

La Autorregulación en la Primera Infancia: Avances Desde la Investigación.

Self-Regulation In Early Childhood: Advances From Research.

MSc. Carolina Caffarena Barcenilla,¹ Dr. Cristian A. Rojas-Barahona²

Resumen

Existe un robusto cuerpo de literatura que sustenta la importancia de desarrollar las habilidades de autorregulación (memoria de trabajo, atención y control inhibitorio) desde los primeros años, dada la vinculación que tiene tanto con los logros del presente como con el éxito futuro (p.e. adaptación al contexto escolar, logros académicos, participación social). Esta revisión tiene por objetivo sintetizar la información de la investigación neurocientífica en el tema de la autorregulación, entre los años 2000 y 2019, la cual ha aportado información para comprender mejor: (1) los procesos de desarrollo entre los 0 y 8 años, de cada una de estas habilidades mencionadas y (2) algunos de los factores que intervienen en este proceso. Los resultados confirman que tanto la madurez cronológica como las experiencias que tienen los niños, favorecerán el óptimo desarrollo de estas habilidades. Así también, se confirma que cada habilidad tiene su propio proceso y tiempo para emerger y consolidarse, lo que tiene una manifestación conductual y neurológica. En relación con los factores, existen algunos de orden biológico y otros contextuales o sociales que van a influir en cómo estas habilidades se desarrollan y se expresan en la vida cotidiana.

Palabras clave: autorregulación; primera infancia; desarrollo, neurociencia cognitiva

Abstract

A robust body of literature confirms the importance of developing the skills of self-regulation (working memory, attention and inhibitory control) from the early years, considering their impact on the achievements of the present and future success (eg adaptation to the school context, academic achievements, social participation). The aim of this review is to summarize the information on neuroscientific research on the topic of self-regulation, between 2000 and 2019, which has provided information to better understanding: (1) development processes between 0 and 8 years of age, each of these skills mentioned and (2) some of the factors involved in this process. The results confirm that both the chronological maturity and the experiences of the children will favor the optimal development of these skills. Additionally, each skill emerges and takes roots according to its own processes and time frames, turning into behavioral and neurological manifestations. Relevant factors can be either biological or contextual/social that will influence how these skills are developed and expressed in everyday life.

Keywords: Self-regulation, early childhood, development, cognitive neuroscience.

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 28, N° 2, 2019

La autorregulación ha sido definida como una habilidad que se logra cuando las personas desarrollan capacidades cognitivas de mayor complejidad, y funcionan como un sistema de control y de regulación. Entre estas habilidades, podemos distinguir principalmente la atención, la memoria de trabajo, el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva, la planificación y la resolución de problemas.^{1,2,3} Es relevante mencionar que la definición de la autorregulación es un proceso en construcción, implicando un avance científico cauteloso y en ocasiones complejo, ya que en la medida que existen diversas definiciones, se utilizan dis-

tintos instrumentos de medición y, por ende, se puede llegar a distintas interpretaciones de los resultados observados.^{4,5}

En este artículo se abordarán tres habilidades de autorregulación que emergen en la primera infancia; la atención (At), la memoria de trabajo (MT) y el control inhibitorio (CI). Esta decisión se basa en que estas habilidades se desarrollan tempranamente y su consolidación es requerida en los primeros años de vida, en diferentes contextos.⁶

Los estudios de autorregulación se han focalizado mayoritariamente en niños a partir de los 8 años en adelante (p.e 6,7), sin embargo, en los últimos 20 años se aprecia

¹Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Máster en Neurociencias y Educación, Universidad de Bristol, UK. Becaria Conicyt Chile, Beca de Doctorado Nacional, año académico 2016, N°21160242

²Facultad de Psicología/Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Talca, Chile
Doctor en Psicología, Universidad de Granada, España

Correspondencia:
Campus Lircay s/n, Facultad de Psicología, Universidad de Talca, Talca, Chile.
E-mail: c.rojas@utalca.cl

un creciente interés en la primera infancia,^{1,8} observándose como principales hallazgos una relación entre la capacidad para autorregularse y el desempeño en tareas cognitivas, por ejemplo, para la adquisición de la lecto-escritura,⁹ quienes logran regularse, alcanzan mejores resultados académicos y conductuales, en tareas relacionadas con el uso de las matemáticas o en la manifestación de conductas sociales más adaptativas tales como respetar los turnos en los juegos o posponer un comportamiento deseado.^{6,10,11,12}

Si bien existen publicaciones recientes^{13,14,15} que describen cómo la autorregulación se desarrolla desde sus fundamentos biológicos y las implicancias que pueden tener en la vida cotidiana, no se ha realizado una revisión que considere los aspectos relacionados al desarrollo evolutivo, especialmente entre los 0 y 8, y los factores que intervienen en la autorregulación. A partir de estos elementos, se realiza una revisión que tiene como propósito comprender algunos hitos del proceso de desarrollo de las habilidades de autorregulación (At, MT y CI), y a su vez, conocer cuáles son los factores que influyen en este proceso, desde una perspectiva neuropsicológica. Específicamente, la revisión se focaliza en dar respuesta a dos grandes preguntas: (1) ¿cuáles son los principales hitos en el desarrollo de las habilidades de autorregulación mirados desde una perspectiva neuropsicológica? y (2) ¿cuáles son los factores que desde la investigación neuropsicológica influyen en el desarrollo de la autorregulación?

Para analizar los factores que influyen en el desarrollo se utiliza la propuesta de Urie Bronfenbrenner, una teoría del desarrollo que incluye sistemas ecológicos que permite clasificar la complejidad de las interacciones de la persona y los contextos del que forma parte (directa e indirectamente). Propone cuatro sistemas: micro, meso, exo y macro; los que van desde lo más cercano y acotado, hasta los más distante y amplio.^{16,17}

Metodología

Para iniciar la búsqueda de información, se utilizó la Colección Principal de la base de datos de Scopus y *Web of Science* dado que, por una parte, son las principales bases de datos que reúnen literatura de ciencias, tecnología y otras disciplinas, y por otra, porque sus publicaciones cuentan con revisión de pares lo que favorece la calidad de sus publicaciones.

La primera fase de búsqueda consistió en identificar palabras claves en el título o en el resumen de los artículos. Se utilizó la siguiente combinación de palabras clave: (1) “*Neuroscience* o *brain* o *Cognitive psychology* o *neural activity* o *EEG* o *FMRI*” (2) “*self-regulation* o *executive function* o *response inhibition* o *control inhibition* o *working memory* o *attention*” (3) “*improve* o *achievement* o *development* o *learning*” (4) “*children* o *preschoolers* o *infant*.” En una primera instancia la búsqueda se acotó a los años comprendidos entre los años 2000 y 2017, y en

una segunda instancia, entre los años 2018 y 2019. Los 10 años revisados (2000-2019) permite extender el período considerado en publicaciones anteriores, que incorporan aspectos biológicos y del comportamiento.⁸

Período 2000-2017: como resultado de la primera fase se obtuvieron 916 artículos. Como parte de la segunda fase se realizó un refinamiento por medio de áreas de investigación, utilizándose los siguientes criterios: (1) *Neuroimaging*, (2) *Developmental Psychology*, (3) *Educational Psychology*, (4) *Education Educational Research*. La elección de estos criterios se fundamenta en que son las áreas de investigación que abordan la problemática a analizar. El producto de la segunda fase fue un total de 226 artículos.

Como tercera fase se realizó una lectura del resumen de cada uno de los 226 artículos. En los casos en que en el resumen no quedaba claro el foco de la investigación, se realizó una lectura completa del artículo. Para seleccionar los artículos se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: (1) estudios que consideraran niños entre 0 y 8 años, (2) niños con un desarrollo típico, (3) experimentos realizados con alguna técnica del campo de las neurociencias, por ejemplo, resonancia magnética funcional (fMRI) o electroencefalografía (EEG). El producto de esta tercera fase fue la selección de 44 artículos. Los 185 artículos excluidos presentaban estudios en población mayor a la considerada en este estudio, no consideraban el uso de técnicas neurocientíficas y/o describían algún tipo de desarrollo atípico o patologías.

Período 2018-2019: se realizó el mismo proceso anterior, considerando los mismos criterios de inclusión y exclusión, y se obtuvieron 4 artículos nuevos, conformando un cuerpo total de 48 artículos.

La información obtenida se organiza en torno a las dos preguntas guías. La primera parte de los resultados aborda las evidencias neuropsicológicas de las habilidades de autorregulación, que permiten dar cuenta del desarrollo. Esta categoría describe los principales hitos del desarrollo durante los primeros 8 años de vida. Para presentar los hallazgos, se subdividen en tres grupos etarios: 0 a 2 años, 2 a 4 años y 4 a 8 años. La segunda parte, se trabaja en torno a los factores estudiados por las neurociencias cognitivas como elementos influyentes en las habilidades de autorregulación. Para organizarlos, estos factores se agrupan en torno a los “Sistemas” de la Teoría Ecológica, propuesta por Bronfenbrenner.¹⁸

Resultados

Hitos en el desarrollo de la autorregulación en la primera infancia

La Tabla 1 sintetiza los resultados obtenidos luego del análisis realizado. Este análisis permite responder a la pregunta ¿cuáles son los principales hitos en el proceso de desarrollo de las habilidades de autorregulación, desde una mirada neuropsicológica? Si bien existe una cantidad

Tabla 1. Proceso de desarrollo de la autorregulación.

Categorías	Sub-categorías	Resultados	Autores
Edades	Habilidad de la autorregulación	Bases Neurológicas	Hitos en el desarrollo
0 a 2 años	Atención	<ul style="list-style-type: none"> - Se destaca la localización al lado derecho de la corteza frontal como mejor desempeño atencional y al lado izquierdo como menor desempeño. - La red neuronal sugerida para la atención es: ACC y las regiones media y lateral de la corteza prefrontal que comienza a desarrollarse en la segunda mitad del primer año. 	<ul style="list-style-type: none"> - A los 5 meses los niños parecen estar biológicamente preparados para atender conjuntamente con otros. - El grado de atención parece relacionarse con la memoria y la regulación emocional en edades posteriores.
	Control Inhibitorio	No hay estudios	No hay estudios
	Memoria de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Los bebés de 8 meses tienen una actividad eléctrica amplia durante las tareas de MT. - A los 8 meses se observa diferente actividad occipital entre los niños de alto y bajo desempeño. - El Fmri indica que las estructuras implicadas en la MT a los 12 meses son: anterior cingulum, superior thalamic, genu, tempoparietal regions, anterior thalamic arcuatefasciculus 	<ul style="list-style-type: none"> - Pareciera que entre los 8 y los 10 meses hay una mejora sustancial de la habilidad de MT. - Entre los 8 y 10 meses se observa mayor localización que a los 5 meses, presentando mayor madurez.
2 a 4 años	Atención	<ul style="list-style-type: none"> - Se sugiere como red atencional: Cingulado anterior del cortex y las regiones laterales de la corteza prefrontal. 	<ul style="list-style-type: none"> - El control atencional de los 2 años se asocia con el desempeño de las tareas realizadas a los 3 años.
	Control Inhibitorio	<ul style="list-style-type: none"> - La especificidad de las redes neuronales aumenta con la edad. - Se describen estructuras como: Cingulado anterior y posterior del cortex, orbitofrontal cortex medial y lateral. - Frente a un buen desempeño se observa mayor focalización en el lado derecho 	<ul style="list-style-type: none"> - El nivel de inhibición se asocia al temperamento declarado por los padres y al nivel de lenguaje adquirido
	Memoria de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Cercano a los 4 años, aumento de la especificidad de los circuitos neuronales con la edad 	<ul style="list-style-type: none"> - El desempeño de la memoria de trabajo mejora con la edad.
4 a 8 años	Atención	<ul style="list-style-type: none"> - A mayor edad, mejor desempeño de la atención ejecutiva y de orientación. - Existe evidencia de mejora con el entrenamiento. El engagement del dorsal ACC es más rápido. Con más experiencia se lateraliza hacia la derecha. - Se sugiere que la única región que varía con la edad es el cortex cingulado anterior derecho. A mayor edad menos activación (eficiencia cognitiva) 	<ul style="list-style-type: none"> - Se sugiere que la atención tiene un importante desarrollo entre los 3 y 7 años, especialmente entre los 4 y los 6. - Los niños con mejor desempeño inicial son más susceptibles al entrenamiento. - Los niños entrenados pudieran adquirir más habilidad para inhibir respuestas dominantes. - La atención focalizada de los 4 años podría ser un predictor de la atención ejecutiva a los 8 años.
	Control Inhibitorio	<ul style="list-style-type: none"> - En el momento de la inhibición se activan ambos lados de la corteza prefrontal, el lóbulo parietal derecho y el lado izquierdo primario del cortex motor. Cuando la respuesta inhibitoria es exitosa, las regiones prefrontales y parietales se activan más en niños que en adultos. - El corte cingulado anterior (ACC) es una estructura central en la inhibición. A mayor edad, menor activación de esta zona. - La centralización a un lado del cerebro (derecho) puede indicar aumento en la eficiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - En la inhibición, a menor edad, menor precisión y mayor tiempo de reacción. - Se sugieren los 4 años como una edad importante de la inhibición. - Los 4 a 6 años marcan un hito importante pues se localiza la conectividad cerebral. - Entre los 5 y los 6 años mejoran los tiempos de reacción. - El CI se considera una habilidad entrenable.
	Memoria de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Regiones prefrontales, frontales, temporales, parietales y occipitales. Se destaca también el hipocampo y microestructuras como el cingulado anterior. - Mayor activación de la corteza prefrontal lateral en tareas que implican la memoria de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - A los 4 años se visualiza un cambio importante en esta habilidad. - A mayor edad, mejora la velocidad y la precisión. - Se mencionan los 8 años como una mejora en el recuerdo de hechos y conocimientos. - Entre los 6 y 8 años, a mayor nivel atencional autorreportado, mejor desarrollo de la memoria episódica. La edad no es predictora en este período evolutivo.

importante de artículos que evalúan estas habilidades por separado, la evidencia muestra que estas habilidades bajan en conjunto, pues se comprometen todas para que una tarea pueda ser desarrollada, aun cuando sea sólo una la habilidad evaluada. En este contexto, los estudios de Espinet, Anderson, y Zelazo¹⁹ y Wolfe y Bell²⁰ son un ejemplo de investigación donde las habilidades de autorregulación se toman como conjunto para establecer las diferencias tanto en los patrones de comportamiento biológico como conductual. Los niños son evaluados por pruebas como el *Dimensional Change Card Sort* (DDCS) que permite evaluar el desempeño de estas habilidades de manera conjunta ya que consideran tareas de At, CI y MT. Así también, existen estudios que evalúan 2 habilidades, explicitando la necesaria participación de la tercera, por ejemplo, el estudio de Wolfe y Bell²¹ evalúa CI y MT a través de 5 tareas, destacando la necesidad de la At para que éstas puedan ser desarrolladas. Cabe destacar, que los estudios que a continuación se presentan fueron fundamentalmente realizados con niños de manera individual y a través de pruebas realizadas en laboratorio o en contextos adaptados para el desarrollo de la investigación.

Los resultados se organizaron por grupos etarios, mencionando en cada uno las bases neuropsicológicas de las habilidades cuando han sido descritas y los principales hitos del desarrollo. Los grupos de edades se formaron considerando el desarrollo del lenguaje por el cual transitan durante la primera infancia, que va complejizándose en tanto avanza el desarrollo.

Período de 0 a 2 años

Como se muestra en la Tabla 1, los estudios realizados en este período abordan principalmente la At y la MT. La razón podría ser por el incremento de estas habilidades en este período, es así como algunos autores^{22,23} señalan que la MT tiene importantes modificaciones conductuales y neurofisiológicas entre los 8 y 12 meses. Los estudios focalizados en la At comienzan a partir de los 5 meses de edad, considerando que el primer año de vida es crucial en el desarrollo de esta habilidad.^{24,25}

Atención

Los estudios realizados a los 5 meses de edad evalúan, preferentemente, el grado de Atención Conjunta y las implicancias que esta habilidad podría tener en otros procesos, tales como la adquisición del lenguaje;²⁶ en los procesos de memoria posteriores²⁷ y la interacción social.²⁸ Autores como Grossmann y Johnson;²⁴ y Mundy y Newell;²⁹ proponen que la Atención Conjunta puede ser considerada como el primer paso de una atención dirigida e intencionada por parte de los niños pequeños. Un ejemplo de ello es el estudio de Perry et al.³⁰ quienes evaluaron a una muestra de 388 niños a los 5 meses y 10 meses de edad, cuya tarea consistía en mirar un juguete. Se consi-

deró que a mayor tiempo mirando el juguete, mayor era la habilidad atencional del niño. A los 10 meses de edad, los bebés invierten más tiempo mirando el objeto, cambio que puede ser evidenciado tanto a nivel conductual (tiempo invertido en el objeto) como neuronal (mayor focalización de la actividad neuronal), comparado con los 5 meses.

Para medir los cambios a nivel neuronal se ha utilizado preferentemente la técnica llamada “*Event-related Potentials* (ERP)” que busca conocer la actividad eléctrica del cerebro en el momento de un determinado evento. Esta información eléctrica emitida por las neuronas que están interactuando es registrada por medio de la Electroencefalografía (EEG).^{27,31} En relación a los procesos atencionales, las evidencias proporcionadas a través del uso de EEG indican que a partir de la segunda mitad del primer año, la realización de las tareas que implican procesos atencionales activan las regiones media y lateral de la Corteza Pre-Frontal, Corte del Cingulado Anterior (ACC), ambos lados del giro frontal medio, giro frontal medio inferior y ambos lados del giro medio temporal.^{26,27} Perry y colaboradores³⁰ establecen que la actividad neuronal en el lado frontal derecho de la corteza es mayor cuando se observa un buen desempeño de la atención durante la tarea, sin embargo, cuando se presenta una menor atención, la actividad se focaliza en el lado izquierdo del cerebro.

Memoria de trabajo

En relación con la MT, se establece que las zonas cerebrales son preferentemente las regiones prefrontales, frontales, temporales, parietales³¹ y occipitales, particularmente en el desempeño de tareas asociadas a la memoria visual.²² En términos de las microestructuras implicadas,²³ a través de la técnica de imagen de tensor de difusión (ITD), proponen que frente a una tarea de MT se activan el cingulado anterior, el tálamo superior, el genu del cuerpo calloso, fascículo arqueado y segmentos parietales y temporales. Los estudios muestran que a nivel neuronal, entre los 5 y 10 meses de edad, pero particularmente entre los 8 y los 10, hay un cambio importante referido al poder de la señal del EEG, donde los niños de 10 meses tienen más focalizado este poder en las estructuras relacionadas con la MT que los niños de 5 meses, y aún más focalizadas en el corteza media frontal al momento de los 52 meses.^{31,32}

Período de 2 a 4 años

Si bien no son muchos los estudios que abarcan específicamente estas edades, el análisis realizado permite constatar algunas diferencias respecto del período anterior.

Atención

En relación con la At, se propone un avance hacia la localización cerebral lo que permite una mayor eficiencia cognitiva.³⁰ Sumado a lo anterior, se proponen dos resultados interesantes en las investigaciones: el primero

sugiere una relación entre el desarrollo de la At desde temprana edad con la expresión de las emociones, pues señalan que la madurez de las estructuras cerebrales asociadas a la At, pueden predecir la regulación emocional a los 36 meses; en el estudio se constató que los niños que a los 10 meses de edad sostienen la atención por un período mayor de tiempo, manejan mejor la frustración a los 3 años de edad.³⁰ El segundo resultado propuesto por Whedon, Perry, Calkins, y Bell,³³ establece una relación positiva entre aquellos niños que han desarrollado un control de la atención visual más preciso a los 2 años de edad, con el desarrollo del lenguaje receptivo, la flexibilidad cognitiva y la inhibición conductual, a los 3 años de edad.

Control Inhibitorio

A través de mediciones realizadas con la técnica de EEG/ERP se propone que a los 3 años las estructuras que se visualizan activas cuando se realizan tareas de inhibición son preferentemente el cíngulo anterior y posterior del cortex, y el orbitofrontal cortex lateral y medial.³⁴ Entre los 3 y 4 años, se establecen relaciones entre las tareas que permiten medir el CI y la MT, y aspectos del temperamento y el lenguaje; estas habilidades de la autorregulación se favorecen cuando el lenguaje comprensivo está más desarrollado y algunos aspectos del temperamento son reportados por los cuidadores, como más controlados.^{35,36,37} Por su parte, Espinet et al.³⁴ y Swingler, Willoughby y Calkins,³⁸ plantean que existen diferencias individuales entre los niños que pueden ser comprendidas a través de las bandas eléctricas captadas por el EEG. Propone que los niños y niñas que manifiestan menos intensidad en estas señales eléctricas logran regularse mejor y desempeñarse mejor la tarea.

Memoria de trabajo

Durante este período de tiempo los estudios registran menos información respecto al período anterior y al que viene después, sin embargo, es importante mencionar que a mayor edad, especialmente cercano a los 4 años, aumenta la especificidad de los circuitos neuronales lo que se manifiesta en un mejor desempeño de la MT.^{37,38}

Para concluir, se menciona que este período se caracteriza por un desempeño más eficiente en el desarrollo de las habilidades de autorregulación que se manifiestan también en los correlatos neuronales que continúan avanzando hacia una mayor localización. Así también, comienzan a aparecer factores que pueden estar implicados en el desarrollo de las habilidades como son el lenguaje y el temperamento.

Período de 4 a 8 años

Atención

En el caso de la At, durante la realización de las tareas que implican procesos atencionales (*Flanker task*, *Attention Network Tasks*), se produce activación de las

siguientes regiones: regiones media y lateral de la Corteza Pre-Frontal, Corte del Cíngulo Anterior, ambos lados del giro frontal medio, giro frontal medio inferior y ambos lados del giro medio temporal.^{30,39,40} En relación al Corte del Cíngulo Anterior, Perry et al.³⁰ Rueda et al.³⁹ y Sheridan et al.⁴⁰ sugieren que su volumen también aumenta hacia el lado derecho en las tareas exitosas que involucran procesos atencionales. Esta localización podría ser la respuesta al aumento en la eficiencia en tareas atencionales, pues a mayor edad existe un mejor desempeño de la atención ejecutiva y de orientación logrando procesar la información más rápido y hacer cambios de focos atencionales.⁴¹ Este hallazgo se complementa con el estudio de Joyce y su equipo⁴² quienes proponen que el nivel de atención focalizada de los 4 años de edad podría predecir el nivel de atención ejecutiva a los 8 años.

Control Inhibitorio

El CI ha sido evaluado, preferentemente, por tareas como *Go/No-Go*, *Stroop Tasks*, *Wisconsin card sorting*, *A not B*, *Odd ball task* y *DCCS*, en las cuales se busca poner a prueba la habilidad del niño para sostener las respuestas impulsivas. Las manifestaciones neurobiológicas de esta habilidad, muestran que las regiones cerebrales activas están preferentemente focalizadas en las regiones prefrontales y parietales. Los estudios que trabajan utilizando las pruebas de “*Go/No-go*” establecen diferencias de las redes neuronales utilizadas en cada condición, por ejemplo, en la condición “*No-go*” (inhibición de la respuesta) suelen estar más activas las zonas ventrolaterales de la corteza prefrontal, el dorsolateral derecho de la misma, el lóbulo parietal derecho, y el cuerpo estriado.⁴³ En la condición “*Go*” se agrega el lado izquierdo del cortex motor primario. Otra de las estructuras que ha sido analizada en los estudios de CI en relación a la edad del individuo, es el cíngulo anterior del cortex (ACC).^{43,44} Se plantea que la morfología del ACC parece tener relación con el control cognitivo, siendo los patrones asimétricos del surco los que podrían tener cierta incidencia.⁴⁵ A mayor edad, la activación de este circuito neuronal decrece, pero aumenta su eficiencia pues tienen un menor tiempo de reacción⁴⁶ y se cometen menos errores.^{40,44,45,47} Sumado a estos hallazgos, los estudios de Smith et al.⁴⁸ y Mehnert et al.⁴⁵ que realizan mediciones a través de la técnica fNIRS (*Functional Near Infrared Spectroscopy*) para CI y MT, indican que entre los 4 y 10 años existe un efecto de la edad en la activación fronto-parietal y por lo tanto, en el desempeño del CI, pero es necesario considerar también el efecto que la tarea puede tener sobre esta activación⁴⁸ así como también la carencia de horas adecuadas de sueño.⁴⁹

Memoria de trabajo

Los estudios realizados en este grupo etario comúnmente evalúan la MT por medio de tareas como el *DCCS*,

Knock Tap y *Foward Digit Span*, aun cuando existen propuestas nuevas diseñadas según el propósito de cada investigación. Este es el caso del estudio de Perlman, Huppert, & Luna⁵⁰ quienes evaluaron la MT en niños de 3 a 7 años por medio de una prueba en computador que consistía en encontrar la banana de un mono escondida en alguno de los 6 árboles presentados. Los resultados de este estudio indican que a partir de los 3 años se observan cambios significativos en la MT. A medida que avanza la edad los niños mejoran la velocidad y la precisión en las tareas asociadas a la MT.⁵¹ En contraposición, el estudio de Diaz, Blankenship, & Bell,⁵² señalan que en el caso de la memoria episódica la edad no es un predictor, como lo es el nivel atencional auto reportado que el niño ha alcanzado entre los 6 y 8 años de edad. Estas diferencias en los resultados se podrían explicar por al menos dos razones; la primera de ellas es que el tipo de memoria evaluado, y los instrumentos usados no son los mismos, y también porque pudiera existir un desarrollo no lineal en las estructuras cerebrales asociadas a la MT, y por lo tanto, las diferencias en rangos etarios más estrechos pudieron no ser lo suficientemente explicativas.

En relación con el desarrollo neurofisiológico, los estudios muestran que las estructuras cerebrales asociadas a la MT son las mismas implicadas en los períodos anteriores donde se destacan las regiones prefrontales, frontales, temporales, parietales.⁵³ Rajan y Bell⁵¹ mencionan también la participación del hipocampo como una estructura central en los procesos de memoria. La madurez de

las estructuras es nuevamente un elemento esencial, pues a mayor edad del niño la activación neuronal está más focalizada.²¹ Swingler et al.³⁸ argumentan que la sincronía o proximidad de las conexiones neuronales entre las regiones frontales favorecen el desempeño de la MT aludiendo al concepto de “conectividad funcional.” En términos evolutivos, Cuevas et al.⁵⁴ demuestra que, si bien entre los 5 y 10 meses de edad hay un cambio en el poder de la señal del EEG, a los 10 meses ya se puede observar una activación neuronal más focalizada, lo que es aún más evidente, particularmente en el corteza media frontal, al momento de los 52 meses.³⁵

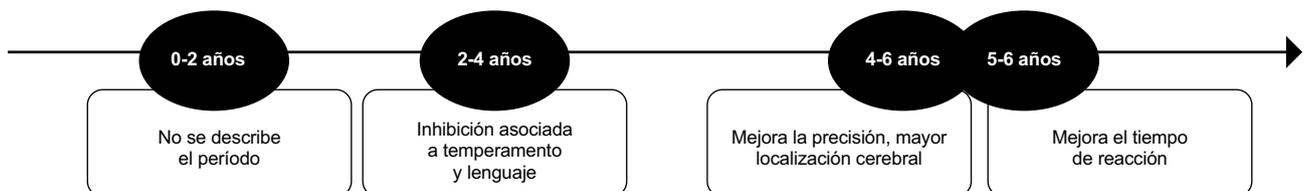
Entrenamientos de las habilidades de autorregulación

Durante el período de 4 a 8 años surgen experiencias de entrenamiento que buscan potenciar el desarrollo de estas habilidades. Los estudios revisados muestran cómo en ciertos momentos es posible entrenar las habilidades de autorregulación con la finalidad de mejorar el desempeño conductual y observar si estos cambios son también evidentes a nivel neurológico. Si bien los estudios que analizan la temática son escasos, es posible presentar ciertos hallazgos. Hasta ahora, las propuestas de entrenamiento se han desarrollado preferentemente en laboratorios y por personal especializado que organiza implementaciones cuidadosamente diseñadas que permiten establecer diferencias después de un período de tiempo determinado.^{19,39,55}

Hitos en la Atención



Hitos en el Control Inhibitorio



Hitos en la Memoria de Trabajo

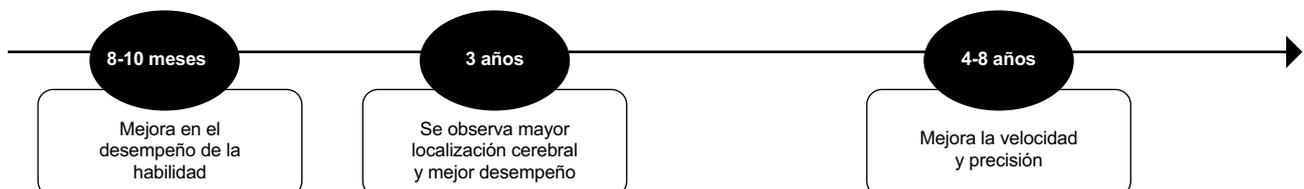


Figura 1. Hitos de la atención, el control inhibitorio y la memoria de trabajo en los primeros años.

Los estudios señalan que después de los períodos de entrenamiento se aprecian ciertas diferencias a nivel neuronal entre los grupos entrenados y los no entrenados, por ejemplo, el estudio de Rueda y colaboradores⁵⁶ indican que los niños de 4 años entrenados en tareas atencionales muestran un efecto en la corteza prefrontal similar a los niños de 6 años que participan en el grupo de control. La mejora se observa en la habilidad de los niños para responder en menor tiempo y para detectar las incongruencias o errores de las tareas realizadas. De manera similar, Rueda et al.³⁹ proponen que luego del entrenamiento, no sólo las redes neuronales de la atención mejoran su desempeño, volviéndose más eficientes y localizadas, sino que también se observa una mejora en tareas como la habilidad de inhibir respuestas dominantes y el razonamiento, hallazgo sugerido también en el estudio de Liu et al.⁵⁵ Sin embargo el estudio de Rueda et al.³⁹ destaca que si bien existen mejoras en el desempeño, el mayor impacto es a nivel neuronal.

Factores que influyen en el desarrollo de la autorregulación

Los estudios considerados en esta revisión proponen que hay algunos factores que inciden en el proceso de desarrollo de la autorregulación. Para organizar la información, se consideran algunos elementos de la Teoría Ecológica de Bronfenbrenner¹⁸ porque permiten agrupar los datos en torno a categorías (o sistemas) que si bien tienen un lugar determinado, también interactúan entre ellas. En la primera categoría se incluyen factores personales referidos a características de orden biológico, tales como el sexo y el temperamento. La segunda categoría incorpora factores del microsistema, centrándose

preferentemente en las relaciones e interacciones que se generan en el ambiente familiar o con las personas de apego para los niños. En tercer lugar, se incluye el nivel socio económico como uno de los factores del macrosistema que podrían afectar el desarrollo de la autorregulación y, finalmente, se aborda el lenguaje como un factor transversal entre los sistemas que propone la teoría. La Tabla 2 muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Factores personales

Temperamento

El temperamento es un elemento que puede vincularse con las habilidades de autorregulación. El análisis realizado indica que desde temprano el desarrollo el temperamento influye, particularmente, en la manera en que los niños y niñas inhiben las respuestas impulsivas.^{57,58,59} Los resultados de estas investigaciones señalan que es posible establecer una relación concurrente entre el temperamento reportado por los padres y el desempeño en las tareas de autorregulación, pues aquellos niños que actúan con mayor negatividad^{57,58} e irritabilidad⁵⁹ tienen un desempeño menor tanto en tareas asociadas al CI como a la MT. Los cambios que se evidencian en la señal de las regiones laterales y frontales para los niños con reacciones más positivas y mayor disponibilidad emocional, pueden significar una mayor especificidad del funcionamiento biológico, lo que favorece el CI durante el segundo año de vida.^{35,57} El estudio longitudinal realizado por Wolfe y Bell³⁷ evaluó a los niños a los 8 meses de edad y luego a los 4 años para indagar sobre la variabilidad en el desempeño de la MT y el CI en relación con factores como la edad, el temperamento y el lenguaje. Sus resultados indican que podrían predecirse las

Tabla 2. Factores influyentes en la autorregulación.

Categorías	Sub-categorías	Resultados	Autores
Factores Personales	Temperamento	El temperamento y lenguaje podrían predecir habilidades cognitivas como el CI y la MT. Dimensiones del temperamento como la Irritabilidad predicen la activación prefrontal en tareas de CI Rasgos como la timidez o la negatividad afectiva, componentes de orden biológico, se relacionan con el desempeño en tareas que implican habilidades de autorregulación	(Wolfe & Bell, 2007), Morasch & Bell, (2011), (Fishburn et al. 2018) Smith et al., (2016), Wolfe & Bell, (2014)
	Género	Las diferencias de género en el CI no pueden establecerse en los grupos estudiados En tareas de inhibición de impulsos, las niñas cometen menos errores que los niños. El entrenamiento conductual del CI induce cambios en la actividad cerebral solo en las niñas.	Lahat, Todd, Mahy, Lau, & Zelazo, (2010) Liu et al., (2013), Liu, Zhu, Ziegler, & Shi, (2015), Cuevas, Calkins, & Bell, (2016)
Factores del Microsistema	Interacciones adulto-niño.	Las interacciones que ofrecen contención y promueven autonomía favorecen procesos atencionales implicados en el CI. El andamiaje metacognitivo promueve un mejor beneficio en la atención ejecutiva que un programa computarizado entrenamiento de habilidades cognitivas como la atención ejecutiva. Evidencias a nivel neuronal.	Schneider-Hassloff et al., (2016), St. John et al., (2016), Swingler, Perry, Calkins, & Bell, (2017), (Pozuelos et al., 2019)
Factores del Macrosistema	Nivel Socio Económico: educación de los padres, nivel de ingreso	Escolaridad de los padres predice mejor el nivel atencional que el monto de ingreso familiar de los padres.	(Stevens, Lauinger, & Neville, 2009), Lawson, Duda, Avants, Wu, & Farah, (2013),
Factores transversales	Lenguaje	El lenguaje comprensivo podría influir en la variabilidad del desempeño de la MT y CT El lenguaje podría promover una organización cerebral diferente cuando es adquirido, favoreciendo la localización cerebral. La atención conjunta medida a los 14 meses se relaciona con el nivel de lenguaje de los 24 meses, evidenciándose patrones neuronales madurativos. El temperamento y lenguaje predicen habilidades como el CI y la MT.	Mundy, Fox, & Card, (2003), Wolfe & Bell, (2004), (Bell & Wolfe, 2007)

habilidades cognitivas de los 4 años por las características de temperamento más que por las habilidades cognitivas evaluadas a los 8 meses. Los autores proponen que podría ser beneficioso aprender estrategias regulatorias y atencionales para favorecer el desempeño de la MT, particularmente en los niños con temperamento difícil.

Otro rasgo del temperamento es la timidez. Si bien sólo se reporta un estudio que aborda la temática, y por lo tanto, no permite generalizar los resultados, se señala que hay diferencias neuronales entre los grupos estudiados. Wolfe y Bell,²⁰ plantean que tanto los niños considerados como tímidos como aquellos que no lo son (pero que tienen un alto desarrollo de la autorregulación), tienen un aumento en el poder de la señal emitida por la zona media frontal y capturada por el EEG en relación con los niños tímidos con bajo desempeño. Sin embargo, la zona media parietal se activa sólo en niños tímidos con bajo desempeño de la autorregulación mientras desarrollan la tarea. Si se considera que aquellos niños tímidos y no tímidos con alto desempeño en las tareas de autorregulación poseen una señal más poderosa en las zonas medias frontales, los autores proponen que los niños tímidos pueden aprender estrategias que les permitan fortalecer las habilidades de autorregulación proporcionándoles más herramientas cognitivas para enfrentarse a situaciones sociales con mayor seguridad, puede abrir nuevas posibilidades de investigación en el área.

Sexo

Otro aspecto que se estudia son las diferencias asociadas al sexo femenino o masculino en relación con las habilidades de autorregulación. Los estudios revisados sólo analizan estas diferencias desde la perspectiva biológica y, por lo tanto, no consideran aspectos relacionados a la identidad de género. Las investigaciones muestran variaciones en sus resultados, por una parte, se señala que los estudios no son concluyentes,⁶⁰ y por otra, la tendencia de los resultados indica que sí es posible encontrar ciertas variaciones. Las investigaciones de Cuevas et al.⁶¹ y de Liu et al.⁵⁵ muestran evidencias de estas diferencias a nivel neuronal; la actividad cerebral medida a través de EEG indica que las niñas poseen mayor focalización de la actividad que los niños, pudiendo ser este un elemento que explica la madurez neuronal y que se traduce, a nivel de comportamiento, en una mayor eficiencia en la tarea. A modo de ejemplo, en el estudio de Liu y sus colegas⁶² se administró diferentes pruebas a niños de 4-5 años donde se puso a prueba la At y el CI. Los resultados de este estudio muestran que las niñas tienen una mayor autorregulación que los niños, y suelen cometer menos errores; así también, se destacan diferencias a nivel neuronal por medio de las señales emitidas durante las sesiones de EEG. Se observa que las señales de los niños están menos focalizadas que las de las niñas. Para ambos sexos se observa activación de

la zona lateral y media frontal, temporal y lateral parietal, pero en los niños se observa además activación en la zona media parietal y en las regiones occipitales.

Factores del microsistema

Interacción adulto-niño

Las experiencias que los niños tienen de manera directa, las personas con las que interactúan y el ambiente donde se desarrollan, parecen ser elementos fundamentales en el desarrollo de la autorregulación. Distintas investigaciones han mostrado asociación entre la autorregulación y los factores que, desde una perspectiva ecológica, conforman el microsistema. Las interacciones entre adultos y niños que ocurren en los microsistemas parecen tener una importante influencia en la autorregulación.

Los estudios señalan que elementos como la contención y el afecto parecen ser importantes para promover las habilidades de autorregulación, en la que se destaca la At por sobre la MT y el CI. Las investigaciones de Schneider-Hassloff et al.,⁶³ St. John et al.,²⁸ y Swingler et al.,²⁵ establecen relaciones entre la calidad de la interacción y el desarrollo atencional, tanto a nivel neuronal como del comportamiento, pues aquellos niños insertos en ambientes en los cuales promueve la autonomía, el afecto positivo y la interacción constante y recíproca, favorecen las habilidades atencionales. Un elemento importante de destacar entre estas investigaciones es que si bien los rangos etarios estudiados son muy diversos (5 a 10 meses, 12 meses y 4 a 6 años), todos establecen resultados similares dándole valor a las interacciones positivas entre adultos significativos y niños.

Sin embargo, también es posible encontrar diferencias, por ejemplo, Schneider-Hassloff et al.⁶³ evalúan a madres con sus hijos de 4 a 6 años en tareas que implican inhibir respuestas. Por medio de grabaciones, se evaluó el tipo de interacción generada con las madres. Los resultados indican que las interacciones positivas modelan el desarrollo cognitivo que fundamenta los procesos de autorregulación. El grupo de madres que contuvo a sus hijos y promovió autonomía durante la tarea, muestra una actividad cerebral en los niños diferente al grupo de mamás que tuvo interacciones más intrusivas y directivas. Madres promotoras de autonomía activan menos las áreas fronto-centrales y parietales relacionadas con las funciones cognitivas superiores, indicando que se realiza menor esfuerzo para alcanzar un buen desempeño. En este estudio, las evidencias son significativas sólo a nivel neuronal, ya que en el desempeño de la tarea de inhibición realizada (go/no-go) no se pudo establecer estas asociaciones. De manera diferente, el estudio de Swingler et al.²⁵ encontró evidencias a nivel conductual, pero no a nivel neuronal. En el estudio longitudinal realizado a los 5 y 10 meses de los niños, evaluaron las interacciones de las madres mientras jugaban con un títere de globo por medio

de mediciones del tiempo en que los bebés atendían a la situación. El grupo de niños caracterizado por un afecto positivo a los 5 meses se asocia directa y positivamente con el comportamiento atencional medido a los 10 meses. Sin embargo, la evidencia no se observa en la señal entregada por el EEG. Los investigadores explican que esto podría darse porque ya existe una historia de estimulación y feedback constante en el proceso atencional. En el caso de las madres intrusivas, la situación es diferente, pues a los 10 meses se observa menor nivel de atención durante la tarea y una mayor activación del lado medio-frontal izquierdo. El feedback parece ser un elemento relevante a lo largo del desarrollo, en este sentido, el estudio de Pozuelos y sus colaboradores⁶⁴ incorpora un nuevo elemento relacionado con el andamiaje cognitivo hecho por un programa computarizado versus una persona. El estudio se realizó con niños de 5 años y mostró que existe un beneficio mayor en la atención ejecutiva cuando el andamiaje o feedback es entregado por una persona en vez de un computador. Los efectos se observan también a nivel neuronal apreciando mejoras en el tiempo de reacción, la focalización y la amplitud de las ondas eléctricas de la medición realizada (EEG/ERP)

Factores del macrosistema

Nivel socioeconómico

Bronfenbrenner,¹⁸ define el macrosistema como los elementos propios de la cultura, valores, costumbres o la organización social en la que se desarrolla cada persona en un determinado tiempo. Desde esta mirada, y como se muestra en la Tabla 2, las características económicas, sociales y culturales de un grupo parecen también generar diferencias en el desarrollo de la autorregulación. Específicamente, el nivel socio económico (NSE) en el que se desarrolla un menor de edad podría ser un factor importante de considerar. Para poder conocer la participación que el NSE podría tener en la autorregulación, los estudios han medido algunas características de los grupos familiares de los niños, particularmente midiendo el ingreso familiar y la escolaridad de los padres en relación con el desempeño de habilidades autorregulatorias. Los resultados muestran que el nivel educacional de los padres predice mejor el nivel de desarrollo de las habilidades de autorregulación que el monto del ingreso familiar.^{65,66} Por ejemplo, se ha logrado establecer que la habilidad de los niños para atender selectivamente, filtrando de mejor manera la información irrelevante, se relaciona con el nivel educativo de la madre, es decir, los niños con mejor desempeño en esta habilidad corresponden al grupo de las madres con más años de escolaridad.⁶⁶ Así también, parece haber una asociación entre el espesor de las regiones prefrontales, lugar donde se desarrollan las habilidades de autorregulación, con la educación de los padres.⁶⁵

El lenguaje como factor transversal

La Teoría Ecológica de Bronfenbrenner¹⁸ propone que existe una constante interconexión entre los sistemas que conforman su teoría, por medio de las relaciones e interacciones que se generan. Esto permite interpretar que el lenguaje puede ser considerado como un factor transversal que forma parte tanto de los sistemas, puesto que en ellos se adquiere y desarrolla, como de la relación entre ellos, ya que permite la interrelación.⁶⁷

El desarrollo de las habilidades lingüísticas parece ser otro elemento que influye en el desarrollo de las habilidades de autorregulación. Si bien el cuerpo de estudios mide las habilidades de lenguaje mayoritariamente como variables de control (p.e. 53, 57, 21) existen estudios que exploraron directamente la relación entre lenguaje y autorregulación, concluyéndose que (ver tabla 2): (1) la adquisición del lenguaje podría promover una organización cerebral diferente favoreciendo la localización cerebral³¹ y (2) el lenguaje es un componente indispensable en las tareas de CI, incluso cuando no esté siendo usado de manera explícita durante la tarea, porque se ha demostrado la asociación existente entre la MT y el CI,^{31,58} pues probablemente, la habilidad para comprender y recordar los componentes de la tarea, permitiría un mejor desempeño de la autorregulación.

Discusión

El propósito de esta revisión se focaliza en mejorar la comprensión de algunos hitos del proceso de desarrollo de las habilidades de autorregulación (At, MT y CI) e indagar en algunos factores que influyen en este proceso, desde una perspectiva neuropsicológica.

Se sabe que la At, la MT y el CI son habilidades que emergen y se desarrollan en los primeros años, que si bien pueden estudiarse de manera separada, trabajan en conjunto y colaboran en tareas que permiten aprender y participar en las actividades propias de la edad.^{19,20} Aun cuando se destaca el vínculo que tienen estas habilidades para permitir el funcionamiento de los niños y niñas, uno de los elementos que se desprende de esta revisión es que cada habilidad tienen un tiempo de madurez biológico a lo largo de los primeros 8 años. Un ejemplo de esto se da en el grupo de 0 a 2 años, en el cual se comienza a visualizar un mejor desempeño At y de la MT, mientras que el CI se concreta de manera posterior.

Un segundo período que parece ser relevante en el desarrollo de todas estas habilidades es entre los 4 y 6 años. Esto puede ser explicado por las experiencias que los niños han acumulado, así como también, por las exigencias ambientales a las que se ven enfrentados producto de la socialización e inserción a programas educativos formales. Los resultados muestran que en estas edades se modelan tanto aspectos neurobiológicos como aspectos asociados al comportamiento.^{39,45,54} Si consideramos que una posible causa de este rápido desarrollo de las habilidades de auto-

rregulación se debe a la socialización e inserción educativa, entonces toma sentido que existan factores ambientales que incidencia en su desarrollo, como es el caso de las interacciones que los menores han tenido con los cuidadores principales desde los inicios de su vida.^{25,28,63,64}

Cuando las interacciones se caracterizan por ser positivas, sensibles y promotoras de autonomía, generan más oportunidades para fortalecer la autorregulación. En términos educativos, esto adquiere una relevancia importante ya que los educadores forman parte de los vínculos afectivos de los niños de primera infancia y, por lo tanto, el estilo de pedagogía podría marcar diferencias en el desarrollo de estas habilidades.

Los resultados de los estudios revisados también permiten visualizar que si bien las experiencias pueden ser similares, hay diferentes factores que van a afectar cómo se potencia una determinada habilidad,³⁶ acercándonos al mundo de las diferencias individuales en el proceso de aprendizaje y desarrollo, es decir, considerar que factores personales como el sexo o el temperamento tienen un efecto tanto en la neurobiología como en el comportamiento. En este último, por ejemplo, se ha observado niños que tienen un temperamento más difícil tienen un desempeño más deficiente en las habilidades de autorregulación.^{21,58,59} Esta evidencia sugiere elementos significativos para el aprendizaje, pues aquellos niños cuyos padres reportan ciertos tipos de temperamento podrían requerir apoyos diferenciados por medio de estrategias específicas que permitan favorecer la At, MT y CI.^{20,37,60}

El desarrollo del lenguaje no puede quedar fuera de esta discusión, pues se ha considerado como un predictor del desempeño del CI y de la MT en niños de 4 años.^{21,37} Este hallazgo es sugerente, pues potenciar el desarrollo del lenguaje desde temprano en el desarrollo, podría tener implicancias para la autorregulación.

Finalmente, la revisión de investigaciones presentada muestra que existe una relación entre el desarrollo de la autorregulación en primera infancia con la escolaridad de los padres.^{65,66} Los hijos de padres con menor escolaridad tienen menor grosor de la corteza prefrontal que sus pares cuyos padres han alcanzado niveles educativos más altos. Considerando que la corteza prefrontal es el lugar donde ocurren, preferentemente, los procesos asociados a la autorregulación, es comprensible que en términos conductuales se observen también diferencias, como por ejemplo, tener mayor dificultad para abstraerse de información irrelevante para atender lo solicitado.⁶⁵ Esta relación puede ser explicada por la gran influencia que tiene el ambiente en el proceso de desarrollo cerebral. En este sentido, la teoría de la neuroplasticidad, que destaca la capacidad del cerebro para cambiar, remodelar y reorganizar sus estructuras de acuerdo a las experiencias,⁶⁸ permite entender mejor la relación establecida por los estudios entre nivel educacional de los padres y características de la estructura

cerebral de los hijos, pues se espera que en ambientes más enriquecidos en términos culturales o de posibilidades de aprendizajes, los niños desarrollen un mayor número de habilidades que van moldeando las estructuras cerebrales.

La revisión de literatura presentada permite comprender mejor el proceso evolutivo que tienen las habilidades de autorregulación en los 8 primeros años de vida, en donde cada una de ellas tiene su propio proceso tanto a nivel fisiológico como conductual, identificándose factores externos que participan en este proceso madurativo. A nivel clínico, dicha información facilita el diseño de entrenamientos acordes para aquellos niños y niñas que estén disminuidos en el desarrollo de estas habilidades.

Para terminar, es necesario explicitar que aún hay aspectos que requieren ser estudiados, por ejemplo, el rol del sexo en estas habilidades, tipo de experiencias que potencian cada habilidad, y el trabajo específico que podría realizarse de acuerdo a las diferencias individuales asociadas al temperamento.

Referencias

1. Posner MI, Rothbart MK. Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychopathology* 2000; 12(3):427–441.
2. Rothbart MK, Sheese BE, Rueda MR, Posner MI. Developing Mechanisms of Self-Regulation in Early Life. *Emotion review* 2011; 3(2):207–213.
3. Vohs KD, Baumeister RF. *Handbook of self-regulation: Research, Theory, and Applications*. Second Edition: Guilford Press, 2013.
4. Schunk, D.H. Metacognition, Self-Regulation, and Self-Regulated Learning: Research Recommendations. *Educational Psychology Review* 2008; 20 (4): 463-467.
5. Dinsmore, D. L., Alexander, P. A., & Louglin, S. M. Focusing the conceptual lens on metacognition, self-regulation, and self-regulated learning. *Educational Psychology Review* 2008; 20 (4): 391-409.
6. McClelland MM, Cameron CE. Self-regulation and academic achievement in elementary school children. *New Directions for Child and Adolescent Development* 2011; (133):29–44.
7. Checa P, Rueda MR. Behavioral and brain measures of executive attention and school competence in late childhood. *Developmental Neuropsychology* 2011; 36(8):1018–1032.
8. Bronson M. *Self-regulation in early childhood: nature and nurture*. New York: Guilford Press. 2000
9. Blair C, Razza P. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development* 2007; 78(2):647–663.
10. Guimard P, Hubert B, Crusson-Pondeville S, Nocus I. Behavioral self-regulation and academic achievement in prekindergarten and kindergarten. *Psychologie Francaise* 2012; 57(3):143–159.

11. Rothbart MK, Jones LB. Temperament, self-regulation, and education. *School Psychology Review* 1998; 27(4):479–491.
12. Willis E. An empathetic beginning in education: exploring the prospects of self-regulation skills on pro-social behaviour in the early childhood environment. *Early Child Development and Care* 2016; 186(4):662–670.
13. Blair C. Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 2016; 10:102–107.
14. Blair C. Educating executive function. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Cognitive Science* 2017; 8(1–2), UNSP e1403.
15. Shanmugan S, Satterthwaite TD. Neural markers of the development of executive function: relevance for education. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 2016; 10, 7–13.
16. Bronfenbrenner, U. *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1979
17. Bronfenbrenner, U. *Making human beings human: Bioecological perspectives on human development*. Thousand Oaks, CA: Sage. 2005
18. Bronfenbrenner, U. *La ecología del desarrollo humano: experimentos en entornos naturales y diseñados*. Grupo Planeta (GBS).1987
19. Espinet SD, Anderson JE, Zelazo PD. Reflection training improves executive function in preschool-age children: Behavioral and neural effects. *Developmental Cognitive Neuroscience* 2013; 4, 3–15.
20. Wolfe CD, Bell MA. Brain electrical activity of shy and non-shy preschool-aged children during executive function tasks. *Infant and Child Development* 2014; 23(3):259–272.
21. Wolfe CD, Bell MA. The integration of cognition and emotion during infancy and early childhood: Regulatory processes associated with the development of working memory. *Brain and Cognition* 2007; 65(1):3–13.
22. Bell MA. A psychobiological perspective on working memory performance at 8 months of age. *Child Development* 2012; 83(1):251–265.
23. Short SJ, Elison JT, Goldman BD, Styner M, Gu H, Connelly M, Gilmore JH. Associations between white matter microstructure and infants' working memory. *Neuroimage* 2013; 64:156–166.
24. Grossmann T, Johnson MH. Selective prefrontal cortex responses to joint attention in early infancy. *Biology Letters* 2010; 6(4):540–543.
25. Swingler MM, Perry NB, Calkins SD, Bell MA. Maternal Behavior Predicts Infant Neurophysiological and Behavioral Attention Processes in the First Year. *Developmental Psychology* 2017; 53(1):13–27.
26. Mundy P, Fox N, Card J. EEG coherence, joint attention and language development in the second year. *Developmental Science* 2003; 6(1):48–54.
27. Kopp F, Lindenberger U. Effects of joint attention on long-term memory in 9-month-old infants: An event-related potentials study. *Developmental Science* 2011; 14(4):660–672.
28. St. John AM, Kao K, Choksi M, Liederman J, Grieve PG, Tarullo AR. Variation in infant EEG power across social and nonsocial contexts. *Journal of Experimental Child Psychology* 2016; 152:106–122.
29. Mundy P, Newell L. Attention, joint attention, and social cognition. *Current Directions in Psychological Science* 2007; 16(5):269–274.
30. Perry NB, Swingler MM, Calkins SD, Bell MA. Neurophysiological correlates of attention behavior in early infancy: Implications for emotion regulation during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology* 2016; 142:245–261.
31. Bell MA, Wolfe CD. Changes in brain functioning from infancy to early childhood: Evidence from EEG power and coherence during working memory tasks. *Developmental Neuropsychology* 2007; 31(1):21–38.
32. Cuevas K, Bell MA, Marcovitch S, Calkins SD. Electroencephalogram and heart rate measures of working memory at 5 and 10 months of age. *Developmental Psychology* 2012; 48(4):907–917.
33. Whedon M, Perry MA, Calkins SD, Bell MA. Changes in frontal EEG coherence across infancy predict cognitive abilities at age 3: The mediating role of attentional control. *Developmental Psychology* 2016; 52(9):1341–1352.
34. Espinet SD, Anderson JE, Zelazo PD. N2 amplitude as a neural marker of executive function in young children: An ERP study of children who switch versus persevere on the Dimensional Change Card Sort. *Developmental Cognitive Neuroscience* 2012; 2:S49–S58.
35. Smith CL, Diaz A, Day KL, Bell MA. Infant frontal electroencephalogram asymmetry and negative emotional reactivity as predictors of toddlerhood effortful control. *Journal of Experimental Child Psychology* 2016; 142:262–273.
36. Watson AJ, Bell MA. Individual differences in inhibitory control skills at three years of age. *Developmental Neuropsychology* 2013; 38(1):1–21.
37. Wolfe CD, Bell MA. Sources of variability in working memory in early childhood: A consideration of age, temperament, language, and brain electrical activity. *Cognitive Development* 2007; 22(4):431–455.
38. Swingler MM, Willoughby MT, Calkins SD. EEG power and coherence during preschoolers' performance of an executive function battery. *Developmental Psychobiology* 2011; 53(8):771–784.
39. Rueda MR, Checa P, Combata LM. Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience* 2012; 2:S192–S204.

40. Sheridan M, Kharitonova M, Martin RE, Chatterjee A, Gabrieli JDE. Neural substrates of the development of cognitive control in children ages 5-10 years. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2014; 26(8):1840–1850.
41. Abundis-Gutiérrez A, Checa P, Castellanos C, Rueda MR. Electrophysiological correlates of attention networks in childhood and early adulthood. *Neuropsychologia* 2014; 57:78–92.
42. Joyce A, Friedman D, Wolfe, CD, Bell, M. A. Executive attention at 8 years: Concurrent and longitudinal predictors and individual differences. *Infant and Child Development* 2018; 5(2), e2066.
43. Durston S, Thomas KM, Yang YH, Ulug AM, Zimmerman RD, Casey BJ. A neural basis for the development of inhibitory control. *Developmental Science* 2002; 5(4):F9–F16.
44. Ciesielski KT, Harris RJ, Cofer LF. Posterior brain ERP patterns related to the go/no-go task in children. *Psychophysiology* 2004; 41(6):882–892.
45. Mehnert J, Akhrif A, Telkemeyer S, Rossi S, Schmitz CH, Steinbrink J, Neufang S. Developmental changes in brain activation and functional connectivity during response inhibition in the early childhood brain. *Brain and Development* 2013; 35(10):894–904.
46. Cachia A, Borst G, Vidal J, Fischer C, Pineau A, Mangin JF, Houde O. The shape of the ACC contributes to cognitive control efficiency in preschoolers. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2014; 26(1):96–106.
47. Lo YH, Liang WK, Lee HW, Wang CH, Tzeng OJL, Hung DL, Juan CH. The neural development of response inhibition in 5- and 6-year-old preschoolers: An ERP and EEG study. *Developmental Neuropsychology* 2013; 38(5):301–316.
48. Smith E, Anderson A, Thurm A, Shaw P, Maeda M, Chowdhry F, Gandjbakhche A. Prefrontal Activation During Executive Tasks Emerges Over Early Childhood: Evidence From Functional Near Infrared Spectroscopy. *Developmental Neuropsychology* 2017; 42(4):253–264.
49. Molfese DL, Ivanenko A, Key AF, Roman A, Molfese VJ, O'Brien LM, Hudac CM. A one-hour sleep restriction impacts brain processing in young children across tasks: Evidence from event-related potentials. *Developmental Neuropsychology* 2013; 38(5):317–336.
50. Perlman SB, Huppert TJ, Luna B. Functional Near-Infrared Spectroscopy Evidence for Development of Prefrontal Engagement in Working Memory in Early Through Middle Childhood. *Cerebral Cortex* 2016; 26(6):2790–2799.
51. Rajan V, Bell MA. Developmental changes in fact and source recall: Contributions from executive function and brain electrical activity. *Developmental Cognitive Neuroscience* 2015; 12:1–11.
52. Diaz A, Blankenship TL, Bell MA. Episodic memory in middle childhood: Age, brain electrical activity, and self-reported attention. *Cognitive Development* 2018; 47: 63–70.
53. Molfese VJ, Molfese PJ, Molfese DL, Rudasill KM, Armstrong N, Starkey G. Executive function skills of 6-8 year olds: Brain and behavioural evidence and implications for school achievement. *Contemporary Educational Psychology* 2010; 35(2):116–125.
54. Cuevas K, Hubble M, Bell MA. Early childhood predictors of post-kindergarten executive function: Behavior, parent report, and psychophysiology. *Early Education and Development* 2012; 23(1):59–73.
55. Liu Q, Zhu X, Ziegler A, Shi J. The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Scientific Reports* 2015; 5, 14200.
56. Rueda MR, Rothbart MK, McCandliss BD, Saccomanno L, Posner MI. Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2005; 102(41):14931–14936.
57. Morasch KC, Bell MA. The role of inhibitory control in behavioural and physiological expressions of toddler executive function. *Journal of Experimental Child Psychology* 2011; 108(3):593–606.
58. Wolfe CD, Bell MA. Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Developmental Psychobiology* 2004; 44(1):68–83.
59. Fishburn FA, Hlutkowsky CO, Bemis LM, Huppert TJ, Wakschlag LS, Perlman SB. Irritability uniquely predicts prefrontal cortex activation during preschool inhibitory control among all temperament domains: A LASSO approach. *Neuroimage* 2019; 184: 68–77.
60. Lahat A, Todd RM, Mahy CEV, Lau K, Zelazo PD. Neurophysiological correlates of executive function: A comparison of European-Canadian and Chinese-Canadian 5-year-old children. *Frontiers in Human Neuroscience* 2010; 3, 72.
61. Cuevas, K, Calkins SD, Bell MA. To stroop or not to stroop: Sex-related differences in brain-behavior associations during early childhood. *Psychophysiology* 2016; 53(1):30–40.
62. Liu T, Xiao T, Shi J. Response inhibition, preattentive processing, and sex difference in young children: An event-related potential study. *Neuroreport* 2013; 24(3):126–130.
63. Schneider-Hassloff H, Zwoenitzer A, Kuenster AK, Mayer C, Ziegenhain U, Kiefer M. Emotional availability modulates electrophysiological correlates of executive functions in preschool children. *Frontiers in Human Neuroscience* 2016; 10: 299.

64. Pozuelos P, Combita LM, Abundis A, Paz-Alonso, PM, Conejero A, Guerra S, Rueda MR. Metacognitive scaffolding boosts cognitive and neural benefits following executive attention training in children. *Developmental Science* 2019; 22(2): e12756.
65. Lawson GM, Duda JT, Avants BB, Wu J, Farah MJ. Associations between children's socioeconomic status and prefrontal cortical thickness. *Developmental Science* 2013; 16(5):641–652.
66. Stevens C, Lauinger B, Neville H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: An event-related brain potential study. *Developmental science* 2009; 12(4):634–646.
67. Bronfenbrenner U. *The Ecology of Human Development*. Harvard University Press. 2009
68. Demarin V, Morović S. Neuroplasticity. *Periodicum Biologorum* 2014; 116(2):209–211.

Financiamiento

Esta investigación contó con el apoyo del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT-CONICYT) del proyecto N° 1151262.

Agradecimientos

De manera especial agradezco a la Dra. Susana Mendive por su apoyo y consejos con respecto a este documento.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.