el uso de etiquetas verbales de los elementos representados (Callaghan, 2000; Homer & Nelson, 2009). En el dominio numérico, Mix y colegas plantean que las palabras número, empleadas como etiquetas verbales para cardinalizar colecciones, funcionarían de un modo similar (Mix, 1999^a; Mix, Huttenlocher & Levine, 2002b; Sandhofer & Mix, 2003). Al escuchar que dos colecciones son etiquetadas de la misma manera, se estimularía en los niños un proceso de comparación que llevaría a reconocer que la cantidad de objetos es un aspecto en común entre ambas colecciones. Mix, Huttenlocher y Levine (2002b) también plantean que el lenguaje funciona como una ayuda memoria a medida que los niños aprenden nuevas habilidades. Por ejemplo, los niños pueden usar la palabra número para representar la cantidad de ítems en una colección escondida mientras seleccionan una colección de ítems equivalente, en lugar de llevar adelante la laboriosa tarea de comparar uno a uno los ítems de la colección escondida con los de la presente.

El presente estudio profundiza los resultados de nuestro estudio previo (Rodríguez, Martí & Salsa, en revisión) desde una perspectiva distinta, al indagar si y cómo la presentación de la información cuantitativa combinando las palabras número con imágenes y con objetos influye en el desempeño de niños de 3 y 4 años en la tarea “Dame un Número”. Nuestra hipótesis es que la presentación conjunta de colecciones de objetos y su correspondiente palabra número (*presentación bimodal*) por un lado, y la presentación conjunta de imágenes y palabra número por el otro, facilitaría el desempeño de los niños.

Asimismo, en el mencionado estudio encontramos que el efecto facilitador de las imágenes y los objetos se daba específicamente al construir colecciones de 3 elementos a los 3 y 3.5 años, y al construir colecciones de 4 a los 4 años. En función de estos resultados, en este estudio seleccionamos los dos grupos de edad extremos, 3 y 4 años, para observar los potenciales efectos de la presentación bimodal en los valores cardinales que estarían siendo aprendidos

en estas edades. Nuestra hipótesis es que la presentación bimodal ampliaría el valor cardinal de las colecciones que los niños de 3 y 4 años pueden construir; facilitaría la construcción de colecciones de 4 elementos en el grupo de 3 años y la construcción de colecciones de 5 elementos en el grupo de 4 años.

MÉTODO

Diseño y participantes. Participaron 72 niños de dos grupos de edad: 3 ($n=36$, media: 35.54 meses) y 4 años ($n=36$, media: 47.49 meses). Al interior de cada grupo de edad los niños fueron asignados a dos condiciones: con presentación bimodal (9 niñas y 9 niños) y sin presentación bimodal (9 niñas y 9 niños).

Materiales. Se utilizaron seis tapas de botella de color negro (diámetro: 3.8 cm; altura: 1.2 cm) ("objetos") y seis tarjetas blancas (9 x 15 cm) con círculos negros dibujados (diámetro: 2 cm) que variaron en número de 1 a 6 y tuvieron una disposición irregular ("imágenes"). La colección objetivo estuvo compuesta por 16 galletas (diámetro: 6 cm). Se usaron además un plato (diámetro: 25 cm) y un títere (Winnie Pooh).

Procedimiento. Se entrevistó a los niños en forma individual en el jardín de infantes al que concurrían. La tarea propuesta fue una adaptación del procedimiento diseñado en Salsa y Martí (2015). La sesión comenzó con algunos minutos de juego libre. Una vez que el niño se sentía cómodo con la experimentadora, se lo invitó a jugar con el títere y las galletas de juguete. Antes de la administración de la tarea "Dame un número" se desarrolló una fase previa de orientación.

Fase previa. Su objetivo fue centrar la atención del niño en el dominio numérico y explicitar el propósito de la tarea: poner en el plato una cantidad determinada de galletas. En primer lugar, la experimentadora preguntaba al niño si sabía contar y explicaba que Winnie Pooh todavía no había aprendido los números. Luego, colocaba 10 galletas sobre la mesa y pedía al niño que las cuente en voz alta para enseñar los números al títere. Si el niño no iniciaba el conteo, la experimentadora comenzaba la serie numérica ("uno, dos...") señalando cada galleta. Después del conteo, la experimentadora ponía sobre la mesa el plato y las 16 galletas diciendo "Vas a ayudar a Winnie a poner galletas en el plato. Recuerda que él todavía no sabe contar. Si Winnie quiere poner en el plato una galleta para vos y una galleta para mí, ¿cuántas galletas hay que poner en el plato?" Si el niño no respondía o lo hacía incorrectamente, la experimentadora ponía dos galletas de juguete.

Dame un número.

Condición sin presentación bimodal. Cada niño resolvió la tarea con los tres formatos representacionales por separado, objetos, imágenes y palabras número, contrabalanceándose el orden de su presentación de manera que la mitad de los niños comenzó la tarea con objetos y la otra mitad con imágenes. Con cada formato, se propuso a los niños colecciones sucesivas del 1 al 6. Se emplearon tres órdenes de presentación de las cantidades, ninguno en progresión ascendente o descendente. Por lo tanto, la tarea estuvo formada por tres bloques de seis ensayos para cada niño, uno para cada formato representacional.

Condición con presentación bimodal: El procedimiento se desarrolló de la misma manera que en la condición anterior excepto por el he-

cho de que se presentaron simultáneamente palabras número con imágenes por un lado y palabras número con objetos por el otro. De esta manera cada niño realizó dos bloques de seis ensayos cada uno, un bloque con imágenes y palabras número y otro bloque con objetos y palabras número, contrabalanceándose de igual modo el orden de presentación de los formatos y de las cantidades.

Codificación de los datos. Las sesiones fueron videograbadas y luego transcritas a protocolos para su codificación. En cada ensayo la respuesta del niño fue clasificada como correcta (si colocaba en el plato la cantidad solicitada de galletas) o incorrecta.

RESULTADOS

Los análisis se centraron en los efectos de la presentación bimodal o unimodal en el desempeño de los niños de cada grupo de edad (3 y 4 años). En el grupo de 3 años, los resultados obtenidos con la prueba U de Mann-Whitney indican que en la condición bimodal los niños se desempeñaron significativamente mejor que en la condición unimodal, tanto cuando construyeron las colecciones a partir de las tapas con palabras número (65% vs 44%) ($U = -3.00$, $p = .003$) como con imágenes más palabras número (65% vs 50%) ($U = -2.95$, $p = .003$). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas al comparar el desempeño infantil en función de la modalidad semiótica (tapas vs imágenes) en ninguna de las dos condiciones, bimodal (prueba de Rangos de Wilcoxon: $Z = 0.00$, $p = 1.00$) y unimodal ($Z = -1.32$, $p = .186$).

El mismo patrón de resultados se observó en el grupo de 4 años. Los niños de la condición bimodal se desempeñaron significativamente mejor que los niños de la condición unimodal cuando trabajaron con tapas más palabras (87% vs 76%) ($U = -1.93$, $p = .053$) y con imágenes más palabras (90% vs 81%) ($U = -2.39$, $p = .017$), en comparación con los niños de la condición unimodal. Una vez más, tampoco hubo diferencias significativas al comparar el desempeño en cada condición en función de la modalidad semiótica, bimodal ($Z = -1.23$, $p = .218$) y unimodal ($Z = -1.23$, $p = .218$).

Para examinar si esta mejora en el desempeño a partir de la presentación bimodal de la información cuantitativa se daba específicamente en algún valor cardinal, analizamos los efectos de la condición en función de los valores cardinales de las colecciones que los niños tenían que construir (prueba Chi-Cuadrado). En el grupo de 3 años, los resultados señalan que la frecuencia de respuestas correctas en los ensayos con tapas fue significativamente superior en la condición bimodal cuando los niños construyeron colecciones de 2 elementos (100% vs 72% respuestas correctas) [$\chi^2(1, N = 36) = 5.80$, $p = .016$], de 3 (100% vs 44%) [$\chi^2(1, N = 36) = 13.84$, $p < .001$], y de 4 elementos (67% vs 33%) [$\chi^2(1, N = 36) = 4.00$, $p = .046$]. En los ensayos con imágenes, la presentación bimodal facilitó el desempeño al construir colecciones de 3 elementos (100% vs 67%) [$\chi^2(1, N = 36) = 7.20$, $p = .007$] y de 4 elementos (72% vs 28%) [$\chi^2(1, N = 36) = 7.11$, $p = .008$].

Finalmente, a los 4 años, los resultados muestran diferencias entre condiciones únicamente durante la construcción de colecciones de 5 elementos, a favor de la presentación de tapas y palabras número (89% vs 56%) [$\chi^2(1, N = 36) = 4.98$, $p = .026$], como de imágenes y palabras número (94% vs 39%) [$\chi^2(1, N = 36) = 12.50$, $p < .001$].

DISCUSIÓN

Diversos estudios han aportado evidencia acerca de que el lenguaje oral contribuye a la comprensión de representaciones no verbales, como las imágenes y los objetos simbólicos (Callaghan, 2000; Homer & Nelson, 2009). Si bien son escasos los estudios que han constatado esta afirmación en el dominio numérico, algunos autores sostienen que este papel facilitador de las palabras número, al cardinalizar una colección, tendría lugar también para la comprensión de representaciones de la cantidad (Mix, Sandhofer & Baroody, 2005). En este estudio nos preguntamos si la presentación bimodal mediante la combinación de representaciones icónicas (colecciones en objetos e imágenes) y palabras número tendría efectos en el desempeño de niños de 3 y 4 años en la tarea “Dame un Número”. Los resultados obtenidos indican que efectivamente la presentación bimodal contribuye a un mejor desempeño general en la tarea de los niños de ambos grupos de edad, en comparación con la presentación mediante un único modo semiótico. Una posible explicación es ofrecida por Mix y colaboradores (Mix, Sandhofer & Baroody, 2005) al argumentar que el lenguaje facilita la comprensión de cantidades porque aporta una etiqueta verbal común a colecciones de ítems que pueden ser muy diferentes como entidades en sí mismas (por ejemplo cinco perros, cinco platos y cinco aplausos) pero que tienen en común el hecho de que en tanto colección representan el mismo valor cardinal (“cinco”). Los niños observan a los adultos etiquetar colecciones desde muy temprano y, por un proceso de comparación, van siendo capaces de comprender que si distintas colecciones se nombran con la misma palabra número, esas colecciones son representaciones del mismo valor cardinal. Por otra parte, es relevante destacar que, si bien la mayoría de los estudios se han centrado en indagar el papel del lenguaje oral para la construcción de conocimientos numéricos tempranos, autores como Kress (2010) sostienen que en realidad todos los modos semióticos son representaciones con valor simbólico y productores de sentido de pleno derecho. De acuerdo a esta línea, cada modo semiótico o tipo de representación tiene particularidades que implican potencialidades y restricciones que se ponen en relación con gran número de variables tales como la edad de los niños, la demanda de la tarea, y el referente que se presente representar. A la luz de estas ideas, muy posiblemente la presentación bimodal facilite el desempeño de los niños porque la combinación de dos registros ofrezca un escenario más rico que la presentación mediante un único modo semiótico.

En relación al segundo objetivo del estudio, los resultados indicaron que la presentación bimodal facilitó la construcción de colecciones de 3 y 4 elementos a los 3 años, y la construcción de colecciones de 5 a los 4 años. Ahora bien, cuando la información cuantitativa se presentó mediante un único modo semiótico (condición unimodal) los niños tuvieron dificultades para construir colecciones de esos valores cardinales. Efectivamente, al interior del grupo de 3 años, cuando los niños de la condición unimodal emplearon sólo palabras número como representaciones de la cantidad, tuvieron un desempeño alto al construir colecciones de 1 y 2 elementos, pero bajo con colecciones de 3, 4, 5 y 6. En cambio, cuando estos niños utilizaron imágenes, tuvieron un desempeño alto no sólo con el 1 y el 2, sino también con el 3. Al interior del grupo de 4 años, los niños tuvieron

un desempeño alto con palabras al construir colecciones de 1, 2 y 3, pero bajo con 4, 5 y 6. En cambio, cuando usaron tanto imágenes como objetos, su desempeño se vio facilitado también al construir colecciones de tamaño 4. En resumen, las imágenes y los objetos ampliaron el rango de cantidades que los niños podían construir en comparación con palabras, facilitando la construcción de colecciones de 3 a los 3 años y colecciones de 4 a los 4 años. Estos resultados replican los resultados obtenidos por nuestro estudio previo (Rodríguez, Martí & Salsa, en revisión). El aporte del presente estudio radica en mostrar que cuando se combinan ambos tipos de modos semióticos (imágenes y palabras por un lado y objetos y palabras por el otro) se amplía aún más el rango de cantidades que los niños pueden construir: colecciones de 3 y 4 elementos a los 3 años y colecciones de 5 a los 4 años.

NOTA

[1] En adelante, para simplificar, usaremos la expresión “palabras número” para esta forma de representación anclada en el lenguaje oral.

REFERENCIAS

- Bialystok, E., & Cood, J. (1996). Developing representations of quantity. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 28, 281-291.
- Callaghan, T. (2000). Factors affecting children's graphic symbol use in the third year: Language, similarity, and iconicity. *Cognitive Development*, 15, 185-214.
- Condry, K., & Spelke, E. (2008). The development of language and abstract concepts: The case of natural number. *Journal of Experimental Psychology*, 137, 22-38.
- DeLoache, J.S. (1995). Early understanding and use of symbols: The model model. *Current Directions in Psychological Science*, 4, 109-113.
- DeLoache, J.S. (2002). Symbolic artefacts: Understanding and use. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 206-226). London: Blackwell Publishing
- Gelman, R., & Gallistel, C.R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gelman, S.A., & Markman, E.M. (1987). Young children's inductions from natural kinds: The role of categories and appearances. *Child Development*, 58, 1532-1541.
- Gentner, D., Rattermann, M.J., Markman, A., & Kotovsky, L. (1995). Two forces in the development of relational similarity. In T.J. Simon & G.S. Halford (Eds.), *Developing cognitive competence: New approaches to process modelling* (pp. 263-313). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Huang, Y., Spelke, E., & Snedeker, J. (2010). When is four far more than three? Children's generalization of newly-acquired number words. *Psychological Science*, 21, 600-606.
- Kress, G.R. (2010). *Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication*. London & New York: Routledge.
- Martí, E. (2003). *Representar el mundo externamente*. Madrid: Machado.
- Martí, E., & Scheuer, N. (2015). Semiotic systems, culture and early mathematical knowledge. *Studies in Psychology*, 36, 1-17
- Mix, K.S. (1999a). Preschoolers' recognition of numerical equivalence: Sequential sets. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 309-332.
- Mix, K.S., Huttenlocher, J., & Levine, S.C. (2002b). Multiple cues for quantification in infancy: Is number one of them? *Psychological Bulletin*, 128, 278-294.
- Mix, K.S., Sandhofer, C.M., & Baroody, A.J. (2005). Number words and number concepts: The interplay of verbal and nonverbal quantification in early childhood. In *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 33, pp. 305-346).

- Nicoladis, E., Pika, S., & Marentette, P. (2010). Are number gestures easier than number words for preschoolers? *Cognitive Development, 25*, 247-261.
- Rodríguez, J., Martí, E. & Salsa, A. (2016). La naturaleza semiótica de los conocimientos numéricos: Aportes al campo de la educación. *Revista de Psicología, 12*, 66-79.
- Rodríguez, J., Martí, E. & Salsa, A. (en revisión). Symbolic Representations and Cardinal Knowledge in 3- and 4-year-old Children.
- Salsa, A. & Martí, E. (2015). Objetos, imágenes y palabras. Efectos del formato representacional en el conocimiento numérico a los 4 años. *Estudios de Psicología, 36*, 81-91.
- Sandhofer, C.M., & Mix, K.S. (2003). Number language and number concepts: Evidence from a long-range microgenetic study. In K. S. Mix & C. M. Sandhofer (Chairs), *Multiple approaches to understanding the interaction of language and cognition*. Symposium Conducted at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Tampa, FL. April.
- Sanhofer, C.M., & Smith, L.B. (1999). Learning color words involves learning a system of mappings. *Developmental Psychology, 35*, 668-679.
- Sarnecka, B., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition, 108*, 662-674.
- Sarnecka, B., & Lee, M. (2009). Levels of number knowledge during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 325-337.
- Sfard, A. (2000). Symbolizing mathematical reality into being: How mathematical discourse and mathematical objects create each other. In P. Cobb, K.E. Yackel, & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating: Perspectives on mathematical discourse, tools, and instructional design* (pp. 37-98). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Smith, L.B. (1993). The concept of same. In H.W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behaviour* (Vol. 24, pp. 215-252). New York: Academic Press.
- Tomasello, M., Striano, T., & Rochat, P. (1999). Do young children use objects as symbols? *British Journal of Developmental Psychology, 17*(4), 563-584.
- Walkerdine, V. (1988). *The mastery of reason*. London: Routledge.
- Wiese, H. (2003). Iconic and non-iconic stages in number development: The role of language. *Trends in Cognitive Sciences, 7*, 385-390.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition, 36*, 155-193. Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology, 24*, 220-251.
- Waxman, S.R., & Markow, D.B. (1995). Words as invitations to form categories: Evidence from 12- to 13-month-old infants. *Cognitive Psychology, 29*, 257-302.