

## DESARROLLO DE LA HABILIDAD NUMÉRICA INICIAL: APORTES DESDE LA PSICOLOGÍA COGNITIVA A LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA INICIAL

DEVELOPMENT OF EARLY NUMERICAL ABILITY:  
CONTRIBUTIONS FROM COGNITIVE PSYCHOLOGY TO INITIAL MATHEMATICS EDUCATION

### RESUMEN

La habilidad numérica se desarrolla en los primeros años y está en la base del aprendizaje de la matemática posterior, así como del éxito académico y laboral en edad adulta. La educación matemática inicial ha puesto el foco tradicionalmente en la enseñanza de procesos con carácter general, buscando el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y el lenguaje matemático. Este artículo busca reflexionar hacia la importancia de entrenar procesos cognitivos del dominio específico numérico, a partir de los hallazgos en psicología cognitiva. Así, en este trabajo se revisa la última evidencia empírica, a partir de recientes estudios con enfoques conductuales en cognición numérica, centrada en el desarrollo de las habilidades numéricas tempranas. Para ello, se revisan los principales hitos del desarrollo numérico en relación con la adquisición de la aritmética posterior, teniendo en cuenta las influencias intrínsecas y extrínsecas al individuo durante los primeros años.

### PALABRAS CLAVE:

- *Cognición numérica*
- *Habilidades numéricas iniciales*
- *Educación matemática inicial*
- *Sistema numérico simbólico*
- *Correspondencia número - cantidad*

### ABSTRACT

Numerical ability is developed in the early years of age and is the basis for later learning mathematics, as well as academic and work success in adulthood. Initial mathematics education has traditionally focused on the teaching of general processes, seeking the development of logical-mathematical thinking and mathematical language. This article seeks to think about the importance of training specific numerical cognitive processes, based on the findings in cognitive psychology. Thus, in this work the latest empirical evidence is reviewed, based on recent studies with behavioral approaches in numerical cognition, focused on the development of early numerical skills. For this, the main milestones of numerical development in relation to the acquisition of later arithmetic are reviewed, taking into account the intrinsic and extrinsic influences on the individual during the first years of age.

### KEY WORDS:

- *Number cognition*
- *Early number skills*
- *Early mathematics education*
- *Symbolic number system*
- *Number - numerosity mapping*



## RESUMO

A habilidade numérica se desenvolve desde tenra idade e é a base para o aprendizado posterior da matemática, bem como para o sucesso acadêmico e profissional na idade adulta. A educação matemática inicial tem tradicionalmente focado no ensino de processos gerais, buscando o desenvolvimento do pensamento lógico - matemático e da linguagem matemática. Este artigo busca refletir sobre a importância do treinamento de processos cognitivos no domínio numérico específico, com base nos achados da psicologia cognitiva. Portanto, este artigo revisa as evidências empíricas mais recentes, com base em estudos recentes com abordagens comportamentais para a cognição numérica, com foco no desenvolvimento das habilidades iniciais dos números. Portanto, são revisados os principais marcos do desenvolvimento numérico em relação à aquisição da aritmética posterior, levando em consideração as influências intrínsecas e extrínsecas no indivíduo durante os primeiros anos de idade.

## PALAVRAS CHAVE:

- *Cognição numérica*
- *Habilidades numéricas iniciais*
- *Educação matemática inicial*
- *Sistema numérico simbólico*
- *Mapeamento numérico*

## RÉSUMÉ

La capacité numérique se développe dès le plus jeune âge et constitue le fondement de l'apprentissage ultérieur des mathématiques, ainsi que de la réussite scolaire et professionnelle à l'âge adulte. L'enseignement précoce des mathématiques s'est traditionnellement concentré sur l'enseignement des processus généraux, cherchant le développement de la pensée logico-mathématique et du langage mathématique. Cet article cherche à réfléchir sur l'importance de l'entraînement des processus cognitifs dans le domaine numérique spécifique, en s'appuyant sur les découvertes de la psychologie cognitive. Par conséquent, cet article passe en revue les preuves empiriques les plus récentes, basées sur des études récentes avec des approches comportementales de la cognition des nombres, en mettant l'accent sur le développement des compétences numériques précoces. Par conséquent, les principaux jalons du développement numérique en relation avec l'acquisition de l'arithmétique ultérieure sont passés en revue, en tenant compte des influences intrinsèques et extrinsèques sur l'individu au cours des premières années de l'âge.

## MOTS CLÉS:

- *Cognition numérique*
- *Compétences précoces en matière de nombres*
- *Enseignement précoce des mathématiques*
- *Système de nombres symboliques*
- *Cartographie nombre-numérosité*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos, al igual que otros animales, nacemos con una sensibilidad para representar numerosidades que nos permite comprender las magnitudes de los conjuntos, manipularlas y compararlas. Estas capacidades son de origen preverbal, presentes en el momento del nacimiento y constituyen las denominadas habilidades cuantitativas primarias (Ansari, 2008; Geary, 1995). A pesar de que la naturaleza innata de este sistema de representación de magnitudes está siendo

discutida (Leibovich, Katzin, Harel, y Henik, 2017), existe consenso en que sobre ella se asientan las habilidades cuantitativas secundarias (Ansari, 2008; Geary, 1995), es decir, la habilidad numérica y matemática posterior. Estas habilidades son de naturaleza verbal y se adquieren por medio de la instrucción formal en la escuela y de la acción de contextos informales de aprendizaje, como el hogar, gracias a la interacción de ciertos mecanismos cognitivos de soporte, que sustentan este y otros aprendizajes (Geary, 1995). El desarrollo de estas habilidades matemáticas básicas, como resultado de la interacción de estos factores intrínsecos y extrínsecos al individuo predicen el éxito laboral adulto (Ritchie y Bates, 2013), por lo que conocer el curso de desarrollo de la habilidad numérica y los procesos cognitivos y educativos que intervienen en él es crucial para poder diseñar e implementar prácticas pedagógicas y políticas públicas que nos permitan dotar a nuestros estudiantes de contextos formales e informales de aprendizaje adecuados.

Tradicionalmente, los paradigmas educativos en nuestras escuelas han residido sobre la tesis piagetiana de que el origen del pensamiento está en la función simbólica, así como el lenguaje, que no sería más que el código por el cual expresamos ideas o conceptos. Esta aproximación hizo poner el foco de la educación matemática sobre el desarrollo del pensamiento lógico, también llamado lógico-matemático, refiriéndose a un conjunto de habilidades, conocimientos y destrezas que engloban el proceso de las matemáticas tempranas y que sería necesario desarrollar para alcanzar el concepto del número (Chamorro et al., 2005). Así, las prácticas pedagógicas, siguiendo las prescripciones de nuestros currículos educativos, buscan el desarrollo de habilidades cognitivas tales como la seriación, la conservación y la clasificación por ser consideradas necesarias para comprender la *lógica de la matemática*. Además, se trabajan conceptos prenuméricos mediante la teoría de conjuntos, como la correspondencia, las seriaciones y ordenaciones. Todo ello sin dejar de lado otros objetivos, como la geometría o el lenguaje matemático, que serán necesarias para desarrollar la matemática posterior (MINEDUC, 2018a). En cuanto al lenguaje matemático, es habitual hacer especial hincapié en la lista de conteo, haciendo uso de canciones y excesivas repeticiones que no llevan necesariamente a la comprensión del fenómeno numérico si no se acompañan de otros conocimientos (Wynn, 1992; 1990). Es habitual, asimismo, que en nuestras escuelas se trabaje el símbolo numérico individual, sin poner el foco en las propiedades del sistema numérico simbólico, acelerando su uso hacia los procedimientos del cálculo simbólico, a menudo de forma no adecuada a la edad (Ponce y Strasser, 2019).

Podemos observar ciertos paralelismos en los procesos mencionados que engloban el pensamiento lógico-matemático con los hallazgos de la psicología cognitiva, y más concretamente de la cognición numérica y la neurociencia cognitiva. No obstante, falta presencia en nuestros currículos educativos de una aproximación cognitiva moderna que guíe a nuestras maestras, a través de sus

prácticas pedagógicas, para la enseñanza de las habilidades numéricas iniciales, bajo la mirada de los últimos hallazgos empíricos. La investigación en cognición numérica en países hispanohablantes aún es incipiente (Haase et al., 2020), y la mayor producción de conocimiento en el área ha sido publicada en inglés, lo que dificulta que se abran líneas de investigación y se modifiquen legislaciones educativas. De la misma forma, en la formación inicial docente suele dejarse de lado las competencias asociadas al desarrollo de la habilidad numérica inicial, desde un aproximación cognitiva (Susperreguy et al., 2020). Cabe destacar que nuestras maestras manifiestan desconocimiento, dificultades en la instrucción e incluso incomodidad para enseñar matemáticas, debido a que ni a ellas mismas les agradaban cuando las estudiaron (Ormeño Hofer et al., 2013).

Por las razones anteriormente descritas, creemos que es necesario incluir una aproximación cognitiva a los paradigmas que se utilizan en educación matemática en la actualidad. Con ese fin, este trabajo pretende ser una revisión bibliográfica de la última evidencia empírica, a partir de la psicología cognitiva del desarrollo, específicamente desde la cognición numérica, y desde una aproximación conductual. Así, se van a revisar los principales hallazgos y controversias en relación con factores intrínsecos y extrínsecos que explican el desarrollo de la habilidad numérica temprana, como inicio de la enseñanza de la matemática.

## 2. DESARROLLO DE LA HABILIDAD NUMÉRICA TEMPRANA

Para situar el marco de referencia, desde un punto de vista del desarrollo ontológico de las funciones cognitivas que sustentan el aprendizaje del número, debemos diferenciar entre los procesos cognitivos intrínsecos al individuo y los factores extrínsecos que modulan el desarrollo de los primeros. Asimismo, los procesos cognitivos intrínsecos se pueden clasificar en procesamiento cognitivo de dominio general (aquellos procesos cognitivos que sustentan la función cognitiva del individuo y participan en cualquier aprendizaje instrumental, incluido el número y las matemáticas), como la atención, el lenguaje o la memoria, y en procesamiento cognitivo de dominio específico del número (aquellos procesos cognitivos que sustentan específicamente el aprendizaje del número y las matemáticas), como la cardinalidad o la ordinalidad, y para las cuales utilizaremos aquí la etiqueta global de habilidades numéricas iniciales. Estos procesos específicos, a su vez, se pueden clasificar en torno a su naturaleza, aquellos que vienen predeterminados biológicamente frente a los que se adquieren y desarrollan gracias a la estimulación informal, a la instrucción explícita o por maduración. Atendiendo a estas consideraciones, se expone a continuación una revisión bibliográfica de recientes hallazgos en torno al desarrollo de la habilidad numérica inicial. La Figura 1 ayudará a comprender estas clasificaciones, desde el punto de vista del desarrollo.

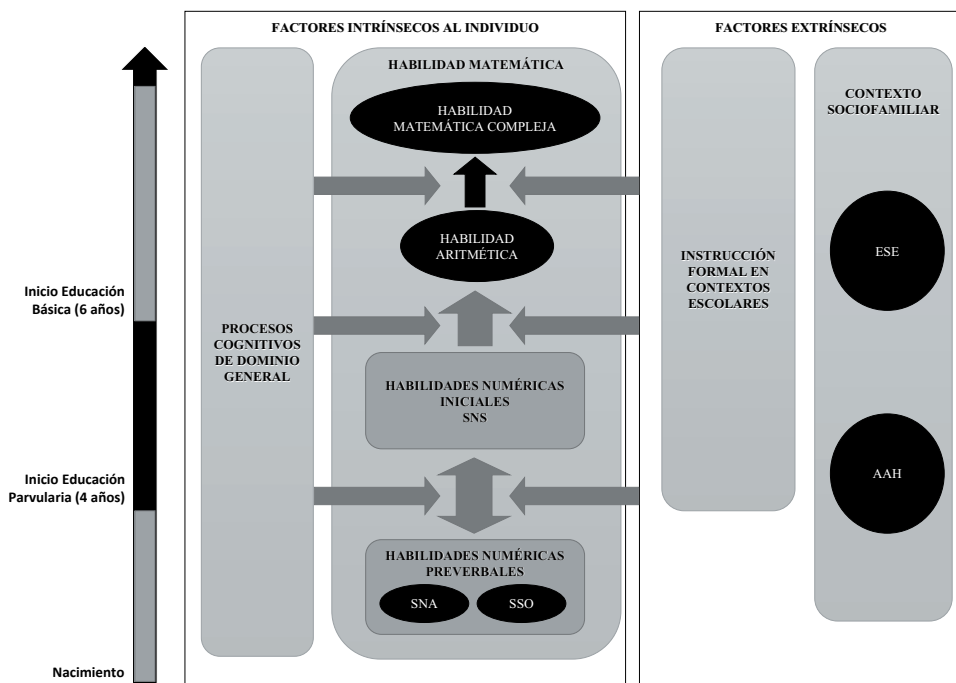


Figura 1. Modelo cognitivo de desarrollo de la habilidad matemática inicial. Notas: SNA: Sistema numérico aproximado; SNS: Sistema numérico simbólico; SSO: Sistema de seguimiento de objetos; ESE: Estatus socioeconómico; AAH: Ambiente de aprendizaje en el hogar. Las edades son aproximadas, basadas en el sistema educativo chileno.

### 2.1. *Sistemas preverbales de representación de magnitudes*

Como ya se ha dicho, venimos dotados de una capacidad preverbal, determinada biológicamente, para procesar magnitudes en el medio que nos rodea. Esta capacidad temprana para representar magnitudes no emerge por medio de la transmisión cultural, ni por el aprendizaje individual, pero su desarrollo sí se ve perfeccionado por factores ambientales o por medio de la instrucción, por lo tanto, se puede decir que presenta componentes ontogenéticos y filogenéticos. Se ha demostrado que estas habilidades primarias, presentes en infantes de pocas semanas son, en realidad, dos subsistemas independientes que nos permiten representar conjuntos: el sistema de seguimiento de objetos (SSO) y el sistema numérico aproximado (SNA; Feigenson et al., 2004). Ambos sistemas están limitados en su capacidad y/o en su precisión de representación y no admiten conocimientos matemáticos más complejos. El SSO es un sistema de naturaleza discreta y visoespacial que permite monitorear hasta 3 o 4 elementos en paralelo,

permitiendo extraer su numerosidad de forma exacta y automática sin el apoyo de una etiqueta numérica (Carey, 2004). Este sistema permite que los infantes de cuatro a seis meses sean sensibles a cambios en los conjuntos pequeños, gracias a un proceso que se ha denominado en lengua inglesa *subitizing*, sin traducción literal al español (Butterworth, 2005).

Por otro lado, el SNA es de carácter analógico y permite estimar cantidades superiores a las que soporta el SLO. Estas representaciones son imprecisas, dado que están sujetas a la ley psicofísica de Weber-Fechner (Dehaene, 2011), que explica que la percepción de cambio en una magnitud física, en este caso la numerosidad, dependerá de la intensidad del cambio. La ley de Weber-Fechner impone limitaciones al SNA ya que solo cambios de intensidades relativas serán percibidas, lo que se ha observado consistentemente en tareas de comparación numérica (Ansari, 2008), donde se debe determinar el mayor de una pareja de conjuntos, y de donde se desprenden el efecto de tamaño y el efecto de distancia (Moyer y Landauer, 1967). El primer efecto hace referencia a que discriminamos con mayor facilidad conjuntos de menor magnitud, es decir, es más sencillo comparar y diferenciar conjuntos de 25 vs 50 elementos, que de 75 vs 100 elementos. El efecto de distancia implica que discriminemos más fácilmente entre dos conjuntos con mayor distancia numérica (por ejemplo, entre 25 vs 50), que entre conjuntos con menor diferencia (como 25 vs 30). Así, se ha visto que a los 6 años de edad somos capaces de distinguir numerosidades en una relación de 1:2, esto es, que pueden diferenciar entre conjuntos de 8 y 16 elementos, pero no de 8 y 12. Al borde de los 10 meses ya somos capaces de discriminar en una relación de 1:1.5, lo que significa que pueden distinguir entre numerosidades de 8 y 12 elementos respectivamente, pero no de 8 y 10 (Xu y Arriaga, 2007).

Tradicionalmente, se ha entendido que el sistema de representación aproximado es innato en el ser humano y otras especies. Esta concepción del SNA asume que se trata de un sistema numérico independiente de otros sistemas de procesamiento cognitivo de otras magnitudes físicas (Dehaene, 2011). En los últimos años, los investigadores en cognición numérica se están cuestionando dichos postulados. Se ha propuesto que el sistema de representación numérica preverbal podría no ser innato, sino resultar de un sistema de representación de magnitudes general (Leibovich et al., 2017; Leibovich y Ansari, 2016) discretos. Esta propuesta proviene de la constatación de que, en las tareas de comparación numérica no simbólica, utilizadas clásicamente para acceder al SNA en estudios conductuales y de neuroimagen, las propiedades físicas de los estímulos (área de los elementos del conjunto y área total del propio conjunto, densidad del conjunto, etc) correlacionan con la numerosidad del conjunto, lo que podría estar sirviendo a los participantes para responder. Hasta ahora se ejercía un estricto control de estas propiedades de los estímulos al recoger medidas puras de la numerosidad, pero los defensores de esta propuesta animan a los investigadores a replantearse el carácter innato del SNA, proponiendo la existencia de este sistema de representación de magnitudes, y no de cantidades per sé (Leibovich et al., 2017).

## 2.2. Principales hitos en la adquisición del sistema numérico simbólico

Alrededor de los dos años, los niños recitan la lista numérica de conteo en formato verbal de manera ordenada, pero no le asocian un significado (Carey, 2004). En esta edad adquieren los primeros principios de conteo, donde el principio de orden estable juega un rol crucial pues establece que el orden de las etiquetas numéricas siempre es el mismo (/uno/, /dos/, /tres/, /cuatro/...). Así mismo, el principio de correspondencia uno a uno permite establecer la relación entre conjuntos y compararlos a través del conteo, sentando la base de las relaciones numéricas (Carey y Barner, 2019). Se ha demostrado que la familiaridad con la lista de etiquetas verbales es un predictor potente para establecer la correspondencia entre los numerales y las cantidades que éstos representan (Ebersbach, 2016; Ebersbach y Erz, 2014; Lipton y Spelke, 2005). Progresivamente, en torno a los dos años y medio, comienzan a conocer y comprender el concepto de “uno”, de forma que, si se le pide explícitamente que nos entregue un elemento, son capaces de hacerlo, pero si se les pide una cantidad mayor, responden con un número aleatorio de elementos (Fuson, 1992). A medida que continua el desarrollo alcanzan a comprender la noción de “dos”, después la noción de “tres” y hasta de “cuatro”, con intervalos de tiempo considerables entre ellos (Le Corre y Carey, 2007; Wynn, 1990). Una vez comprenden el número “cuatro”, alrededor de los cuatro años, comienzan a utilizar estrategias para contar (Fuson, 1992) y desarrollan el principio de cardinalidad (Odic et al., 2015). Este principio de conteo es de vital importancia para establecer la correspondencia y determinar el número total de una colección, ya que, gracias a este, es que comprenden que el último dígito contado de un conjunto de elementos corresponde a la cantidad total (Carey, 2004; Gelman y Gallistel, 1978). A los principios anteriormente mencionados, se le suman el de irrelevancia del orden, el cual se refiere a que la disposición de los elementos no influye en determinar cuántos objetos tiene una colección, y el principio de abstracción, que nos permite agrupar colecciones de objetos diferentes y contarlos juntos como uno solo. Estos principios de conteo permiten desarrollar el conteo y guían la adquisición y ejecución de la acción aritmética (Butterworth, 2005; Gelman y Gallistel, 1978). Una vez los estudiantes han alcanzado la comprensión del número “cuatro” y han adquirido el principio de cardinalidad, el ritmo por el cual establecen la correspondencia entre números y cantidades mayores a cuatro se acelera considerablemente (Le Corre y Carey, 2007; Odic et al., 2015). Existen controversias y disparidades en la interpretación sobre cómo y por qué ocurre este proceso (Reynvoet y Sasanguie, 2016), y se ha propuesto que en este punto del desarrollo emerge el sistema numérico simbólico de forma independiente al sistema de representación aproximado (Carey, 2004), tema sobre el que se reflexionará en la siguiente sección. Recientes investigaciones han mostrado que la adquisición de la cardinalidad es un requisito para adquirir la ordinalidad y la función del sucesor (Spaepen et al., 2018), que hacen referencia al orden de los símbolos numéricos y su relación ordinal, mientras que el segundo concepto se refiere al conocimiento de que todo numeral tiene un sucesor y que la distancia entre un numeral y el siguiente es constante (Carey y Barner, 2019).

Por último, cabe destacar que el uso de cuantificadores tiene un rol sustancial en la habilidad numérica. Estas son expresiones verbales que se usan desde edades tempranas, dado que están presentes en el lenguaje coloquial o son instruidos formalmente, y que sirven para indicar cantidades de manera imprecisa, como por ejemplo: “algunos”, “todos” o “ninguno”. Se especula que sirven de soporte en el proceso de adquisición de los números cardinales (Carey, 2004; Dolscheid et al., 2017).

El desarrollo de estas habilidades nos va a permitir identificar, comprender, ordenar y operar con los símbolos numéricos arábigos, es decir, dominar el concepto del número, paso previo a al cálculo operatorio simbólico. En la Tabla 1 se muestran una serie de hitos, donde interactúan factores intrínsecos y extrínsecos al individuo, y que son necesarios para la adquisición del sistema numérico simbólico.

TABLA I  
Síntesis de los hitos del desarrollo del número en edades tempranas

<i>Años</i>	<i>Meses</i>	<i>Hitos</i>	<i>Autores</i>
0	0	Los seres humanos nacen con dos sistemas de representación innato: el sistema de representación aproximado y el sistema de representación exacto.	Feigenson y Carey, 2003; Feigenson et al., 2004.
		Pueden discriminar pequeñas cantidades y agregar y/o quitar un elemento.	Keating, 1983.
		En la etapa preverbal, los niños presentan un sentido numérico intuitivo de número aproximado.	Dehaene, 2011.
	6	A los seis meses, pueden discriminar con éxito conjuntos con una relación de 1:2.	Xu y Spelke, 2000; Lipton y Spelke, 2003.
		Discriminan el aumento de las numerosidades.	Brannon, 2002.
		Surge la memoria semántica.	Papalia, 1998.
10	Pueden discriminar conjuntos con una proporción 1:1.5	Xu y Arriaga, 2007.	
2	0	Los niños son capaces de recitar la lista de conteo (de forma verbal) en orden, pero sin significado.	Fuson, 1992; Le Corre y Carey, 2007.
	6	Comienzan a reconocer y comprender el significado la cantidad “uno”, siendo capaces de entregar correctamente un objeto.	Fuson, 1992; Odic, Le Corre y Halberda, 2015.
		Reconocen que las etiquetas numéricas diferentes a uno representan cantidades mayores, pero no son capaces de representar estas cantidades de forma exacta.	Potter y Levy, 1968.
		Posterior a la adquisición del número “uno” se comienza a desarrollar el significado de la cantidad “dos” de forma progresiva, convirtiéndose en “one – knowers y two – knowers”	Wynn, 1992; Odic et al., 2015.
	Se subestima en tareas de producción (estimación simbólica a no simbólica).	Odic et al., 2015.	



3	0	Comienzan a comprender el significado de “tres”. Por lo tanto, se convierten en “Three – Knowers”	Wynn, 1992.
		Luego de comprender el “tres” adquieren el significado de “cuatro”, convirtiéndose en “Four – Knowers”.	Wynn, 1992.
	6	Son capaces de enfrentarse a tareas de producción (estimación de simbólico a no simbólico), sin que aparezca sesgo de estimación.	Odic et al., 2015.
4	0	Comienzan a desarrollar el principio de cardinalidad.	Carey, 2007.
		Comienzan a utilizar estrategias de conteo, como el uso de los dedos.	Fuson, 1992.
	6	Desde esta edad sobrestiman en tareas de producción (estimación simbólica a no simbólica). Desarrollo de la ordinalidad y la función del sucesor	Odic et al., 2015. Spaepen, Gunderson, Gibson y Goldin-Meadow, 2018
5 años	0 meses	Son capaces de estimar cantidades hasta el 100.	Lipton y Spelke, 2015.
		Hasta esta edad, se desarrolla la relación entre cuantificadores y números.	Banner, Chow y Yang, 2009.
		Comienzan a distinguir dígitos arábigos de otros símbolos.	Noël, 2001.
		Se consolida la correspondencia entre el Sistema numérico aproximado y las etiquetas numéricas verbales. Además, pueden realizar sumas de pequeñas cantidades, sin una intencionalidad explícita de usar el conteo.	Libertus, 2016.
	6 meses	Cuentan correctamente hasta el 40. Establecen la subitización, es decir, estiman la cantidad de elementos de una colección. Cuentan números de uno y dos dígitos.	Starkey y Gelman, 1982. Starkey y Gelman, 1982. Carpenter y Moser, 1982.
6 años.	0 meses	Integran habilidades cuantitativas preverbales y esquemas de conteo, para desarrollar una línea numérica mental.	Siegler y Booth, 2004.
Entre los 6 y 8 años.		Este es un periodo crítico para que el sistema simbólico, comience a servir de apoyo (andamiaje) para el sistema no simbólico.	Vanbist, 2017.
		Logran hacer comparaciones de magnitudes simbólicas.	Griffin, 2002; Griffin, 2004.

### 2.3. *Adquisición y desarrollo de la correspondencia entre numerosidades y numerales*

El SNA es de naturaleza aproximada, y aunque va ganando precisión con el desarrollo del individuo, jamás nos permitirá representar cantidades de forma exacta (Ansari, 2008; Dehaene, 2011). Para poder hacerlo, el ser humano ha desarrollado el sistema numérico simbólico (SNS), gracias al cual asignamos etiquetas simbólicas, ya sea en formato verbal oral (/cinco/) o escrito (CINCO) o en formato visual arábigo (5), para poder manipular cantidades exactas. Este sistema se consolida a partir de los 5 o 6 años de edad, como ya se ha dicho, gracias a la instrucción formal, al efecto de ambientes de aprendizaje informales y al desarrollo de las habilidades numéricas iniciales ya mencionadas. Este proceso de enculturización modifica estructuras neurocognitivas que originalmente podrían ser funcionalmente específicas para la habilidad numérica o no, con el fin de adaptarse al medio numérico, permitiéndonos aprender los numerales, operar con ellos y alcanzar conceptos matemáticos complejos (Ansari, 2008; Geary, 1995; Núñez, 2017). Aunque el debate sobre la adquisición del sistema simbólico en base a los sistemas numéricos preverbales sigue sin estar resuelto (Leibovich y Ansari, 2016), sí sabemos que durante estas tempranas edades se integran las habilidades cuantitativas preverbales y los esquemas de conteo para desarrollar una línea numérica mental. Variados estudios han comprobado la relación entre estos sistemas, mostrando cómo los niños progresivamente establecen la correspondencia entre el número y su etiqueta numérica visual, es decir, llegan a establecer la relación entre representaciones no simbólicas y simbólicas (Libertus, 2015; Mundy y Gilmore, 2009).

Establecer la correspondencia entre los numerales y las cantidades que éstos representan es un proceso lento y complejo e implica establecer la relación entre la representación simbólica y aproximada de una cantidad. Una de las principales controversias actuales en relación con cómo se establece la correspondencia entre símbolos numéricos y las cantidades que representan es el llamado en inglés *symbol grounding problem* (Leibovich y Ansari, 2016; Merkley y Ansari, 2016; Reynvoet y Sasanguie, 2016; Szkludlarek y Brannon, 2017). Existen dos principales posturas para explicar la adquisición del sistema simbólico. La primera, la hipótesis de correspondencia con el SNA (Dehaene, 2011), tradicionalmente propone que el significado de los símbolos numéricos (ya sea en formato verbal como arábigo), se establece a partir de su representación

aproximada. Esta postura se basa en cuatro hallazgos: el carácter innato del sistema de representación numérico; la similitud que muestra el desempeño en tareas de comparación simbólica y no simbólica, donde aparecen los mismos efectos de distancia y tamaño; el solapamiento en activación de áreas cerebrales al resolver tareas simbólicas y no simbólicas; y la relación predictiva del SNA sobre la habilidad de cálculo (Dehaene, 2011). Esta postura ha captado la atención de los investigadores en las últimas décadas, pero se ha propuesto una alternativa que está ganando reconocimiento: la hipótesis de asociación símbolo-símbolo (Reynvoet y Sasanguie, 2016), originalmente concebida como la hipótesis del bootstrapping (Carey, 2004, 2009). Esta alternativa propone que el SNS es un sistema cualitativamente independiente al SNA, que surge de forma espontánea gracias a la instrucción formal e informal. Así, el SNS tendría su origen en el SSO, gracias al cual comprendemos las primeras palabras de los números y nos permite establecer el orden entre los símbolos numéricos, que después se generalizarían a cantidades mayores. El conocimiento de la lista de conteo permitiría generalizar este conocimiento ordinal a los símbolos arábigos. Con posterioridad, estableceríamos la correspondencia entre etiquetas verbales y símbolos arábigos con las representaciones aproximadas que representan. Para que este proceso de lugar, se han propuesto como elementos clave la ordinalidad, el valor cardinalidad y la función del sucesor, donde las habilidades verbales como la lista de conteo juegan un rol crucial indispensable (Leibovich y Ansari, 2016; Merkley y Ansari, 2016; Reynvoet y Sasanguie, 2016).

En línea con esto, se ha propuesto que si el SNS y el SNA son sistemas independientes, en el momento de establecer la correspondencia entre ellos, una vez se ha adquirido la lista de conteo y su orden, se daría un efecto de transferencia de la exactitud del SNS sobre el SNA (Goffin y Ansari, 2019; Szkudlarek y Brannon, 2017; Wong et al., 2016). Por ejemplo, (Matejko y Ansari, 2016) evaluaron longitudinalmente (3 veces a lo largo de un año académico) a 30 estudiantes de primer grado con tareas de comparación simbólica y no simbólica. El desempeño fue mejor en la tarea de procesamiento no simbólico al comienzo del primer grado, pero fue equivalente al final del año escolar. Además, el procesamiento simbólico predijo el procesamiento no simbólico en la primera mitad del año escolar, pero no a la inversa. Estos autores concluyeron que las habilidades simbólicas numéricas no dependen de las representaciones numéricas aproximadas y sugirieron que podría haber un efecto de transferencia de exactitud del sistema simbólico al sistema preverbal aproximado.

#### 2.4. *El SNA y el SNS como predictores de la habilidad de cálculo*

Aunque existen controversias sobre la relación entre el SNA y el SNS y el proceso de adquisición del segundo (Reynvoet y Sasanguie, 2016), uno de los principales focos de la investigación en cognición numérica de los últimos años ha sido en determinar el impacto de ambos sistemas en la adquisición y desarrollo de la habilidad aritmética, dado que está en la base de la habilidad matemática posterior (Duncan et al., 2007). Tras numerosos estudios, en su mayoría correlacionales, se ha sugerido que, si bien el SNA tiene importancia en el desarrollo de habilidades de cálculo (Chen y Li, 2014), se ha encontrado un efecto mayor del SNS sobre las mismas (Schneider et al., 2017), ya que las representaciones simbólicas actúan de manera más precisa permitiendo a los humanos representar grandes cantidades de manera exacta (Carey, 2004; Mussolin, Nys, Leybaert, y Content, 2016). Con todo, se ha demostrado que el SNA influye directamente en la habilidad de cálculo, como en adiciones complejas, sustracciones y adiciones elementales (Chen y Li, 2014; Guillaume, Nys, Mussolin, y Content, 2013), no obstante, se ha propuesto que el hecho de adquirir el sistema simbólico conlleva un refinamiento del SNA como consecuencia de la correspondencia entre el SNA y el SNS (Goffin y Ansari, 2019). Esto permitiría el desarrollo de las habilidades de cálculo y la selección de estrategias de cálculo eficientes, explicando que ambos sean predictores de la habilidad.

Por otro lado, más allá del grado de predicción de cada sistema de representación, de forma independiente, sobre la habilidad aritmética, cabe destacar que las diferencias individuales en la transcodificación entre ellos predicen también la habilidad aritmética posterior (Wong, Ho, y Tang, 2016). De acuerdo con esto, Purpura, Baroody y Lonigan (2013) encontraron que el conocimiento simbólico (transcodificación entre números, palabras de números y matrices de conjuntos no simbólicas) medió la transición longitudinal de las habilidades de cálculo numérico informal al logro de las matemáticas formales. Además, sus resultados fueron respaldados por Libertus, Odic, Feigenson y Halberda (2016), quienes descubrieron que la transcodificación predecía las habilidades matemáticas formales, incluso cuando controlaban la edad y la precisión del SNA. Es más, la transcodificación mediaba el vínculo entre la precisión del SNA y la capacidad matemática general. Por lo tanto, parece que a medida que se establece este proceso de transcodificación, el desarrollo de la habilidad aritmética se ve beneficiado, lo que subraya la importancia de una instrucción adecuada antes y durante los primeros años de escolarización.

Diversos autores están focalizando sus investigaciones en el impacto que tiene la ordinalidad sobre la adquisición del sistema simbólico y su impacto posterior sobre la habilidad de cálculo. Se ha visto que la capacidad para ordenar series de símbolos arábigos está directamente relacionada con la adquisición del sistema numérico simbólico (Lyons, Vogel, y Ansari, 2016) y que además ésta es un predictor muy potente de la habilidad aritmética posterior (Goffin y Ansari, 2016; Lyons, Price, Vaessen, Blomert, y Ansari, 2014; O'Connor, Morsanyi, y McCormack, 2018). Lyons, et al., (2014) encontraron que el valor predictivo de la ordinalidad aumento durante la enseñanza básica, llegando a ser, incluso, el predictor más potente en 6° básico de entre todos los que se habían evaluado. De hecho, la conclusión final de dicho estudio fue que el efecto relativo del procesamiento numérico simbólico sobre la habilidad aritmética mostraba un cambio evolutivo desde el procesamiento cardinal al procesamiento ordinal, destacando el peso que tiene la ordinalidad en el desarrollo de la habilidad numérica.

## *2.5. Procesos cognitivos de dominio general implicados en el desarrollo de la habilidad numérica*

No cabe duda de que los sistemas preverbales de representación numérica están en la base de la habilidad numérica temprana y de la habilidad aritmética posterior, pero no son suficientes para alcanzar desarrollos óptimos de éstas que nos lleven al éxito matemático. Los procesos cognitivos de dominio general juegan un rol fundamental desde edades tempranas y a lo largo de la escolaridad, funcionando como mecanismos cognitivos de soporte (Geary, 1995). Existen evidencias del impacto inicial de estos procesos cognitivos, donde se han destacado las funciones ejecutivas, especialmente la memoria de trabajo, el procesamiento visoespecial, la inteligencia y las habilidades lingüísticas como precursores moderados de las habilidades numéricas y matemáticas en edad escolar (Chu, vanMarle, y Geary, 2015; Fuchs, Geary, Fuchs, Hamlett, y Bryant, 2010; Geary, Nicholas, Li, y Sun, 2017; Hornung, Schiltz, Brunner, y Martin, 2014; Träff, 2013; Vanbinst y De Smedt, 2016). Por ejemplo, Geary, et al. (2017) encontraron que la inteligencia, la memoria de trabajo y la lectura tenían un efecto sobre el rendimiento matemático estable, a diferencia de los procesos cognitivos de dominio específico estudiados, cuyo impacto aumentaba progresivamente. Así, Hornung, et al. (2014) concluyeron que la inteligencia, la memoria de trabajo y el vocabulario eran procesos centrales para el desarrollo de la competencia numérica en edades tempranas, mientras que la habilidad numérica inicial era clave para el rendimiento matemático al

inicio de la Educación Básica. Chu, et al. (2015) mostraron que la inteligencia y una medida general de funcionamiento ejecutivo predijeron el crecimiento en las habilidades cuantitativas básicas. Los autores concluyeron, en la misma línea, que aunque el rendimiento matemático era resultado de la combinación de procesos cognitivos de dominio general y específico, estos últimos resultaban más potentes, especialmente al final de edad preescolar. En la misma línea, el estudio de Vanbinst y De Smedt (2016) arrojó resultados similares, permitiéndoles concluir que, aunque el procesamiento numérico simbólico era el predictor que mejor explicaba las diferencias individuales entre estudiantes, el ejecutivo central jugaba un rol importante, dependiente de la etapa educativa y la experiencia.

Fuchs, et al. (2010) estudiaron el efecto de diferentes predictores cognitivos de dominio general (ejecutivo central, memoria de trabajo verbal y espacial, velocidad de procesamiento, atención, habilidad lingüística e inteligencia) así como procesos cognitivos específicos de la habilidad numérica sobre el cálculo aritmético y la resolución de problemas matemáticos. Sus resultados arrojaron evidencias de que las habilidades numéricas específicas tenían pesos específicos sobre cada una de estas habilidades matemáticas, mientras que los procesos cognitivos generales tenían contribuciones tanto a la resolución de cálculos como de problemas matemáticos. En línea con sus resultados, Träff (2013) llegó a la misma conclusión encontrando que la memoria de trabajo verbal, el procesamiento visoespacial, la fluidez verbal y la inteligencia no verbal contribuían a ambos dominios de la habilidad matemática. Por su lado, en un reciente estudio, Gashaj, Oberer, Mast y Roebers (2019), demostraron que las funciones ejecutivas (en este caso memoria de trabajo visoespacial, inhibición y flexibilidad) eran predictores de la habilidad simbólica en prekínder, pero que las habilidades motoras (gruesas y finas) lo eran de la habilidad numérica no simbólica. Por último, el procesamiento fonológico ha resultado ser un predictor determinante para el almacenamiento de hechos numéricos, componente central de la habilidad aritmética (Dehaene et al., 2003; Simmons, Singleton, y Horne, 2008).

El impacto y el tipo de contribución cognitiva que tienen los procesos de dominio general sobre la habilidad numérica y el rendimiento aritmético varía en función de la edad y de los componentes aritméticos estudiados. Estudios de neuroimagen han confirmado el efecto evolutivo de esta contribución, mostrando que el cerebro sufre una especialización neurofuncional de determinadas redes neuronales. Específicamente, se ha evidenciado que las estrategias iniciales

empleadas por niños durante el procesamiento del número simbólico se basan en regiones prefrontales que se relacionan con procesos de control cognitivo, atención y memoria, más que en áreas exclusivas de procesamiento aritmético (Ansari, García, Lucas, Hamon, y Dhital, 2005; Kaufmann et al., 2006). A lo largo del desarrollo, con la adquisición de competencias lingüísticas y el entrenamiento de las habilidades numéricas, las regiones parietales adquieren funciones que permiten la asociación entre las representaciones numéricas aproximadas y símbolos numéricos o la adopción de diferentes estrategias para resolver cálculos (Ansari, 2008; Bugden, DeWind, y Brannon, 2016; Emerson y Cantlon, 2015; Sokolowski, Fias, Mousa, y Ansari, 2017).

### 3. INFLUENCIA DEL CONTEXTO EN EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD NUMÉRICA

Más allá de los factores intrínsecos que determinan el desarrollo de la habilidad numérica, la influencia de factores extrínsecos es imprescindible para lograr los principales hitos que nos llevarán al éxito en el área matemática. Estos factores extrínsecos se pueden dividir en la instrucción o entrenamiento formal de la habilidad numérica y aritmética, por una parte, y en la influencia que ejerce la diversidad de contextos no formales, donde destaca el ambiente familiar, determinado por el estatus socioeconómico de las familias y el ambiente de aprendizaje en el hogar.

#### 3.1. *Instrucción formal de las habilidades numéricas*

Desde hace décadas, la investigación en psicología cognitiva y en neurociencia cognitiva ha arrojado evidencias que aportaron sustancialmente al diseño de políticas públicas en educación, en la forma de currículos educativos, donde se determinan los hitos que nuestros estudiantes deben alcanzar. La mayoría de estas propuestas provienen de estudios correlacionales, de donde es complejo formular atribuciones causales al efecto de entrenar determinados procesos cognitivos específicos en favor del desarrollo de la habilidad numérica, con el fin de impactar sobre el aprendizaje del cálculo y la matemática posterior. Con todo, en los últimos

años se han llevado a cabo estudios para poner a prueba el efecto del entrenamiento de diversas habilidades numéricas, específicamente, del procesamiento numérico simbólico y no simbólico. Algunas de estas investigaciones se han centrado en determinar qué actividades pedagógicas permiten un mejor desarrollo de las habilidades numéricas, mientras que otras se han centrado en investigar qué tareas mejoran las habilidades aritméticas exactas. Para el desarrollo de habilidades numéricas simbólicas como la cardinalidad, la representación en la línea numérica mental, la comparación e la identificación numérica y el conteo, se han entrenado de forma efectiva con tareas de tipo simbólico, como la cardinalidad (contar primero y luego etiquetar), la estimación simbólica, el conteo y la identificación numérica, pero también mediante el uso de tareas de entrenamiento no simbólico, como la comparación y la estimación no simbólica (Paliwal y Baroody, 2018; Siegler y Ramani, 2008; Van Herwegen, Costa, Nicholson, y Donlan, 2018). Por otra parte, para el mejoramiento de la habilidad numérica no simbólica, se ha comprobado el impacto positivo de tareas de entrenamiento no simbólico, como la comparación, la estimación y la aritmética no simbólica. No obstante tareas de entrenamiento simbólico como el conteo, la estimación y la identificación numérica también resultaron efectivas para entrenar la habilidad no simbólica (Obersteiner, Reiss, y Ufer, 2013; Park y Brannon, 2013; Siegler y Ramani, 2008; Van Herwegen et al., 2018). En cuanto al desarrollo de las habilidades aritméticas exactas, se ha demostrado que las actividades de entrenamiento enfocadas en las representaciones no simbólicas poseen un efecto en el mejoramiento del cálculo, principalmente la tarea de cálculo no simbólico, así como la tarea de comparación no simbólica (Au, Jaeggi, y Buschkuehl, 2018; Hyde, Khanum, y Spelke, 2014; Maertens, De Smedt, Sasanguie, Elen, y Reynvoet, 2016; Park y Brannon, 2013, 2014). Sin embargo, para Van Herwegen, et al. (2018), el cálculo se entrena efectivamente tanto con tareas simbólicas (conteo e identificación numérica) como con tareas no simbólicas (estimación y comparación no simbólica). Con todo, se ha visto que el conocimiento del número es un predictor robusto del logro matemático, ya que media la transición entre el aprendizaje informal y el formal de la habilidad matemática, por lo que debería ser introducido en actividades no formales en el hogar (Purpura et al., 2013). Específicamente, se ha propuesto que la cardinalidad, la ordinalidad, la identificación numérica y la función del sucesor son los componentes cognitivos clave que mediarán el aprendizaje de la matemática formal a partir del entrenamiento de habilidad numéricas no formales, como la lista de conteo (Carey y Barner, 2019; Merkley y Ansari, 2016).



### 3.2. *Implementación del currículo matemático: el ejemplo de Chile*

En Chile, el desarrollo de las habilidades numéricas figura en el currículo nacional, promoviendo el trabajo de estas habilidades en edades tempranas. Actualmente el instrumento que se encarga de recoger estos objetivos de trabajo son las Bases Curriculares de Educación Parvularia (MINEDUC, 2018a) y las Bases Curriculares para Educación Básica (MINEDUC, 2018b). Estas, además de seleccionar y organizar los contenidos esenciales a enseñar, dividen a la población por tramos y cursos, con la finalidad asegurar que cada contenido se ajuste al estadio de desarrollo de un individuo. Los tramos asignados para la infancia son de 0 a 2 años (primer tramo), de 2 a 4 (segundo tramo) y de 4 a 6 años (tercer tramo). En esta edad es que se separa la educación preescolar de la básica, la cual comienza a los 6 años en primer año básico, 7 en segundo básico y así sucesivamente hasta octavo básico. Los hitos del desarrollo de las habilidades que se encuentran explícitas en el curriculum se enfocan en el empleo de cuantificadores en situaciones cotidianas, así como en la verbalización de algunos números dentro de un contexto de juego para el nivel de 2 años. Los estudiantes de 4 años deben progresar en el empleo de cuantificadores al comparar cantidades de objetos en situaciones cotidianas o de juego, e ir empleando progresivamente los números para contar, identificar, cuantificar y comparar cantidades, hasta el 10 e indicar orden o posición de algunos elementos en situaciones cotidianas o juegos. Deben representar progresivamente, números y cantidades en forma concreta y pictórica hasta el 10 y resolver progresivamente problemas simples, de manera concreta y pictórica, agregando o quitando hasta 5 elementos. Los estudiantes de 6 años deben haber adquirido el principio de cardinalidad, emplear los números para contar, identificar, cuantificar y comparar cantidades hasta el 20 e indicar orden o posición de algunos elementos en situaciones cotidianas o juegos, así como representar números y cantidades hasta el 10, en forma concreta, pictórica y simbólica. Además, deben ser capaces de resolver problemas simples de manera concreta y pictórica agregando o quitando hasta 10 elementos, comunicando las acciones llevadas a cabo. (MINEDUC, 2018a).

Cierto es que las habilidades numéricas iniciales que se han destacado en este trabajo están presentes en el currículo nacional, pero su mención es ciertamente superficial y sin guías para que la práctica pedagógica en efecto impacte en ellas. En un contexto donde la normativa no es clara, nuestras maestras se esfuerzan en enseñar estas habilidades siguiendo una perspectiva tradicional basada en el

desarrollo del pensamiento lógico-matemático. Si a esta ecuación le sumamos el desconocimiento de nuestras profesoras sobre el desarrollo cognitivo de dominio específico del número, corremos el riesgo de no lograr adecuadamente los objetivos pedagógicos que sentarán la base de la habilidad matemática posterior.

### *3.3. Impacto del contexto familiar en el desarrollo de la habilidad numérica*

De entre los predictores más importantes del desarrollo de la habilidad numérica y del aprendizaje matemático a edades tempranas cabe destacar el impacto del contexto familiar (Anders et al., 2012; Jordan y Levine, 2009; Manolitsis, Georgiou, y Tziraki, 2013; Melhuish et al., 2008). Éste se entiende por los recursos que llegan al hogar y las interacciones entre padres e hijos, que conforman el ambiente de aprendizaje en el hogar (AAH). El estatus socioeconómico (ESE) de la familia donde crece el estudiante tiene un impacto directo sobre su aprendizaje, éste se define por los recursos económicos que llegan al hogar, el nivel de estudios de los padres, su ocupación y el lugar donde vive la familia, es decir, el nivel sociodemográfico del contexto donde vive la familia (Clements y Sarama, 2008). El ESE influye en el aprendizaje y rendimiento en matemáticas, de forma que los niños que provienen de ambientes sociofamiliares pobres rinden sustancialmente por debajo de aquellos que provienen de ambientes más ricos (National Mathematics Advisory Panel, 2008). Es creciente el número de estudios sobre el efecto de las expectativas y las actitudes de los padres, tanto sobre las matemáticas en general, como del desempeño de sus hijos en esta área. Se ha demostrado que expectativas y actitudes tienen un impacto considerable en el aprendizaje matemático (del Río, Susperreguy, Strasser, y Salinas, 2017; Susperreguy, 2016), de forma que actitudes positivas hacia las matemáticas llevan resultados de aprendizaje positivos, a mientras que los padres que transmiten a sus hijos actitudes negativas hacia las matemáticas, interfieren con su motivación, generando expectativas de fracaso en ellos.

Actualmente, los investigadores han puesto el foco en el AAH como predictor de la habilidad numérica temprana y el desempeño matemático posterior. Éste se define por las interacciones entre padres e hijos que impactan en su aprendizaje y se han clasificado en directas e indirectas (Lefevre et al., 2010; Skwarchuk, Sowinski, y LeFevre, 2014). Las interacciones directas son aquellas que los padres llevan a cabo con sus hijos de forma explícita e

intencional para ayudarles en el área de matemáticas, como practicar la lista de conteo o el cálculo aritmético. Por otro lado, las interacciones indirectas son aquellas instancias no intencionadas que tienen un efecto sobre el aprendizaje, como participar en actividades de la vida cotidiana, como ir a la compra, o participar en juegos y situaciones de ocio donde se practican los números. Aunque el AAH tiene un impacto sobre el aprendizaje matemático en general, se han determinado relaciones específicas para interacciones directas e indirectas. Las primeras parecen impactar más sobre el procesamiento numérico simbólico (Skwarchuk et al., 2014), la fluidez en cálculo aritmético (Lefevre et al., 2009), la resolución de problemas aritméticos (del Río et al., 2017) y la habilidad de conteo (Manolitsis et al., 2013), mientras que las interacciones indirectas se han relacionado de forma más general con algunos aspectos del conocimiento temprano matemático, como la identificación numérica y el cálculo aritmético simbólico (Lefevre et al., 2009) y el cálculo aritmético no simbólico (Skwarchuk et al., 2014). Se ha visto que la complejidad de las interacciones directas con que se dota a los estudiantes en el hogar determina su impacto sobre el aprendizaje, de forma que cuanto más avanzadas o complejas las interacciones, su impacto es mayor. Dada la complejidad para formular un modelo de ambiente de aprendizaje numérico en el hogar, Susperreguy, Douglas, Xu, Molina-rojas, y Lefevre (2018) han propuesto recientemente clasificar las interacciones directas en el hogar entre interacciones de correspondencia numérica y operacionales. Las primeras están relacionadas con el entrenamiento en el uso de cantidades y las diferentes formas de representarlas, incluyendo la transcodificación entre notaciones numéricas, mientras que las segundas se refieren a actividades donde se opera con cantidades en formato simbólico, ya sean actividades de cálculo operatorio como de cálculo mental. Este modelo no deja de lado las interacciones indirectas, que se compondrían de instancias de juego compartido con números.

Cabe destacar que, aunque el ESE, las actitudes y expectativas y el AAH tienen un efecto relativo sobre el aprendizaje numérico y matemático, es este último el que tiene un mayor impacto (Anders et al., 2012; Melhuish et al., 2008). Se ha visto que el AAH es un mediador de la relación entre ESE y el aprendizaje en matemáticas (Anders et al., 2012) y que aquellos padres que muestran actitudes más positivas hacia las matemáticas, reportan mayor frecuencia de interacciones que favorecen el aprendizaje (del Río et al., 2017).

#### 4. CONCLUSIONES

El presente trabajo tenía por objetivo ofrecer una revisión bibliográfica de los últimos hallazgos en cognición numérica, así como revisar los principales debates que se mantienen abiertos en esta subdisciplina de la psicología cognitiva. El fin de esta revisión fue favorecer la actualización de conocimientos en los agentes educativos de la comunidad hispanohablante. Como se ha dicho, las políticas públicas incluyen directrices sobre la enseñanza de la habilidad numérica inicial, pero su mención es demasiado superficial sin presentar una guía para nuestro profesorado, que, por otro lado, muestra desconocimiento de los principios de la psicología cognitiva con implicaciones educativas, y específicamente, en educación matemática inicial. El paradigma tradicional, con foco en el desarrollo de habilidades de carácter más general como la conservación, la clasificación, la seriación o la ordenación, es necesario para desarrollar el razonamiento lógico-matemático, pero insuficiente para alcanzar una comprensión profunda del fenómeno numérico específico. Los avances en cognición numérica han mostrado que ciertas habilidades de dominio específico sustentan la consolidación del símbolo numérico, como proceso cognitivo que nos permite manipular cantidades exactas y operar con ellas, y, por tanto, desarrollar el cálculo aritmético, que está en la base de conocimientos y procedimientos matemáticos complejos. Consecuentemente, se ha propuesto que el uso de la lista de conteo verbal, la identificación de símbolos numéricos, la cardinalidad, la ordinalidad y la función del sucesor, serían los procesos cognitivos clave que se deben trabajar durante la educación inicial, con el fin de consolidar la comprensión del sistema numérico (Carey y Barner, 2019; Merkley y Ansari, 2016). En este sentido, comprender la estructura ordinal del sistema numérico se ha mostrado como un predictor de impacto creciente para el desarrollo de la habilidad de cálculo a lo largo de Educación Básica (Lyons et al., 2014; Lyons y Ansari, 2015).

Con estos hallazgos sobre la mesa, creemos necesaria la inclusión de una aproximación pedagógica desde la psicología cognitiva del desarrollo, que impacte en el aprendizaje de nuestro estudiantado a través de las siguientes líneas de acción. En primer lugar, nuestros currículos educativos nacionales deben guiar nuestras prácticas pedagógicas hacia el desarrollo de los procesos cognitivos específicos del dominio numérico. Esta aproximación debiera acompañar y

completar las miradas tradicionales, que han tenido el foco en procesos cognitivos de naturaleza más general. Segundo, se deben incluir, como objetivo curricular, la adquisición de conocimientos en cognición numérica que lleve a competencias pedagógicas en base a evidencia empírica, en la formación inicial docente en nuestros estudios de Pedagogía en Educación Parvularia, Educación Básica y Educación Diferencial. Mejorar el conocimiento de nuestras maestras sobre la habilidad numérica inicial es una acción clave para lograr impacto educativo sobre las mismas. Tercero, debemos proporcionar guías e instancias a nuestras maestras para favorecer la motivación por la habilidad matemática temprana y su enseñanza. En la misma línea, debemos proponernos como objetivo una gestión emocional adecuada del aprendizaje matemático, dado que el rechazo que genera esta área instrumental es un fenómeno generalizado, cuyas causas son variadas, pero incluyen la transferencia del rechazo de apoderados y el profesorado hacia el alumnado. Finalmente, sería deseable abrir nuevas líneas de investigación en cognición numérica con implicaciones educativas en universidades y centros de investigación de países hispanohablantes, lo que nos permitirá estudiar el impacto educativo de estas habilidades cognitivas en nuestra propia realidad.

Es importante trabajar la función simbólica, el lenguaje matemático y el pensamiento lógico-matemático, como procesamiento cognitivo general que impacta en la habilidad numérica inicial. Esta propuesta contempla sumar el procesamiento cognitivo específico como objetivo educativo, en base a hallazgos empíricos en cognición numérica, que nos permita desarrollar prácticas pedagógicas que impacten en su desarrollo, favoreciendo la metacognición mediante el juego.

#### AGRADECIMIENTOS

Este manuscrito ha sido posible gracias al financiamiento del proyecto FONDECYT DE INICIACIÓN 11180944, financiado por ANID-CONICYT, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, y por el proyecto INDIN 07/2017, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. En ambos proyectos

el investigador responsable es el primer autor de este artículo. Los autores quisieran, además, agradecer por su colaboración a María José Sáez y a Constanza Navarro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anders, Y., Rossbach, H. G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehrl, S., y von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.08.003>
- Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 278–291. <https://doi.org/10.1038/nrn2334>
- Ansari, D., Garcia, N., Lucas, E., Hamon, K., y Dhital, B. (2005). Neural correlates of symbolic number processing in children and adults. *NeuroReport*, 16(16), 1769–1773. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000183905.23396.f1>
- Au, J., Jaeggi, S. M., y Buschkuhl, M. (2018). Effects of non-symbolic arithmetic training on symbolic arithmetic and the approximate number system. *Acta Psychologica*, 185(April 2017), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.01.005>
- Bugden, S., DeWind, N. K., y Brannon, E. M. (2016). Using cognitive training studies to unravel the mechanisms by which the approximate number system supports symbolic math ability. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.002>
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 46(1), 3–18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Carey, S. (2004). Susan Carey. *Daedalus*, Winter(1), 59–68. <https://doi.org/10.1162/001152604772746701>
- Carey, S. (2009). The Origin of Concepts. *The Origin of Concepts*, 1–608. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195367638.001.0001>
- Carey, S., y Barner, D. (2019). Ontogenetic Origins of Human Integer Representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.07.004>
- Chen, Q., y Li, J. (2014). Association between individual differences in non-symbolic number acuity and math performance: A meta-analysis. *Acta Psychologica*, 148, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.01.016>
- Chu, F. W., vanMarle, K., y Geary, D. C. (2015). Early numerical foundations of young children's mathematical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 132, 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.01.006>

- Clements, D. H., y Sarama, J. (2008). Experimental Evaluation of the Effects of a Research-Based Preschool Mathematics Curriculum. *American Educational Research Journal*, 45(2), 443–494. <https://doi.org/10.3102/0002831207312908>
- Crollen, V., Castronovo, J., y Seron, X. (2011). Under- and over-estimation: A bi-directional mapping process between symbolic and non-symbolic representations of number? *Experimental Psychology*, 58(1), 39–49. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000064>
- Dehaene, S. (2011). *The number sense*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., y Cohen, L. (2003). Three Parietal Circuits for Number Processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6), 487–506. <https://doi.org/10.1080/02643290244000239>
- del Río, M. F., Susperreguy, M. I., Strasser, K., y Salinas, V. (2017). Distinct Influences of Mothers and Fathers on Kindergartners' Numeracy Performance: The Role of Math Anxiety, Home Numeracy Practices, and Numeracy Expectations. *Early Education and Development*, 28(8), 939–955. <https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1331662>
- Dolscheid, S., Winter, C., Ostrowski, L., y Penke, M. (2017). The many ways quantifiers count: Children's quantifier comprehension and cardinal number knowledge are not exclusively related. *Cognitive Development*, 44(August), 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2017.08.004>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>; [10.1037/0012-1649.43.6.1428.supp](https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428.supp) (Supplemental)
- Ebersbach, M. (2016). Development of Children's Estimation Skills: The Ambiguous Role of Their Familiarity With Numerals. *Child Development Perspectives*, 10(2), 116–121. <https://doi.org/10.1111/cdep.12172>
- Ebersbach, M., y Erz, P. (2014). Symbolic versus non-symbolic magnitude estimations among children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 128, 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.06.005>
- Emerson, R. W., y Cantlon, J. F. (2015). Continuity and change in children's longitudinal neural responses to numbers. *Developmental Science*, 18(2), 314–326. <https://doi.org/10.1111/desc.12215>
- Feigenson, L., Dehaene, S., y Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>
- Fuchs, L. S., Geary, D. C., Fuchs, D., Hamlett, C. L., y Bryant, J. D. (2010). Do Different Types of School Mathematics Development Depend on Different Constellations of Numerical versus General Cognitive Abilities? *Developmental Psychology*, 46(6), 1731–1746. <https://doi.org/10.1037/a0020662>.Do
- Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*. (pp. 243–275). New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., y Roebers, C. M. (2019). Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 182, 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.021>

- Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition. Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50(1), 24–37.
- Geary, D. C., Nicholas, A., Li, Y., y Sun, J. (2017). Developmental Change in the Influence of Domain-General Abilities and Domain-Specific Knowledge on Mathematics Achievement : An Eight-Year Developmental Change in the Influence of Domain-General Abilities and Domain-Specific Knowledge on Mathematics Achie. *Journal of Educational Psychology*, 109(5), 680–693. <https://doi.org/10.1037/edu0000159>
- Gelman, R., y Gallistel, C. R. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Goffin, C., y Ansari, D. (2016). Beyond magnitude: Judging ordinality of symbolic number is unrelated to magnitude comparison and independently relates to individual differences in arithmetic. *Cognition*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.01.018>
- Goffin, C., y Ansari, D. (2019). How Are Symbols and Nonsymbolic Numerical Magnitudes Related? Exploring Bidirectional Relationships in Early Numeracy. *Mind, Brain, and Education*, 13(3), 143–156. <https://doi.org/10.1111/mbe.12206>
- Guillaume, M., Nys, J., Mussolin, C., y Content, A. (2013). Differences in the acuity of the Approximate Number System in adults: The effect of mathematical ability. *Acta Psychologica*, 144(3), 506–512. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.09.001>
- Holloway, I. D., y Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(1), 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.001>
- Hornung, C., Schiltz, C., Brunner, M., y Martin, R. (2014). Predicting first-grade mathematics achievement: The contributions of domain-general cognitive abilities, nonverbal number sense, and early number competence. *Frontiers in Psychology*, 5(APR). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00272>
- Hyde, D. C., Khanum, S., y Spelke, E. S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children. *Cognition*, 131(1), 92–107. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.12.007>
- Jiménez-Lira, C., Carver, M., Douglas, H., y LeFevre, J. A. (2017). The integration of symbolic and non-symbolic representations of exact quantity in preschool children. *Cognition*, 166, 382–397. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.05.033>
- Jordan, N. C., y Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 60–68. <https://doi.org/10.1002/drr.46>
- Kaufmann, L., Koppelstaetter, F., Siedentopf, C., Haala, I., Haberlandt, E., Zimmerhackl, L. B., ... Ischebeck, A. (2006). Neural correlates of the number-size interference task in children. *NeuroReport*, 17(6), 587–591. <https://doi.org/10.1097/00001756-200604240-00007>
- 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(2), 395–438. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.10.005>
- Lefevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., y Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to Mathematics: Longitudinal Predictors of Performance. *Child Development*, 81(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>



- Lefevre, J. A., Kvarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., y Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 41(2), 55–66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- Leibovich, T., y Ansari, D. (2016). The symbol-grounding problem in numerical cognition: A review of theory, evidence, and outstanding questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 70(1), 12–23. <https://doi.org/10.1037/cep0000070>
- Leibovich, T., Katzin, N., Harel, M., y Henik, A. (2017). From “sense of number” to “sense of magnitude”: The role of continuous magnitudes in numerical cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 40. <https://doi.org/10.1017/S0140525X16000960>
- Libertus, M. E. (2015). The role of intuitive approximation skills for school math abilities. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 112–120. <https://doi.org/10.1111/mbe.12072>
- Libertus, M. E., Odic, D., Feigenson, L., y Halberda, J. (2016). The precision of mapping between number words and the approximate number system predicts children's formal math abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.06.003>
- Lipton, J. S., y Spelke, E. S. (2005). Preschool Children's Mapping of Number Words to Nonsymbolic Numerosities. *Child Development*, 76(5), 978–988.
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L., y Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental Science*, 17(5), 714–726. <https://doi.org/10.1111/desc.12152>
- Lyons, I. M., Vogel, S. E., y Ansari, D. (2016). On the ordinality of numbers: A review of neural and behavioral studies. *Progress in Brain Research* (1st ed., Vol. 227). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.010>
- Lyons, Ian M, y Beilock, S. L. (2013). Ordinality and the Nature of Symbolic Numbers, 33(43), 17052–17061. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1775-13.2013>
- Maertens, B., De Smedt, B., Sasanguie, D., Elen, J., y Reynvoet, B. (2016). Enhancing arithmetic in pre-schoolers with comparison or number line estimation training: Does it matter? *Learning and Instruction*, 46, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.08.004>
- Manolitsis, G., Georgiou, G. K., y Tziraki, N. (2013). Examining the effects of home literacy and numeracy environment on early reading and math acquisition. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(4), 692–703. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2013.05.004>
- Matejko, A. A., y Ansari, D. (2016). Trajectories of symbolic and nonsymbolic magnitude processing in the first year of formal schooling. *PLoS ONE*, 11(3), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149863>
- Mejias, S., y Schiltz, C. (2013). Estimation abilities of large numerosities in Kindergartners. *Frontiers in Psychology*, 4(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00518>
- Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., y Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, 64(1), 95–114. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x>
- Merkley, R., y Ansari, D. (2016). Why numerical symbols count in the development of mathematical skills: Evidence from brain and behavior. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.006>

- Moyer, R. S., y Landauer, T. K. (1967). Time required for judgements of numerical inequality. *Nature*, 215, 1519–1520. <https://doi.org/10.1038/2151519a0>
- Mundy, E., y Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 490–502. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.02.003>
- Mussolin, C., Nys, J., Leybaert, J., y Content, A. (2016). How approximate and exact number skills are related to each other across development: A review. *Developmental Review*, 39, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2014.11.001>
- Núñez, R. E. (2017). Is There Really an Evolved Capacity for Number? *Trends in Cognitive Sciences*, 21(6), 409–424. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.03.005>
- O'Connor, P. A., Morsanyi, K., y McCormack, T. (2018). Young children's non-numerical ordering ability at the start of formal education longitudinally predicts their symbolic number skills and academic achievement in maths. *Developmental Science*, 21(5), 1–16. <https://doi.org/10.1111/desc.12645>
- Obersteiner, A., Reiss, K., y Ufer, S. (2013). How training on exact or approximate mental representations of number can enhance first-grade students' basic number processing and arithmetic skills. *Learning and Instruction*, 23(1). <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.08.004>
- Odic, D., Le Corre, M., y Halberda, J. (2015). Children's mappings between number words and the approximate number system. *Cognition*, 138(May), 102–121. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.01.008>
- Paliwal, V., y Baroody, A. J. (2018). Early Childhood Research Quarterly How best to teach the cardinality principle? *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.03.012>
- Park, J., y Brannon, E. M. (2013). Training the Approximate Number System Improves Math Proficiency. *Psychological Science*, 24(10). <https://doi.org/10.1177/0956797613482944>
- Park, J., y Brannon, E. M. (2014). Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism. *Cognition*, 133(1). <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.06.011>
- Purpura, D. J., Baroody, A. J., y Lonigan, C. J. (2013). The transition from informal to formal mathematical knowledge: Mediation by numeral knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 453–464. <https://doi.org/10.1037/a0031753>
- Reynvoet, B., y Sasanguie, D. (2016). The Symbol Grounding Problem Revisited: A Thorough Evaluation of the ANS Mapping Account and the Proposal of an Alternative Account Based on Symbol – Symbol Associations, 7(October), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01581>
- Ritchie, S. J., y Bates, T. C. (2013). Enduring Links From Childhood Mathematics and Reading Achievement to Adult Socioeconomic Status. *Psychological Science*, 24(7), 1301–1308. <https://doi.org/10.1177/0956797612466268>
- Schneider, M., Beeres, K., Coban, L., Merz, S., Susan Schmidt, S., Stricker, J., y De Smedt, B. (2017). Associations of non-symbolic and symbolic numerical magnitude processing with mathematical competence: a meta-analysis. *Developmental Science*, 20(3), 1–16. <https://doi.org/10.1111/desc.12372>

- Siegler, R. S., y Ramani, G. B. (2008). Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. *Developmental Science*, 11(5), 655–661. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00714.x>
- Simmons, F., Singleton, C., y Horne, J. (2008). Brief report - Phonological awareness and visual-spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: Evidence from a longitudinal study. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20(4), 711–722. <https://doi.org/10.1080/09541440701614922>
- Skwarchuk, S. L., Sowinski, C., y LeFevre, J. A. (2014). Formal and informal home learning activities in relation to children's early numeracy and literacy skills: The development of a home numeracy model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 121(1), 63–84. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.006>
- Sokolowski, H. M., Fias, W., Mousa, A., y Ansari, D. (2017). Common and distinct brain regions in both parietal and frontal cortex support symbolic and nonsymbolic number processing in humans: A functional neuroimaging meta-analysis. *NeuroImage*, 146(October 2016), 376–394. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.10.028>
- 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(July), 59–81. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.012>
- Susperreguy, M. I. (2016). Math Talk Between Children and Mothers and Its Connection to Math-Related Practices in the Home Setting. In P. E. Davis-Kean y S. Tang (Eds.), *Socializing Children Through Language* (pp. 81–109). London, UK: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803624-2.00004-7>
- Susperreguy, M. I., Douglas, H., Xu, C., Molina-Rojas, N., y LeFevre, J. A. (2018). Expanding the Home Numeracy Model to Chilean children: Relations among parental expectations, attitudes, activities, and children's mathematical outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.06.010>
- Szkudlarek, E., y Brannon, E. M. (2017). Does the Approximate Number System Serve as a Foundation for Symbolic Mathematics? *Language Learning and Development*, 00(00), 1–20. <https://doi.org/10.1080/15475441.2016.1263573>
- Teghtsoonian, R. (1973). Range effects in psychophysical scaling and a revision of Steven's law. *The American Journal of Psychology*, 86, 3–27.
- Träff, U. (2013). The contribution of general cognitive abilities and number abilities to different aspects of mathematics in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116(2), 139–156. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.04.007>
- Van Herwegen, J., Costa, H. M., Nicholson, B., y Donlan, C. (2018). Improving number abilities in low achieving preschoolers: Symbolic versus non-symbolic training programs. *Research in Developmental Disabilities*, 77(March), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.03.011>
- Vanbinst, K., y De Smedt, B. (2016). Individual differences in children's mathematics achievement: The roles of symbolic numerical magnitude processing and domain-general cognitive functions. *Progress in Brain Research*, 1–26. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.001>

- Wong, T. T. Y., Ho, C. S. H., y Tang, J. (2016). The relation between ANS and symbolic arithmetic skills: The mediating role of number-numerosity mappings. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.06.003>
- Wynn, R. E. N. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155–193.
- Xu, F., y Arriaga, R. I. (2007). Number discrimination in 10-month-old infants. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(1), 103–108. <https://doi.org/10.1348/026151005X90704>

## **Autores**

---

**Christian Peake.** Facultad de Educación, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.  
Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.  
[christian.peake@udp.cl](mailto:christian.peake@udp.cl)

**Valentina Alarcón.** Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

**Viviana Herrera.** Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

**Karina Morales.** Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.