



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

FACULTAD DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE DOCTORADO EN EDUCACIÓN

LA INFLUENCIA DEL TEMPERAMENTO Y EL SEXO EN JUEGOS
DE CONTROL INHIBITORIO: RECOMPENSAS PREDICTIVAS Y
NO PREDICTIVAS.

THE INFLUENCE OF TEMPERAMENT AND SEX ON INHIBITORY
CONTROL GAMES: PREDICTIVE AND
NON-PREDICTIVE REWARDS.

POR
CAROLINA ANDREA CAFFARENA BARCENILLA

Tesis presentada a la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile
para optar al grado de Doctora en Educación.

Profesor Guía
Dr. Cristian Rojas Barahona

Comisión de Tesis
Dra. María Inés Susperreguy J.
Dr. Francisco Aboitiz D.
Dr. David Whitebread (Q.E.D.P)

Septiembre, 2021
Santiago, Chile

@2021, CAROLINA ANDREA CAFFARENA BARCENILLA

Se autoriza la reproducción parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

DEDICATORIA

*Dedicada a Pablo, Martín, Gaspar y Diego,
los co-autores de este camino.*

AGRADECIMIENTOS

En estos momentos, son innumerables los agradecimientos que quisiera hacer. El camino recorrido ha sido posible gracias a que muchos estuvieron presentes. En primer lugar, quisiera agradecer a ANID por la oportunidad de haber recibido los beneficios de la Beca de Doctorado Nacional. Sin duda, un apoyo que me ha traído muchos aprendizajes.

Agradezco a Pablo y a mis niños, que han sido pacientes y generosos por muchos años. Gracias a ellos y a su constante apoyo, estoy llegando hasta aquí. También agradezco a mi familia, por ser el soporte siempre y ayudarme a cumplir mis sueños. Gracias a mis papás, mis suegros, hermanos, cuñados y a Manuel, por estar siempre.

Agradezco también a Cristian, tuve el privilegio de tener al mejor tutor. Gracias por el apoyo en cada uno de los momentos vividos, por ser un compañero contra viento y marea, por entregarme tus conocimientos, tus tiempos y por reflexionar conmigo. Gracias a mi comisión completa, a Mane, Francisco y David por cada retroalimentación y encuentro, pues todo contribuyó en llevar a esta investigación hasta esta instancia. Aún cuando David (Q.E.D.P) partió antes del final, agradezco su gran acogida cuando estuve en Cambridge, por mostrarme su mundo y hacerme parte de él durante mi estadía.

Agradezco al Programa de Doctorado y sus profesores quienes gracias a su experiencia y profesionalismo me permiten hoy tener las herramientas necesarias para ser investigadora. Gracias al profesor Vladimir López por permitirme aprender en su laboratorio y generosamente ayudarme a llevar a la práctica mi experimento. En especial quisiera agradecer a Natalia Ávila que gracias a su gran empatía, compromiso y gestiones, me permitió confiar en que llegaría al final, a pesar de todas las adversidades que se fueron presentando. Y a mi querida Myriam quien desde el primer día me acogiste y caminaste conmigo incondicionalmente. Tú sabes Myriam que hoy no estaría aquí sin aquella llamada que cambió el curso de esta historia.

A mis amigos y amigas, a Maca, Ricardo, Vale, Sole, Carmelo, Cesar y Natalia. Gracias por las conversaciones, las reflexiones, por la generosidad de poner a disposición lo que cada uno es y sabe. Tenerlos a ustedes de compañeros y compañeras fue un soporte indispensable para este proceso. Gracias a mi amiga Carola Gordillo, que a pesar de la distancia, tuvimos muchos momentos de compartir nuestros pensamientos y aprendizajes doctorales. Gracias a Felipe Rojas y Claudio Artigas, por enseñarme y acompañarme en mis días de laboratorio y mucho más allá de eso!.

Finalmente, agradezco a todos los niños y niñas que participaron del estudio, sus familias y profesores, quienes confiaron en mí y me regalaron la oportunidad de aprender a investigar. Por y para los niños y niñas de Chile, espero seguir contribuyendo para ofrecerles un mejor lugar para crecer, aprender y ser feliz.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Antecedentes contextuales	10
1.2 Marco teórico y empírico	13
1.3 Objetivos y Preguntas de Investigación	26
1.3.1 Objetivo general y objetivos específicos.....	26
II. DISEÑO METODOLÓGICO	28
2.1 Primera parte: Estado del Arte y Análisis Psicométrico	28
2.2 Segunda Parte: Abordaje empírico.....	29
III. PUBLICACIONES.....	38
3.1 Artículo 1	39
3.2 Artículo 2	66
3.3 Artículo 3	99
IV. ESTUDIO EMPÍRICO PARTE 2 – OBJETIVO ESPECÍFICO 2	133
V. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN FINAL.....	149
5.1 Síntesis y discusión de resultados	150
5.2 Limitaciones de la tesis	155
5.3 Recomendaciones y/o proyecciones	156
REFERENCIAS.....	157
ANEXOS	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Tabla resumen resultado de ANOVA	141
Tabla 4.2:	Indicadores del factor Surgencia 1 (nivel de energía)	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Imágenes del Juego 1: Control Inhibitorio-Recompensa Predictiva (CI-RP)	33
Figura 2.2:	Imágenes del Juego 2: Control Inhibitorio-Recompensa No-Predictiva (CI-RP)	34
Figura 4.3:	Imágenes del Estudio Piloto EEG	137
Figura 4.4:	ERPs de un Electrodo Representativo (Roi Frontal)	141
Figura 4.5:	ERPs de un Electrodo Representativo (Roi Central)	142
Figura 4.6:	ERPs de un Electrodo Representativo (ROI Posterior)	142
Figura 4.7:	Mapa topográfico que muestra las distribuciones del cuero cabelludo del potencial evocado asociado al efecto de la CNV para todos los sujetos	143
Figura 4.8:	Mapas topográficos que muestran las distribuciones en el cuero cabelludo del potencial evocado asociado al efecto de la CNV para el sujeto femenino y masculino	143
Figure 4.9:	ERPs de un Electrodo Representativo (ROI Central)	144

RESUMEN

Esta tesis tiene por objetivo general evaluar la influencia conductual y neurofisiológica de las estrategias de Recompensa Predictiva y No Predictiva ofrecidas en un juego, el Temperamento y el Sexo, en el Control Inhibitorio en niños de 4 a 5 años. Para aproximarse a la temática se elaboró un estado del arte sobre las habilidades de autorregulación infantil, sus hitos del desarrollo y los factores intervinientes (primer artículo). El diseño metodológico utilizado fue de corte transeccional, de tipo no experimental y diseño correlacional que consideró 149 niños y niñas de 4 a 5 años. Los instrumentos utilizados fueron 2 juegos de Tablet diseñados para el estudio y un cuestionario de temperamento infantil del cual se realizó un análisis psicométrico en una muestra de la población chilena (segundo artículo). La parte empírica del estudio se realizó en dos etapas, en primer lugar, se realizó una medición conductual de los niños y niñas participantes (tercer artículo), y en segundo lugar, se evaluó el correlato neuronal del control inhibitorio en presencia de ambos tipos de recompensa en una submuestra de 16 niños y niñas. Los principales hallazgos señalan que la influencia de los diferentes tipos de recompensa sobre el control inhibitorio, en la muestra estudiada responde de manera distinta a grupos etarios de mayor edad. Así también, se menciona que el temperamento y el sexo influyen sobre la respuesta inhibitoria. Finalmente, el trabajo que aquí se presenta concluye con una síntesis integrada de los resultados obtenidos, discutiendo la contribución del estudio, sus implicancias, sus limitaciones y proyecciones futuras.

Palabras Clave: Control Inhibitorio, Temperamento, Recompensas predictivas, Recompensas no-predictivas, sexo, primera infancia.

ABSTRACT

The general aim of this thesis is to evaluate the behavioural and neurophysiological influence of Predictive and Non-predictive Reward strategies offered in a game, Temperament and Sex, on Inhibitory Control in children aged 4 to 5 years. In order to approach the subject, a state of the art on children's self-regulation skills, their developmental milestones and the intervening factors (first article) was elaborated. The methodological design used was a cross-sectional, non-experimental and correlational design that considered 149 children aged 4 to 5 years. The instruments used were 2 Tablet games designed for the study and a child temperament questionnaire. For this questionnaire, a psychometric analysis was carried out on a sample of the Chilean population (second article). The empirical part of the study was conducted in two stages, firstly, a behavioural measurement of the participating children was conducted (third article), and secondly, the neural correlate of inhibitory control in the presence of both types of reward was assessed in a subsample of 16 children. The main findings indicate that the influence of different types of rewards on inhibitory control in the sample studied responds differently to older age groups. It is also mentioned that temperament and gender influence inhibitory response. Finally, the paper concludes with an integrated synthesis of the results obtained, discussing the contribution of the study, its implications, limitations and future projections.

Keywords: Inhibitory Control, Temperament, Predictive Rewards, Non-predictive Rewards, gender, early childhood.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes contextuales

La autorregulación es un proceso que comienza con la vida (Bronson, 2000). En términos generales, se ha descrito como un proceso de regulación de la emoción, el pensamiento y la acción (McClelland, 2012) que permite a las personas adaptarse y alcanzar las metas propuestas. Para alcanzar esta regulación y control, es necesario contar con habilidades o herramientas cognitivas que lo permitan. Este conjunto de habilidades se conoce con el nombre de funciones ejecutivas (FE). Si bien autorregulación y FE no es lo mismo, las FE contribuyen a los procesos de autorregulación (Blair, 2017).

La atención, la memoria de trabajo, el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva, la planificación y la resolución de problemas son algunas de las habilidades mencionadas como parte de los procesos de autorregulación (Posner & Rothbart, 2000; Rothbart, Sheese, Rueda, & Posner, 2011; Vohs & Baumeister, 2013). De acuerdo con McClelland y Cameron (2011) todas las habilidades mencionadas trabajan conjuntamente y son todas necesarias y complementarias en el proceso de autorregulación. Sin embargo, estas habilidades también se han estudiado de forma independiente como un aspecto cognitivo de la autorregulación. Esta investigación se centra en la habilidad de Control Inhibitorio (CI) definida como el control de las respuestas impulsivas o preponderantes de acuerdo con una meta (Brass & Haggard, 2007). El CI es una habilidad de creciente interés para los investigadores, ya que se relaciona con tareas relevantes como, por ejemplo, el razonamiento (Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009) y el comportamiento (Volckaert & Noel, 2015). En consideración a lo anterior, es posible pensar que un buen desarrollo del CI tendría efectos positivos en diferentes aspectos del aprendizaje, y de la vida (Moffitt et al., 2011).

La literatura revisada destaca que la primera infancia, concretamente entre los 3 y los 6 años, es el periodo clave para el desarrollo del CI (Lo et al., 2013; Swingler, Willoughby, & Calkins, 2011; Watson & Bell, 2013). Esta información debe ser considerada por los educadores ya que es un periodo favorable para el desarrollo y necesario para una mejor adaptación a los procesos de escolarización. En el caso de la presente investigación, es importante mencionar que el rango etario de los 4 a 5 años se ha seleccionado como un rango intermedio entre los 3 y 6 años destacado por la literatura, por lo tanto, la muestra para este estudio se ha focalizado en el nivel Pre-Kinder, que es el nivel educativo donde asisten los niños y niñas entre los 4 y los 5 años de edad.

Todo el conocimiento acumulado en relación con la capacidad de CI, sus evidencias neuropsicológicas y los aspectos que podrían estar involucrados en su óptimo desarrollo (Durston et al., 2002; Mehnert et al., 2013), ha sido relevado por los investigadores en el último tiempo. Una estrategia denominada Recompensa es frecuentemente utilizada por investigadores, educadores y padres para mantener la motivación y el interés de los niños en las tareas solicitadas. La incorporación de estrategias de recompensa como pegatinas o pequeños juguetes (Cuevas, Hubble, & Bell, 2012; Liu, Ziegler, & Shi, 2015) y los efectos de estas recompensas en las tareas de CI, han sido evaluados principalmente en niños y jóvenes, sin embargo, existe poca evidencia empírica en los años preescolares, abriendo una nueva brecha de investigación.

La evidencia empírica muestra que en niños mayores, adolescentes y adultos que se enfrentan a tareas de CI en las que también hay una situación de recompensa, se produce una mejor inhibición de las respuestas impulsivas, alcanzando una mayor precisión en las respuestas (Padmanabhan, Geier, Ordaz, Teslovich, & Luna, 2011; Strang & Pollak, 2014). Aunque los avances en neurociencia cognitiva han permitido conocer los circuitos neuronales tanto del Control Inhibitorio como de las Recompensas (Lo et al., 2013; McClure, York, & Montague, 2004), la relación entre estas dos variables requiere una

mayor profundidad de estudio cuando pensamos en la primera infancia, particularmente en el rango de 3 a 6 años.

La literatura emergente señala que es necesario evaluar el uso (o no uso) de las recompensas. Además de esto, los investigadores sostienen que también es relevante considerar el tipo de recompensas utilizadas (Hidi, 2016; Howard-Jones & Jay, 2016). Se propone que cuando una recompensa adquiere una condición no predictiva, el rendimiento en la tarea puede ser aún mejor, teniendo un impacto positivo en el aprendizaje (Howard-Jones & Demetriou, 2009). Sin embargo, no es posible asegurar que esta relación se produzca por igual en todos los niños, especialmente cuando se trata de la primera infancia. Las diferencias individuales de temperamento podrían ejercer un efecto en esta relación, sin embargo, se necesita más investigación para explorar estas variables. Algunos estudios han establecido que, desde edades tempranas, el temperamento reportado por los padres está relacionado con el desempeño del CI (Morasch & Bell, 2011). Estudios como el de Morasch y Bell (2011) incluyen recompensas durante la tarea para promover la inhibición, sin embargo, el análisis reportado relaciona el CI con las habilidades verbales, la madurez cerebral y el temperamento, sin considerar el efecto que podría tener la recompensa en la habilidad estudiada.

En resumen, estos puntos ponen de manifiesto la necesidad de entender cómo el CI impacta en la vida cotidiana de los niños, y también, en los procesos educativos. Lo anterior sitúa la relevancia de este proyecto en al menos tres grandes focos. En primer lugar, se destaca una relevancia metodológica para el aula, ya que se busca aportar antecedentes que den cuenta de la relación entre el Control Inhibitorio, el Temperamento y los efectos que las diferentes estrategias de Recompensa pueden tener sobre esta habilidad. Este es un aporte directo y concreto al campo educativo, particularmente en la educación inicial, ya que podría ofrecer una nueva mirada pedagógica al trabajo que se realiza en el aula y que considera las diferencias individuales de los niños en una situación determinada. Cuando las estrategias de aula promueven el CI a través del juego, y además

consideran las diferencias individuales, pueden ser más asertivas porque recuperan una forma natural de aprendizaje. Hoy en día, este tipo de experiencias parecen estar disminuidas o menos consideradas por las exigencias académicas, desde el inicio de la educación formal (Pardo et al, 2021).

En segundo lugar, el proyecto también considera una relevancia económica, ya que todas aquellas inversiones que se realizan en etapas tempranas del ciclo vital y que potencian el desarrollo de habilidades cognitivas y no cognitivas, generan menos gastos futuros (Heckman, 2008), porque un buen desarrollo del CI favorece el aprendizaje y la participación social a lo largo del sistema escolar. Esto se combina con la evidencia empírica que muestra que las personas con un mayor nivel de inhibición tienen menos probabilidades de desarrollar adicciones en la vida adulta (Kim-Spoon et al., 2016), lo que se traduce en una mejor calidad de vida. Sumado a la importancia de invertir en los primeros años, se considera también relevante la realización de estudios en población vulnerable, ya que suelen ser los grupos más expuestos a las desventajas de los distintos sistemas, donde se incluye el sistema educativo. Por esta razón, y con la finalidad de ofrecer alternativas es que se privilegia la investigación en los grupos de mayor vulnerabilidad (Doyle, et al., 2009).

Finalmente, este estudio contribuye también a la investigación puesto que provee de un avance en la comprensión de las recompensas en tareas vinculadas al CI lo que ha sido escasamente evaluado en los primeros años de vida. Sumado a lo anterior, ofrece un acercamiento a cómo las diferencias individuales relacionadas con características de temperamento y el sexo podrían influir en el procesamiento de las recompensas.

1.2 Marco teórico y empírico

Para abordar el marco teórico y empírico, esta investigación se posiciona en las disciplinas propias de las ciencias cognitivas, específicamente en aspectos vinculados a procesos psicológicos y biológicos, en función del aprendizaje y desarrollo infantil. En primer

lugar, se analizará el constructo de autorregulación infantil y en particular la habilidad de control inhibitorio identificada como una herramienta relevante en los procesos de adaptación infantil. Luego, se abordará el concepto de recompensa destacando dos posibles estrategias que, de acuerdo con la literatura, podrían tener efectos distintivos en el comportamiento. Además, con la finalidad de relevar aspectos propios de las diferencias individuales, nos acercaremos al constructo de temperamento y a las diferencias de sexo.

1.2.1 Autorregulación y Control Inhibitorio en primera infancia

Como se ha mencionado con anterioridad, la autorregulación es un proceso que implica la regulación y control de acciones, pensamientos y emociones en función de una meta o propósitos. La literatura ha descrito al menos dos componentes cuando hablamos de los procesos de autorregulación. El primero de ellos se relaciona con componentes más bien automáticos (bottom-up) que aparecen como reacciones impulsivas sin que pasen por un procesamiento de orden cognitivo superior. El segundo componente, está relacionado con el funcionamiento ejecutivo, es decir, con el uso de ciertas herramientas que nos permiten alcanzar la regulación a través de procesos cognitivos de orden superior (Blair & Razza, 2007; Vohs & Baumeister, 2017).

Para este estudio, se abordará el procesamiento ejecutivo de la autorregulación, a través de la indagación una determinada función ejecutiva llamada Control Inhibitorio. En relación con las funciones ejecutivas (FE) existe un robusto cuerpo de literatura que ha evidenciado su importancia en el aprendizaje y desarrollo del ser humano (p.e., Rojas-Barahona, 2017). Las FE son un conjunto de habilidades o herramientas cognitivas que permiten autorregularnos y, de esa manera, adaptarnos a las diferentes situaciones que se presentan a lo largo de la vida. El constructo de FE ha sido definido como una serie de procesos cognitivos que permiten ejercer control sobre nuestros pensamientos, acciones y emociones en función de una tarea (Diamond, 2013; Friedman & Miyake, 2017).

Hay bastante acuerdo, teórico y empírico, en que uno de los componentes centrales de las FE es el Control Inhibitorio (CI), en conjunto con la memoria de trabajo y la atención (Blair, 2016; Diamond, 2013; McClelland, 2012). El CI se ha definido como la habilidad para detener una respuesta automática o impulsiva de acuerdo con un objetivo (Aron, 2011; Brass & Haggard, 2007). El desarrollo de la habilidad de retener la respuesta dominante para dar curso a la no dominante, comienza tempranamente, de manera especial entre los 3 y los 6 años (Caffarena Barcenilla y Rojas-Barahona, 2019;; Lo et al., 2013; Swingler et al., 2011; Watson & Bell, 2013), y continúa hasta alcanzar la madurez de la corteza prefrontal, hacia el final de la adolescencia (Vohs & Baumeister, 2013).

Existe interés en estudiar el CI porque es una habilidad relacionada con el comportamiento adaptativo y el rendimiento escolar desde la edad preescolar hasta la edad adulta (McClelland & Cameron, 2011). En concreto, el CI se ha relacionado con tareas como las matemáticas y la alfabetización (Blair & Razza, 2007), el razonamiento (Thorell et al., 2009) y la conducta desafiante o desadaptativa (Volckaert & Noel, 2015) desde edades tempranas. Esto, en el contexto educativo, es de gran importancia, ya que permite pensar que un buen desarrollo del CI tendría efectos favorables en diferentes aspectos del aprendizaje. Adicionalmente, es importante mencionar que los beneficios del desarrollo del CI no solo están relacionados con el aprendizaje, sino que también es un factor protector de la salud, por ejemplo, reduciendo las conductas adictivas, (Moffitt et al., 2011) y regulando la ingesta de alimentos (Jiang, He, Guan, & He, 2016), mejorando la calidad de vida. Todos los aspectos mencionados anteriormente ponen de manifiesto que el CI debe ser considerada como una habilidad principal desde la primera infancia.

Para medir esta habilidad, se han diseñado diferentes pruebas o tareas tales como *Go/No-Go*, *Stroop Tasks*, *Wisconsin card sorting*, *A not B*, *Odd ball task* y *DCCS*. Todas ellas tienen como propósito evaluar la habilidad de los niños y niñas para sostener las respuestas dominantes, expresando las no-dominantes. Para este estudio, es de especial interés el paradigma *Go/No-Go* que se ha utilizado en muchos estudios que trabajan con niños y

niñas durante la primera infancia (Ciesielski, Harris, & Cofer, 2004; Durston et al., 2002; Liu et al., 2015). Este paradigma considera la inhibición en la condición *No-Go* que implicaría la no ejecución de la respuesta predominante para alcanzar la meta deseada, en tanto, la condición *Go* implica la ejecución de la respuesta dominante. Una manera de conocer el comportamiento neurobiológico, es a través del uso de técnicas como la electroencefalografía (EEG) o el potencial evocado (ERP) que develan con una buena resolución temporal, las zonas del cerebro que están más activas durante la tarea, por medio de las señales eléctricas que emiten, focalizándose principalmente en los componentes N1, P2, N2, P3 identificados como parte de los procesos de inhibición (Ciesielski et al., 2004; Johnstone, Pleffer, Barry, Clarke, & Smith, 2005; Jonkman, 2006). En términos neuroanatómicos, durante las tareas de control inhibitorio, se observan señales eléctricas provenientes de la corteza prefrontal (Ciesielski et al., 2004; Johnstone et al., 2005). La revisión de literatura que se presenta como primer artículo de este compendio, profundiza en las zonas internas del cerebro que se activan durante la respuesta inhibitoria y que, por la naturaleza de la medición, utilizan otras técnicas de indagación.

En relación con el desarrollo evolutivo, los estudios que utilizan las técnicas de EEG/ERP han mostrado que a medida que los niños y niñas aumentan en edad, la activación de los circuitos neuronales implicados en la respuesta inhibitoria decrece, por una parte, porque se asume que la tarea genera menos demanda cognitiva, y por otra, porque existe mayor localización de actividad cerebral. Esto se traduce en una mayor eficiencia cognitiva que tiene como resultado una mayor exactitud de respuestas y una mejora en los tiempos de reacción (Cachia et al., 2014; Sheridan, Kharitonova, Martin, Chatterjee, & Gabrieli, 2014).

En conclusión, la habilidad de CI tiene un desarrollo progresivo y requiere de un procesamiento cognitivo de orden superior. Existen diferentes paradigmas para estudiarla y conocer su naturaleza y comportamiento. Las pruebas conductuales de *Go-No/Go*

observadas también a través de mediciones de EEG/ERP nos reportan elementos importantes en cuanto al desarrollo de la habilidad a lo largo de la vida, las formas en que se manifiestan y la localización a nivel cerebral. Considerando la relevancia que tiene en cuanto a su implicancia en los procesos de aprendizaje y de adaptación social, es que ha sido constantemente estudiada por las ciencias cognitivas; esta investigación busca además complementar con otras variables vinculadas al uso de recompensas, el temperamento y las posibles diferencias de sexo.

1.2.2 Importancia de las recompensas: predictiva y no predictiva

La búsqueda de recompensas se manifiesta desde el inicio de la vida. La sensación placentera al contacto físico, al ser alimentados o a las respuestas recibidas en las interacciones cotidianas ayudan a los niños y niñas muy pequeños, a comprender aquello que es valorado y deseado por el entorno, y por lo tanto, interesante de repetir.

Diferentes estudios han mostrado que el procesamiento de las recompensas no es igual a lo largo de la vida (Lukie et al., 2014; Mai et al., 2011; Zhuang et al., 2017). Zhuang et al. (2017) señala que el cerebro de un adolescente es más sensible a la recompensa que el de niños y adultos, porque prefieren las conductas más riesgosas y tienden a sobrevalorar la recompensa. Incluso establece diferencias en el aprendizaje según el tipo de feedback entregado, señalando que los adultos parecen aprender más cuando se les proporciona un feedback negativo, en tanto que los niños del feedback positivo. Sin embargo, sus hallazgos se refieren a población a partir de los 6 años de edad. Mai et al.,(2011), aporta a la discusión estudiando las recompensas con niños de 4 a 5 años, para comprender si el tipo de feedback entregado tiene diferentes respuestas en los niños. Señala que si bien a esta edad responden mejor al feedback positivo que al negativo, parecen no valorar el feedback negativo diferente al positivo.

Lo anterior nos indica que si bien a lo largo de la vida las recompensas afectan en cuánto a su valoración y relación con el aprendizaje, no es del todo claro cómo guían el comportamiento y regulan las expectativas de las personas (Hämmerer et al., 2011).

La presente investigación busca contribuir en este tema, evaluando la predictibilidad de la recompensa en función del CI, entendiendo que dicha predictibilidad podría influir de manera diferente en la manifestación de la conducta inhibitoria. En otras palabras, interesa saber si la manipulación de la recompensa en niños de 4 a 5 años tiene un comportamiento similar o diferente a grupos de mayor edad.

Durante la infancia, algunas de las manifestaciones más comunes que implican CI se vinculan a tareas como respetar los turnos, escuchar las preguntas completas antes de responder o bien, adecuar el comportamiento para ser parte de los juegos o actividades. Una de las estrategias utilizadas por educadores, padres e incluso investigadores, para mantener la motivación y el interés de los niños en tareas relacionadas con el CI, es la incorporación de estrategias de recompensa como pegatinas o pequeños juguetes (Cuevas et al., 2012; Liu et al., 2015). Sin embargo, los efectos de la predictibilidad de la recompensa en tareas que implican la inhibición de respuestas prepotentes se evalúan comúnmente en niños mayores de 8 años (Ozcelik, Cagiltay, & Ozcelik, 2013; Padmanabhan et al., 2011; Tanaka et al., 2006; Viviani et al., 2020), abriendo una brecha de investigación para la primera infancia.

La revisión publicada por Hidi (2016) describe diferentes perspectivas de cómo las recompensas son comprendidas, tanto desde la psicología, como desde las neurociencias, señalando que no basta con evaluar el uso (o no uso) de las recompensas, sino que también es necesario considerar el tipo de recompensas (por ejemplo, esperadas o inesperadas). Howard-Jones y Demetriou, (2009) que trabajan con niños de 10 a 14 años, propusieron que cuando la recompensa adquiere un carácter no predictivo, los niveles de motivación aumentan y las personas se mantienen más conectadas con la tarea logrando mejores

resultados. Además, Howard-Jones y Jay (2016), recogen los hallazgos del área de las neurociencias cognitivas, y sintetizan que la recompensa entregada durante la tarea busca la movilización de emociones, manteniendo la motivación. Esta motivación se vincula con una sensación de placer producto de la liberación de dopamina (neurotransmisor implicado en la activación del sistema de recompensa), la que aumentaría en presencia de recompensas inesperadas o poco predictivas, teniendo como consecuencia, que el sujeto quiera alcanzar la recompensa y trabaje en torno a esa meta. Los juegos y entre ellos, los videojuegos son parte de estas experiencias placenteras (Koepp et al., 1998) lo que podría significar que si se aumentan las experiencias placenteras o los afectos positivos durante la tarea, se aumentan también las probabilidades de que un comportamiento se repita.

Esta liberación de dopamina puede ser registrada a través de una resonancia magnética funcional (fMRI) (p.e Wittmann et al., 2005), sin embargo, la medición de la señal Variación Contingente Negativa (CNV), a través de una electroencefalografía, también se ha vinculado con la liberación de dopamina (Linssen et al., 2011).

El aprendizaje basado en la predicción del error permite complementar esta perspectiva, pues señala que el comportamiento se adapta a aquello que se predice para obtener el máximo beneficio. Schultz y Dickinson, (2000) mencionan que no basta con la relación entre el reforzador y el estímulo para el aprendizaje (aprendizaje por asociación), sino que se requiere que este reforzador sea sorpresivo o no predictivo para establecer algo así como un “predicador del refuerzo”, favoreciendo la motivación. Cuando el resultado es perfectamente conocido o esperado por el aprendiz, no ocurriría el aprendizaje. O’Doherty Cockburn y Pauli (2017) relevan el proceso de la toma de decisiones en el contexto de las recompensas, señalando que la posibilidad de elegir también proporciona a las personas mayor motivación. Elegir bien, permite a su vez, interactuar de manera acertada con el entorno y obtener mayores beneficios. Por lo tanto, la predictibilidad de la recompensa y la acción de la persona para elegir sobre ella podría ofrecer una nueva mirada para el logro

de ciertos aprendizajes, sin embargo, esto no resulta lo suficientemente claro en el contexto de la primera infancia.

Algunos estudios realizados con niños y niñas sobre los 8 años de edad, han mostrado que la inclusión de recompensas podría favorecer el desarrollo del CI (Padmanabhan et al., 2011; Strang & Pollak, 2014), sin embargo, no se sabe si en edades previas, la inclusión de las recompensas favorece el desarrollo de esta habilidad. Aún más, no se tiene claridad suficiente de qué tipos de recompensas podrían influir mejor en el desarrollo del CI. Si se considera que las recompensas son parte de las estrategias utilizadas por padres y profesores para promover ciertos aprendizajes en los niños y niñas y jóvenes, resulta relevante conocer de qué manera, una habilidad ampliamente valorada, tanto en el contexto escolar como en la investigación, se potencia en presencia de las recompensas.

Un acercamiento para responder esta interrogante es la investigación realizada por Tarullo Nayak, St John y Doan (2018), en donde trabajaron con 81 niños de 3,5 meses a 4,5 meses, con el objetivo de evaluar la influencia de la retroalimentación asociada a la recompensa durante la realización de las pruebas “*The dimensional change card sort (DDCS)*”, comúnmente utilizadas para evaluar las EF en niños. El grupo de investigadores realizó una prueba sin retroalimentación ni recompensa y otra donde se ofrece un *feedback* sobre el desempeño incorporando, además, una recompensa. Si el niño respondía adecuadamente, ganaba 4 peces más sonidos asociados a la ganancia, sin embargo, si se respuesta era inadecuada, perdían los peces y cambiaban los sonidos. El tipo de recompensa utilizada en este estudio se relaciona con lo que anteriormente se ha llamado recompensa predictiva o esperada. Los resultados del estudio mostraron que, durante el período preescolar, los niños adaptan su desempeño en presencia de la retroalimentación y la recompensa. Cuando se les entregan las recompensas esperadas asociadas a un *feedback* emocional priorizan la precisión de la respuesta (*accuracy*) por sobre la velocidad de reacción (*reaction time*).

Este estudio releva que durante los primeros años las recompensas tienen un impacto en la precisión de la tarea, al menos en una recompensa que los niños y niñas pueden predecir, sin embargo, la evidencia disponible es aún insuficiente para establecer conclusiones acerca de la relación entre la predictibilidad de la recompensa y las funciones ejecutivas, como es el caso del control inhibitorio. Más aún, se requiere investigar si la relación que pudiese darse entre las variables antes mencionadas (tipo de recompensa y CI) varían entre los niños y niñas, ya sea por variables como el sexo o características individuales, como su temperamento.

1.2.3 Rol del Temperamento en la relación entre Control Inhibitorio y Recompensa

Las diferencias individuales entre las personas han sido un foco de estudio permanente, pues estas diferencias hacen que cada individuo se comporte de manera particular frente a las situaciones (Calkins, 1994; Friedman & Miyake, 2017; Olson, Lopez-Duran, Lunkenheimer, Chang, & Sameroff, 2011). El temperamento y la personalidad, son dos constructos que han permitido explicar, en parte, estas diferencias (Rothbart, 2007). Rothbart, Ahadi y Evans (2000) han definido temperamento como las diferencias individuales en reactividad y autorregulación, basadas constitucionalmente. Por diferencias constitucionales se entiende que el temperamento tiene bases biológicas influenciadas por la genética, el contexto o la experiencia y la madurez. Por reactividad, se considera el amplio rango de posibilidad para responder a los cambios externos e internos, por ejemplo, ritmos cardiacos o expresiones del miedo. Finalmente, por autorregulación se refiere a los procesos del control de esfuerzo y orientación que funcionan como un modulador de la reactividad. Rothbart y Bates (2007) agregan que el temperamento marca una tendencia o disposición a reaccionar de una determinada manera, pero la expresión varía dependiendo de las condiciones.

Algunos estudios han establecido que, desde una edad temprana, el temperamento reportado por los padres está relacionado con el rendimiento del CI. Por ejemplo, el

estudio de Fishburn et al. (2019) examinó la relación entre IC y temperamento en niños de 4 a 5 años. Para estudiar estas variables utilizaron todas las subescalas del cuestionario *Child Behavioural Questionnaire* (CBQ) (Rothbart, Ahadi, Hershey, & Fisher, 2001) y evaluaron su contribución en tareas de CI. La muestra consideró un total de 118 niños y niñas de población típica quienes fueron invitados a completar una batería de pruebas Go-No/Go mientras se monitoreaba por medio de una espectroscopia funcional del infrarrojo cercano (fNIRS). Los resultados obtenidos demuestran que la subescala de Frustración/Enojo pudo predecir la activación de la corteza prefrontal, durante la tarea realizada. Esto indica que el temperamento y el IC tienen una relación a nivel conductual que se evidencia también a nivel neurofisiológico. Otro ejemplo es el estudio de Morasch y Bell (2011), quienes evaluaron conductual y fisiológicamente las manifestaciones de CI y la relación que tienen con el temperamento reportado por la madre utilizando la escala de CI del cuestionario ECBQ (Putnam, Gartstein, & Rothbart, 2006). Trabajaron con 81 niños (de 2 años) y sus madres. El análisis presentado relaciona las tareas de CI con las habilidades verbales, la madurez cerebral y el temperamento (subescala de control inhibitorio).

Estos estudios relevan la importancia de evaluar y considerar las diferencias individuales por medio del temperamento reportado por los padres o cuidadores principales, cuando se relacionan con habilidades cognitivas, como es el caso de CI, y la necesidad de comprender mejor la influencia que pueden tener las recompensas en tareas que implican estas habilidades. Rothbart y Bates (2007) sugieren que el temperamento genera diferencias entre los niños en cuanto a la susceptibilidad de la recompensa y el castigo. Los autores proponen que algunos niños pueden estar más activos en presencia de la recompensa, mientras que otros se detienen cuando existe mayor posibilidad de castigo. En síntesis, el temperamento es un constructo que permite entender las diferencias individuales entre las personas. Se considera que si bien tiene una base biológica asociada, está mediado por variables ambientales que harán al niño más proclive a un tipo de reactividad que a otro. Desde esta perspectiva, es posible pensar que ante situaciones de

recompensa incierta, no todos los niños van a responder de la misma manera, lo que por lo tanto, podría afectar su nivel de inhibición.

1.2.4 Diferencias de sexo en la relación Control Inhibitorio y Recompensa

Las diferencias de sexo han sido analizadas con frecuencia en la investigación (Grissom & Reyes, 2019), sin embargo, los hallazgos no permiten concluir si niños y niñas tienen desempeños diferentes cuando pensamos en las habilidades de autorregulación. Al revisar la literatura disponible se observa que no es posible responder a las diferencias de sexo de una manera simple. Esta repuesta está mediada por factores tales como: el tipo de pruebas que se utilizan, la edad, la cultura e incluso la habilidad en sí misma, por ejemplo, el reciente estudio de Lenes, Gonzales, Størksen y McClelland (2020) compara una muestra de niños de 5 años de USA y Noruega por medio de la prueba *Head-Toes-Knees-Shoulders* (HTKS, prueba que mide la autorregulación). Luego de hacer una comparación detallada de los contextos de cada país en cuanto a nivel socioeconómico, escolaridad de los padres, especialmente la madre, edad de inicio en educación infantil, entre otros elementos, los investigadores concluyen que el sexo de los participantes predice significativamente el resultado obtenido en las pruebas de HTKS en la muestra noruega, donde las niñas obtuvieron puntajes significativamente mayores al de los niños. En el caso de la muestra estadounidense, si bien el puntaje de las niñas fue mayor al de los niños, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Cabe destacar que al evaluar el efecto del sexo sobre la autorregulación, entre las dos muestras, esta no muestra una diferencia estadísticamente significativa.

En concordancia con estos hallazgos, la revisión realizada por Grissom y Reyes (2019), también destaca ciertas diferencias señalando que entre los 8 y 10 años las niñas son menos impulsivas que los niños, pero las niñas tienen un tiempo de reacción más lento que el de los niños. Si bien estas características no son estáticas a lo largo de la vida, las investigaciones logran detectar algunas pequeñas diferencias en los circuitos neuronales

de ambos sexos y en las trayectorias de desarrollo de las FE estudiadas (atención, memoria de trabajo y control inhibitorio).

La revisión de literatura presentada por Caffarena Barcenilla y Rojas-Barahona (2019), señala que si bien hay estudios que no muestran diferencias entre niños y niñas (Lahat, Todd, Mahy, Lau, & Zelazo, 2010), hay otras investigaciones que describen que en ciertas tareas relacionadas a la inhibición de impulsos, las niñas parecen cometer menos errores que los niños, apoyando esta evidencia con estudios neurofisiológicos que muestran que las niñas poseen una actividad cerebral más focalizada que los niños (Cuevas, Calkins, & Bell, 2016; Liu, Xiao, & Shi, 2013; Liu et al., 2015) pudiendo esto ser considerado como un indicador de madurez neuronal que se observa conductualmente como un mejor desempeño en las tareas vinculadas al control inhibitorio.

1.2.5 Control inhibitorio, recompensa y temperamento. una estrategia para las aulas de nivel inicial

Considerando los antecedentes teóricos que se han generado respecto al desarrollo del CI durante los primeros años, algunos programas educativos han tomado en consideración los aportes de estas investigaciones para intencionar el desarrollo de habilidades regulatorias en niños pequeños (Bodrova & Leong, 2007; Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007), pues se sabe que existe relación entre estas habilidades y el logro de aprendizajes tanto en el ámbito académico como en el ámbito social (Guimard, Hubert, Crusson-Pondeville, & Nocus, 2012; Rothbart et al., 2011). Los niños y niñas que logran inhibir impulsos en menor tiempo y con mayor precisión en su actuar, logran adaptarse mejor a las demandas del ambiente, especialmente en los contextos educativos.

Si bien la investigación del CI en primera infancia ha generado importante conocimiento sobre la relevancia de desarrollar esta habilidad a favor del aprendizaje, aún es necesario comprender mejor cómo se relacionan conductual y neurofisiológicamente el *Control*

Inhibitorio, Sexo, Temperamento y Recompensa, tanto en el contexto de investigación como en el contexto educativo, tema en que la presente investigación busca contribuir.

En el contexto de la investigación de CI, se han propuesto algunos estudios o programas de intervención que cuentan con distintas pruebas para comprender mejor el CI desde sus bases neurofisiológicas, incluyendo elementos de recompensas (Bell & Wolfe, 2007; Lahat et al., 2010). La influencia de esta estrategia de recompensa en las tareas que se realizan, han sido escasamente evaluados o considerados en los resultados de las investigaciones, y aún menos relacionados con las diferencias individuales de los niños y niñas, razón por la cual se genera un vacío en el conocimiento al cual es necesario aportar. En particular, esta investigación ofrece una oportunidad de comprender mejor cómo dos tipos de recompensas vinculadas a tareas de CI se relacionan con características de temperamento y sexo en niños de 4 a 5 años.

En el contexto educativo, también se utilizan las recompensas, que si bien muchas veces son cuestionadas, también son consideradas como un elemento cercano, cotidiano y constante en las dinámicas que se generan en las salas de clases, para favorecer la motivación y el comportamiento. Sin embargo, no se tiene la claridad suficiente de las formas en que puede ser utilizada y de los efectos que estas estrategias tienen en los procesos de aprendizaje (Bates, 1979; Murphy, Theodore, Aloiso, Alric-Edwards, & Hughes, 2007) para potenciar el CI u otras habilidades. Así también, y dada la gran variedad de diferencias individuales que recogen las aulas, se requiere ampliar el conocimiento sobre posibles influencias del temperamento y el sexo en las respuestas inhibitorias que consideran algún tipo de recompensa.

Entrelazar todos los elementos antes expuestos para dar respuesta a las brechas en el conocimiento, es el desafío de esta propuesta que busca hacer una doble contribución,

tanto para la investigación propiamente tal, como para la mejor comprensión de las estrategias que pudieran utilizarse en el aula, para favorecer ciertas tareas de CI.

1.3 Objetivos y Preguntas de Investigación

En consideración a los antecedentes contextuales, teóricos y empíricos planteados recientemente, este estudio aborda la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la influencia del uso de Recompensas Predictivas y No Predictivas, en el Control Inhibitorio, en niños de 4 a 5 años, considerando el Temperamento y el sexo?

1.3.1 Objetivo general y objetivos específicos.

En concordancia con la pregunta propuesta, el objetivo general que surge para este estudio es:

Evaluar la influencia conductual y neurofisiológica de las estrategias de Recompensa Predictiva y No Predictiva ofrecidas en un juego, el Temperamento y el Sexo, en el Control Inhibitorio en niños de 4 a 5 años.

Para abordar el objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos y sus correspondientes hipótesis:

1. Evaluar la influencia del temperamento y el sexo, sobre tareas de control inhibitorio con recompensas predictivas y no predictivas, en niños de 4 a 5 años.

(Hip.1) La inhibición en los niños y niñas de 4 a 5 años es mayor en el juego de CI no predictivo que en el juego de CI predictivo.

(Hip.2) La inhibición en las niñas de 4 a 5 años es mayor que la de los niños en ambos juegos.

(Hip.3) El temperamento influye más en el juego con recompensa no predictiva que en el juego con recompensa predictiva, en los niños y niñas de 4 a 5 años.

2. Comparar los correlatos neuronales del control inhibitorio considerando la recompensa no predictiva y predictiva, el temperamento y el sexo, en niños de 4 a 5 años.

(Hip. 4) Existen diferencias en la activación de los circuitos neuronales de control inhibitorio de los niños y niñas de 4 a 5 años, en presencia de recompensa no predictiva y predictiva.

(Hip. 5) Hay diferencias en el correlato neuronal de Control Inhibitorio de acuerdo con el tipo de temperamento reportado, en los niños y niñas de 4 a 5 años.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

La primera parte de esta investigación corresponde a una revisión de literatura que indagó en el estado del arte del tema de estudio y un análisis psicométrico de un instrumento que permitió una preparación más acuciosa del estudio empírico que pone a prueba las hipótesis del estudio. La segunda parte corresponde al abordaje empírico por medio de una investigación cuantitativa. A continuación, se describen ambas partes, dando a conocer los productos que surgen a partir de ellos.

2.1 Primera parte: Estado del Arte y Análisis Psicométrico

El estado del arte consistió en la elaboración de una exhaustiva revisión de literatura sobre las principales habilidades de autorregulación cognitiva. Basado en la evidencia de los últimos 20 años, se estudió las tres habilidades que de acuerdo con la propuesta de McClelland y Cameron (2011) son las primeras en surgir durante la primera infancia: Memoria de Trabajo, Atención y Control Inhibitorio. Todas ellas fueron estudiadas desde la perspectiva neuropsicológica para conocer los aspectos principales del desarrollo evolutivo de la habilidad, y para explorar los factores que inciden en su desarrollo. Este trabajo corresponde al primer artículo presentado en el capítulo de Publicaciones.

El segundo artículo del capítulo de Publicaciones consistió en la realización de un análisis psicométrico del cuestionario de temperamento *Child Behaviour Questionnaire* (Rothbart et al., 2001). Este estudio se hizo con la finalidad de conocer el comportamiento de esta prueba en una muestra de la población chilena. Si bien es un cuestionario ampliamente utilizado para caracterizar el temperamento infantil, son muy escasos los análisis psicométricos en la versión en español, y aún más escasos en población latinoamericana. La información obtenida permite medir de manera más certera las características de temperamento en la muestra estudiada.

2.2 Segunda Parte: Abordaje empírico.

La segunda parte de esta investigación se enmarca en un paradigma cuantitativo de corte transeccional. Es de tipo no experimental y diseño correlacional (Cohen et al. 2012) dado que se buscó describir las variables del estudio y contribuir a explicar la relación entre ellas.

Para ello, se realizaron dos estudios empíricos: el primero responde al objetivo específico 1 de este estudio cuyos datos se reportan en el artículo número 3 del capítulo de Publicaciones de este compendio. El segundo estudio corresponde al objetivo específico 2 y se reporta a continuación de tercer artículo para mantener la secuencia que con que se llevó a cabo el estudio. A continuación, se detallan los aspectos metodológicos del objetivo específico 1 y del objetivo específico 2.

2.2.1 Selección de la muestra del estudio 1 y 2

Para el estudio 1 y 2 la selección de la muestra se hizo en base a los siguientes criterios de inclusión:

- Niños y niñas que pertenezcan al nivel Pre-Kinder de su institución y que tengan entre 4 y 5 años de edad.
- Niños y niñas con autorización de los padres o tutores y con un consentimiento personal del niño o la niña (consentimiento informado del apoderado y asentimiento de los niños).
- Niños y niñas que estén en escuelas o jardines con un índice de vulnerabilidad igual o mayor al 75%.
- Niños y niñas que no estén diagnosticados con algún tipo de trastorno.

Para identificar las instituciones educativas se utilizó la base de datos del Ministerio de Educación (MINEDUC) del año 2016. Luego, para identificar el Índice de Vulnerabilidad Escolar (IVE) de cada institución, se utilizó la base de datos de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) del año 2017. En una primera instancia, se seleccionó a las escuelas de Gran Santiago (Región Metropolitana) que cuentan con el nivel Pre-Kínder o NT1 y que tienen una administración pública. Una vez obtenidas, se identificaron las escuelas que cumplían con tener un 75% de vulnerabilidad o más, y que la matrícula superara los 20 alumnos por clase. Una vez obtenida la información se llamó a las primeras 8 escuelas, seleccionando finalmente a las primeras 4 interesadas en participar. La matrícula total de Pre-Kínder de estas 4 escuelas es de aproximadamente 300 de niños y niñas. Considerando que no se ha podido encontrar un estudio similar que relacione las variables de esta investigación en la primera infancia, el tamaño muestral se define en base a investigaciones similares.

Para definir la muestra del estudio 1, se consideró como ejemplo el estudio de Dowsett y Livesey (2000), cuyo N es de 160 niños, el estudio de Guimard, Hubert, Crusson-Pondeville y Nocus (2012) con un N de 162 y el estudio de Monette, Bigras y Guay (2011) que trabaja con una muestra de 85 niños de primera infancia. Esto significa que la muestra determinada para este estudio cumple favorablemente con las decisiones de otros estudios relacionados. Finalmente, de los 300 niños y niñas invitados a participar, la muestra quedó conformada por 149 niños y niñas (80 niñas) de 4 a 5 años de edad ($M=55,6$ meses) y sus apoderados.

Para abordar el estudio 2 se utilizó una submuestra del estudio 1. Investigaciones en el área trabajan con tamaños muestrales entre 14 y 22 participantes (p.e Liu, Xiao, & Shi, 2013; Mehnert et al., 2013). En el caso de esta investigación, estudios similares detallan que es importante considerar una pérdida de la muestra de un 20%, razón por la cual se seleccionaron 32 participantes de los cuales, solo 22 accedieron a participar, resultando una muestra real de 16 niños y niñas.

2.2.2 Variables de la investigación

Para esta investigación, se han definido las siguientes variables. A continuación, se señala el rol que cumplirá cada una en esta propuesta y se describen los instrumentos que se utilizarán para la medición en cada uno de los estudios:

Variables dependientes:

- Control Inhibitorio con Recompensa Predictiva (*CI-RP*).
- Control Inhibitorio con Recompensa No-Predictiva (*CI-RNP*).

Variables independientes:

- Temperamento.
- Sexo.

2.2.3 Instrumentos

A continuación, se detallan los instrumentos utilizados para ambos objetivos:

Juegos de Tablet

Se diseñaron dos juegos de tablet cuya única diferencia está en la manera de obtener la recompensa. El propósito de los juegos es medir el CI en condiciones de recompensa e identificar posibles diferencias en el desempeño de la tarea. Se utilizó el paradigma Go/No-Go dado que es un paradigma de uso habitual para realizar mediciones del CI en niños de edades tempranas (Liu et al., 2013). Para este estudio, se consideró incluir un 80% de elementos que representan la condición "GO" y un 20% la condición "NO-GO". Aunque la literatura presenta información variada en relación con cómo debe manejarse el tiempo entre el "Go" y el "No-Go", se consideró un tiempo de 1000ms para cada trial. El juego 1 se denomina Control Inhibitorio con recompensa predictiva (*CI-RP*) y el juego 2 se llama Control Inhibitorio con recompensa no-predictiva (*CI-RNP*).

Se realizó un estudio piloto en un jardín infantil con características similares a la muestra real. En primer lugar, se discutió la temática de los juegos con 10 niños (5 varones) de entre 4 y 5 años. Se presentaron dos imágenes diferentes y los niños eligieron la del granjero con las fresas. Una vez elaborados los juegos, se invitó a participar a un nuevo grupo de niños para utilizar las aplicaciones. Los educadores y los padres firmaron un consentimiento que permitía a los niños formar parte de este estudio piloto. Un total de 15 niños pudieron participar y realizar cada uno de los juegos. El objetivo de este pilotaje era investigar en base a los siguientes indicadores (1) los tiempos de duración de cada juego, (2) el tiempo de aparición de los estímulos en la pantalla (1000ms), (3) el cansancio de los niños al realizar ambos juegos en el mismo día y (4) la calidad de la aplicación. La evaluación de estos puntos fue satisfactoria. Con toda la información proporcionada por el estudio piloto, se desarrolló la versión final de los juegos.

JUEGO 1: Control Inhibitorio con recompensa predictiva (CI-RP) El objetivo de los juegos era recoger el mayor número de fresas posible. Para ello, los niños debían pulsar todas las frutas que aparecían en la pantalla, excepto las frutillas que dejaban sin tocar para que avanzaran hacia la cesta. Cada acción de pulsar representa la condición "GO" mientras que la inhibición que hacen cuando aparece la frutilla, representa la condición "NO-GO". En relación con la recompensa, los niños saben por la instrucción dada al principio del juego, que cada dos cestas llenas de frutillas recibirán una recompensa que es la aparición de fuegos artificiales en la pantalla y la voz del granjero diciendo: "muy bien" (Figura 2.1). La duración del juego es de 4 minutos.

Figura 2.1

Imágenes del juego 1: Control Inhibitorio-Recompensa predictiva (CI-RP)



JUEGO 2: Control Inhibitorio con recompensa no-predictiva (CI-RNP) Para el segundo juego, se mantienen los mismos elementos indicados en el juego 1, pero se añade un segundo tipo de recompensa, llamado No Predictiva. Para ello, se presenta una moneda cada 30 segundos en un extremo de la pantalla. El niño toca esta moneda para hacerla girar. Si consigue la cara de la moneda donde aparece la frutilla, entonces gana dos cestas llenas de frutillas, sin embargo, si consigue la cara blanca, pierde una cesta obtenida anteriormente. Conceptualmente, la moneda responde a la incertidumbre de la recompensa, que de acuerdo a la literatura planteada, proporcionar cierta no predictibilidad, favorece la conexión con la tarea desarrollada, alcanzando mejores resultados. Al jugar esta moneda, se otorga un 50% de probabilidades de obtener más frutillas, pero también se asume el riesgo de perder una. La variable de la recompensa no predictiva asociada a la moneda se presentó de la siguiente manera: 3 monedas de éxito, 1 fracaso, 1 éxito, 2 fracasos, 1 éxito, 1 fracaso, 1 éxito. Este juego considera una duración de 5 minutos. La Figura 2.2 representa la gráfica del juego 2.

Figura 2.2

Imágenes del juego 2: Control Inhibitorio-Recompensa no-predictiva (CI-RP)



El cálculo de puntajes de los juegos 1 y 2 se consideró de la siguiente manera:

Inhibiciones: Momento en que aparece la frutilla y el niño inhibe la acción de tocar la pantalla (No-Go). Se asigna un punto cada vez que lo ejecuta correctamente.

Omisiones: Momento en que toca las frutas que no son frutillas (Go). Se asigna un punto cada vez que ejecuta esta acción.

Error: Se considera error cuando debía tocar las frutas que no son frutillas, y omite la acción de tocar

Cabe destacar que la moneda que se presenta en el juego 2 (CI-RNP) no tiene un puntaje asignado, pues sólo es una condición que se integra al juego.

En el caso del segundo estudio empírico, que aborda el objetivo 2, para poder desarrollar el estudio de potencial evocado, fue necesario adaptar los juegos a un computador. Para ello, los juegos fueron re-diseñados en el programa PSYCHOPY 3 manteniendo las características del diseño inicial. La única diferencia es que toda la información se concentra en el centro de la pantalla ya que esto favorece el registro electroencefalográfico, al evitar los movimientos oculares o faciales. Los juegos se diseñaron en cuatro bloques de 5 minutos cada uno, aproximadamente.

Cuestionario de Temperamento

Para medir el temperamento de los niños y niñas, se utilizó la forma muy corta (VSF) del *Child Behaviour Questionnaire* (CBQ) (Rothbart et al., 2001). El segundo artículo de esta investigación presenta la versión validada y adaptada para población chilena (Caffarena, Luttges, Rojas-Barahona, & Campos, 2021), y utilizada en este estudio. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la muestra chilena, el CBQ funciona mejor cuando se incluyen 4 factores o dimensiones de temperamento (Control Esforzado, Afectividad Negativa y el factor de Surgencia dividido en dos: Surgencia 1 (vinculado al nivel de energía) y Surgencia 2 (vinculado a la sociabilidad). El CBQ es un cuestionario para padres que realizan respuestas a lo largo de una escala Likert de 7 puntos (extremadamente falso-extremadamente verdadero). Cabe destacar que los ítems de la versión validada para Chile se encuentran descritos en el artículo 2 (material suplementario).

2.2.4 Procedimiento

Para comenzar, es necesario mencionar que este proyecto fue revisado y aprobado por el Comité Ético de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Una vez obtenida esta aprobación, se inició el trabajo de campo.

Luego de la selección aleatoria de los colegios descrita anteriormente, la siguiente etapa del estudio consistió en sostener reuniones con directivos y coordinadoras del nivel pre-kinder en cada institución para presentar el proyecto y obtener su aprobación. Así también, se participó de las reuniones con padres y apoderados para presentar el proyecto y sus etapas. A los padres y apoderados que decidieron ser parte de este estudio, se les entregó el consentimiento informado y el cuestionario CBQ. Esta información fue recogida en la misma reunión de padres (2 colegios) o a través de las educadoras del nivel (2 colegios), días después de la reunión de padres.

Las implementaciones de los juegos 1 y 2 se hicieron en cada colegio de los niños. Los colegios proporcionaron una sala especial para realizar los juegos. En todos los casos, la sala estaba alejada del ruido escolar para evitar distracciones estando solo presentes la investigadora y el niño/a evaluado. Una vez en este lugar, cada niño recibió una explicación de lo que se iba a realizar y se le invitó a pintar un asentimiento para confirmar su participación. Se informó también que podía finalizar su participación cuando estimase conveniente.

Para contrarrestar la muestra, tanto en el estudio empírico 1 como en el estudio 2, el juego 1 se utilizó como primer juego en la mitad de los participantes, mientras que para la otra mitad, el juego 2 se jugó en primer lugar. Los niños fueron asignados al azar en cada grupo. En el caso del estudio 1, los juegos 1 y 2 se realizaron en días diferentes para evitar el cansancio de los niños ante la prueba. Los aspectos procedimentales del estudio 2 se explican más adelante, cuando se abordan los detalles propios del estudio.

2.2.5 Análisis de los datos

Estudio 1 – Objetivo específico 1:

Una vez obtenida la información, se utilizó el Software SPSS N°27 para establecer análisis estadísticos descriptivos y correlacionales que permitieron caracterizar la muestra en relación con las variables del estudio. En primer lugar, se realizaron análisis descriptivos de las variables y luego inferenciales a través de correlaciones y regresiones múltiples considerando las variables del estudio.

Estudio 2 – Objetivo específico 2:

En primer lugar, para cada Región de Interés (ROI) se calculó la media de la amplitud de los componentes específicos de la condición Go y NoGo. Se tomó un ANOVA de dos vías con medidas repetidas (factor Go-NoGo x Predictabilidad, RP vs RNP) para los análisis

estadísticos con un valor alfa de $P < 0,05$ como nivel de diferencia significativa. Se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Sidak como prueba post hoc.

Además, se comparó la amplitud de la CNV para todo el grupo y también entre mujeres y hombres en la ROI central (ventanas de tiempo de 400-500 ms). Se utilizó la prueba de Wilcoxon para los análisis estadísticos con un valor alfa de $p < 0,05$ como nivel de diferencia significativa.

Finalmente, la incorporación de la variable temperamento se realizó a través de una prueba de correlaciones de Spearman.

III. PUBLICACIONES

A continuación, se presentan los 3 artículos que forman parte del compendio de publicaciones que forman parte de la investigación.

El primer artículo corresponde a una revisión de literatura llamada “*La autorregulación en la primera infancia: avances desde la investigación*” publicada en la “*Revista Ecuatoriana de Neurología*”. Esta publicación incluye un corpus de 48 artículos publicados entre los años 2000 y 2019, los que fueron seleccionados a partir de una revisión sistemática de la literatura en el área. El resultado de este trabajo permitió conocer con mayor profundidad el desarrollo evolutivo de tres habilidades propias de la autorregulación (atención, control inhibitorio y memoria de trabajo) y aquellos factores que pudiesen influir en el desarrollo de cada una de ellas.

El segundo artículo llamado “*Psychometric analysis of the Children’s Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile*” se publicó en la revista “*Current Psychology*”. Este artículo corresponde a un análisis psicométrico del cuestionario de temperamento *Child Behavior Questionnaire* utilizado en esta investigación para que padres y cuidadores principales reporten acerca del temperamento de los niños y niñas participantes del estudio. La recolección de datos se realizó entre varios investigadores para alcanzar una muestra total de 998 cuestionarios. Si bien el cuestionario no tuvo los índices de ajuste esperados, ofrece una alternativa de uso para la población chilena.

El tercer artículo ha sido recientemente enviado a la revista “*Journal of applied developmental psychology*”. Este artículo aborda el primer objetivo de la investigación con una muestra de 149 niños y niñas entre 4 y 5 años. Se describe con detalle el proceso de implementación que se llevó a cabo y las principales conclusiones del estudio de acuerdo con las hipótesis planteadas.

3.1 Artículo 1

Título:

La autorregulación en la primera infancia: avances desde la investigación

Autores:

Carolina Caffarena B, Cristian A. Rojas-Barahona

Revista:

Revista Ecuatoriana de Neurología

Estado de la publicación:

Publicado

Fecha de la publicación online:

Noviembre, 2019

Indexación:

Wos, Q4.

Reference:

Caffarena Barcenilla, C., & Rojas-Barahona, C. (2019). La autorregulación en la primera infancia: Avances desde la investigación. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 28(2), 37–49.

La autorregulación en la primera infancia: avances desde la investigación

Self-regulation in early childhood: advances from research

MSc. Carolina Caffarena Barcenilla¹

Dr. Cristian A. Rojas-Barahona²

¹ Facultad 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

² Facultad de Psicología/Facultad de Ciencias de la Educación,

Universidad de Talca, Chile

Doctor en Psicología, Universidad de Granada, España

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

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.

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 distintos 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 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 importante de artículos que evalúan estas habilidades por separado, la evidencia muestra que estas habilidades trabajan en conjunto, pues se comprometen todas para que una tarea pueda ser desarrollada, aun cuando sea solo una la habilidad evaluada. En este contexto, los estudios de Espinet, Anderson, y Zelazo [19] y Wolfe y Bell [20] 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 Bell [21] 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.

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, temporo-parietal regions, anterior thalamic arcuate fasciculus 	<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.

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 posteriores [27] 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 consideró 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 con 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 colaboradores [30] 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, parietales [31] 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 en relación con el 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 Cingulado Anterior, ambos lados del giro frontal medio, giro frontal medio inferior y ambos lados del giro medio temporal [30, 39, 40]. En relación con la Corte del Cingulado 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 equipo [42] 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 reacción [46] 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 activación [48] 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 *Forward Digit Span*, aun cuando existen propuestas

nuevas diseñadas según el propósito de cada investigación. Este es el caso del estudio de Perlman, Huppert, & Luna [50] 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 al 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 Bell [51] 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].

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 colaboradores [56] 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 solo 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.

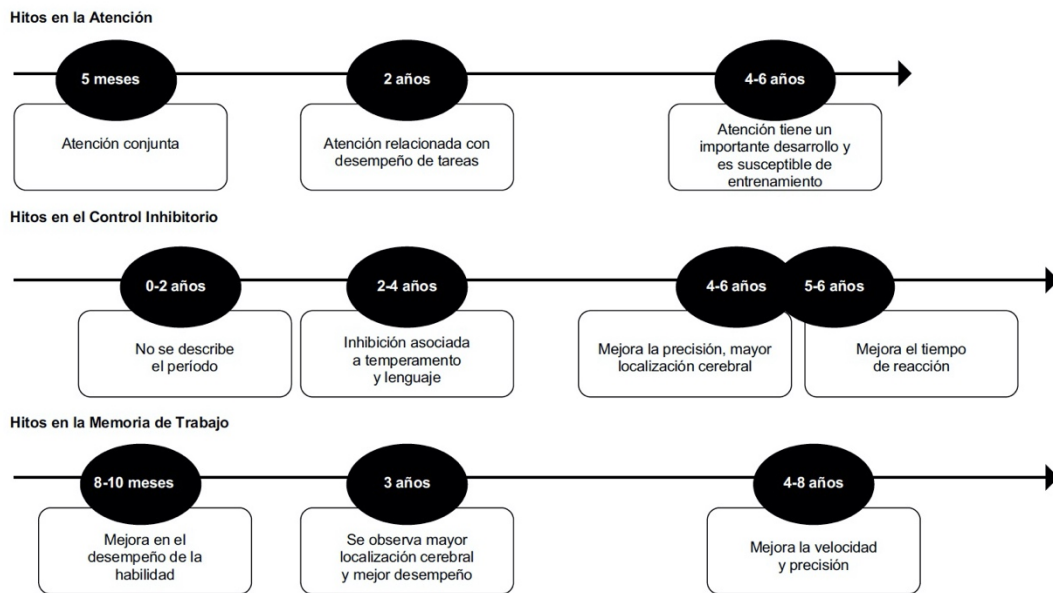


Figura 1. Hitos de la atención, el control inhibitorio y la memoria de trabajo en los primeros años.

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 Bronfenbrenner [18] 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.

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	(Wolfe & Bell, 2007), Morasch & Bell, (2011), (Fishburn et al. 2018)
	Género	Rasgos como la timidez o la negatividad afectiva, componentes de orden biológico, se relacionan con el desempeño en tareas que implican habilidades de autorregulación 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.	Smith et al., (2016), Wolfe & Bell, (2014) 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)

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 irritabilidad [59], 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 Bell [37] 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 a factores como la edad, el temperamento y el lenguaje. Sus resultados indican que podrían predecirse las 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 solo 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 solo 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 solo 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 colegas [62] 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 solo 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 colaboradores [64] 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 socio-económico

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 predicen 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 Bronfenbrenner [18] 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 cerebral [31] 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 autorregulación 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 propositivas, 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 bibliográficas

- [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, Combata 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.

3.2 Artículo 2

Título:

Psychometric analysis of the Children's Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile.

Autores:

Carolina Caffarena Barcenilla, Benjamín Lira Luttges, Cristian A. Rojas-Barahona, Ana Lucía Campos.

Revista:

Current Psychology

Estado de la publicación:

Publicado

Fecha de la publicación online:

25 de mayo, 2021

Indexación:

WoS, Q2

Referencia:

Caffarena Barcenilla, C., Lira Luttges, B, Rojas-Barahona, C. A., & Campos, A. L. (2021). Psychometric analysis of the Children's Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01871-9>

Title. Psychometric analysis of the Children's Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile.

Short Title: Psychometric analysis of the CBQ-Chile

Author names and affiliations.

Carolina Caffarena Barcenilla. Faculty of Education, Pontificia Universidad Católica de Chile. ccaffare@uc.cl

Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

Becaria Conicyt Chile, Beca de Doctorado Nacional, año académico 2016, N°21160242

ORCID: 0000-0001-9550-3695

Benjamín Lira Luttgés. Psychology Department. University of Pennsylvania.

blira@upenn.edu. 425 S. University Ave / Philadelphia, PA 19104-6018

ORCID: 0000-0001-5328-0657

Cristian A. Rojas-Barahona. Faculty of Psychology/Faculty of Education Sciences, Universidad de Talca, c.rojas@utalca.cl, Av. Lircay S/N, Campus Lircay, Talca, Chile.

ORCID: 0000-0002-7733-6157

Anna Lucía Campos. Child Development Lab IDEA. acampos@child-development-lab.org. Avenida Del Pinar 110 of 1206. Chacarilla, Surco, Lima, Perú.

ORCID: 0000-0003-3158-0602

• *Corresponding author.*

Cristian A. Rojas-Barahona. Faculty of Psychology/Faculty of Education Sciences, Universidad de Talca, c.rojas@utalca.cl, Av. Lircay S/N, Campus Lircay, Talca, Chile.

• *Acknowledgments:*

We are especially grateful to Dr. Helena Montenegro Maggio for her positive attitude and her assistance in the analysis and interpretation of the results obtained.

Declarations:

Funding:

This study was supported by the Chilean government's National Fund for Scientific and Technological Development-ANID (project FONDECYT number 1210989).

This study was supported by the Programa de Investigación Asociativa (PIA) en Ciencias Cognitivas, Research Center on Cognitive Sciences (CICC), Faculty of Psychology. Universidad de Talca, Campus Lircay, Chile.

Authors' Contributions:

Carolina Caffarena Barcenilla participated in the conceptualization, data curation, formal analysis, project administration, and writing of the original draft and final review and editing.

Benjamin Lira Luttgés participated in the conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, visualization, and writing of the original draft and final review and editing.

Cristian A. Rojas-Barahona participated in the conceptualization, investigation, and supervision of the research paper.

Anna Lucía Campos participated in providing data for the study.

Abstract

Measuring temperament is an important, yet challenging matter. The Children Behavior Questionnaire (CBQ) is a widely used measure, yet its psychometric properties have not been established in Latin America, and few studies have analyzed its structure at the item level. We analyzed the factor structure and reliability of the CBQ-short form in 998 Chilean children ($M_{\text{age}} = 5.95$ years) in central Chile. Confirmatory factor analysis revealed that the 15 factors proposed by the theory unsatisfactorily fit the data (CFI = .58, TLI = .56, RMSEA = .046, SRMR = .080), and reliability was lacking (range of $\alpha = .30 - .74$). We extracted the 36 items of the CBQ-vsff and it performed better (CFI = .82, TLI = .80, RMSEA = .078, SRMR = .074). Exploratory analyses suggested that the surgency factor was composed of two latent variables, and separating them generated a model with better validity and reliability (CFI = .77, TLI = .75, RMSEA = .076, SRMR = .077, range of $\alpha = .68 - .77$). We suggest the CBQ-vsff provides more validity, reliability and parsimony than the CBQ-sf. Finally, we discuss the functioning of the CBQ in Chilean culture and child-rearing patterns, and issues with the wording of questions in the Spanish translation.

Keywords: Temperament, Children's behavior questionnaire (CBQ), psychometric analysis, validation, short form, very short form.

Psychometric analysis of the Children's Behavior Questionnaire in Chile

A diverse research tradition on child temperament has relied upon parent-report likert scales to ask important questions about the core of children's personality development. Measuring temperament is complex, and a number of different questionnaires have been developed to this end. Of these, the most widely used in modern research is Rothbart's Child Behavior Questionnaire (Putnam & Rothbart, 2006; Rothbart et al., 2001). In this investigation we set out to evaluate its psychometric properties in the Chilean context.

According to Rothbart, (2007) understanding temperament enables us to understand where personality emerges from, since it develops on the basis of temperamental characteristics and experience. Therefore, temperament has long been a topic of research interest in the attempt to improve scientific explanations of the individual differences observed in people's behaviour. Our genetic makeup and everyday experience shape our behaviour as temperament begins to manifest itself.

From a neurobiological perspective, Rothbart & Bates, (2007) define temperament as constitutionally-based, individual differences in reactivity and self-regulation. In this view, such constitutional differences indicate that temperament has a biological basis influenced by genetics, contextual or experiential factors, and maturation. Reactivity refers to the wide range of ways in which people can react to external and internal changes, such as heart rate or manifestations of fear. Likewise, these authors regard self-regulation as a set of processes for controlling effort and orientation that operate as a modulator of reactivity. In other words, this perspective suggests that temperament is a tendency or disposition to react in a certain way, with its expression varying depending on environmental conditions.

Based on this definition of temperament, a number of instruments aimed at various age groups have been developed: the Infant Behavior Questionnaire (IBQ, Rothbart, 1981),

aimed at infants aged 3 – 12 months, which has a revised version (Gartstein & Rothbart, 2003) and short and very short version (Putnam et al., 2014); the Early Childhood Behavior Questionnaire (ECBQ, Putnam et al., 2006), aimed at children aged 18 - 36 months, which also has short version (Putnam et al., 2010) the Child Behavior Questionnaire (CBQ, Rothbart et al., 2001) aimed at children between 3 and 7 years old, which has standard, short and very short version. The Temperament in Middle Childhood Questionnaire (TMCQ, Simonds & Rothbart, 2004), aimed at children aged 7 – 10, of which only one version exists; the Early Adolescent Temperament Questionnaire - revised (EATQ-r, Ellis & Rothbart, 2001), aimed at adolescents and children between 9 and 15 years of age, which has only one version; and the Adult Temperament Questionnaire (ATQ, Evans & Rothbart, 2007), which focuses on adult temperament and of which a standard and a short version exist. All these questionnaires have been translated from English into several languages¹.

In the present article, we focus on the Children’s Behavior Questionnaire (CBQ), which Rothbart and colleagues (2001) developed to evaluate temperament in children between 3 and 7 years of age. The CBQ has three higher order dimensions: Negative Affectivity (NA), Surgency/Extraversion (SU), and Effortful Control (EC). Within each of these, it includes lower-order more specific subdimensions. Negative Affectivity is associated with responses such as fear, anxiety, and sadness along with behavioural traits that enable individuals to respond in certain ways to rewards or punishments. Its component subdimensions are anger/frustration, discomfort, soothability, fear, and sadness. Surgency/Extraversion refers to affective responses associated with desires, positive emotionality, and sociability. In addition, it is also linked to the search for novelty and a high activity level. Its subdimensions are activity level, high intensity pleasure,

¹ These are available at Mary Rothbart’s website at <https://research.bowdoin.edu/rothbart-temperament-questionnaires/>

approach/positive anticipation, impulsiveness, shyness, and smiling/laughter. Finally, Effortful Control refers to a person's ability to inhibit an impulsive response and instead select a non-dominant response. Its subdimensions are low intensity pleasure, perceptual sensitivity, inhibitory control, and attentional focusing (de la Osa et al., 2014; Putnam & Rothbart, 2006).

The CBQ standard version (CQB-sv) consists of 195 items rated with a Likert scale ranging from 1 to 7 points (from “*extremely untrue*” to “*extremely true*”, with “*not applicable*” being a possible choice). These 195 items are grouped into 15 first-order factors that include 12 to 15 items per factor. The short form (CBQ-sf) and the very short form (CBQ-vsff) are derived from the original questionnaire. The CBQ-sf resulted from several steps: eliminating questions with a high rate of “not applicable” answers and low psychometric quality and analysing items by content, while ensuring the internal consistency of the instrument. For the CBQ-vsff, the authors calculated scores for the 3 second-order factors by averaging the standard scale scores for each factor, and correlated these scores with individual items. Then, 2-3 highly correlated items for each subdimension were retained (for more details, see Putnam & Rothbart, 2006).

The CBQ is one of the most widely used instruments for measuring child temperament. As of this writing, the article reporting its creation has been cited in 2766 published studies, whereas the short and very short versions of the questionnaire have been cited 1047 times. The questionnaire has been administered in more than 50 countries and in more than 200 databases. To illustrate the variety of cultures where this instrument has been used, we could highlight the studies conducted by Carranza et al., (2013) in Spain, Gouze et al., (2012) in the United States, and Gagne et al., (2015) in Israel, along with the psychometric study carried out by Najarpourian et al., (2017) in Iran.

The CBQ is a questionnaire used in different cultures, however, few studies have analysed its validity and reliability, especially in Latin America. Slobodskaya et al. (2019) state that

a good number of studies have shown how cultural differences can be found when measuring child temperament. Despite the described cross-cultural differences being established by the ECBQ, they show how culture has an impact on temperament traits in at least two ways. On the one hand, it highlights the differences between Eastern and Western cultures. For example, Chinese and South Korean children are more behaviorally inhibited than Australian, Canadian, and Italian children. Another cited example mentioned that the US and Spanish children have more similarities between them, than in comparison to Chinese toddlers. On the other hand, it points out differences in the individualism/collectivism perspective by showing how temperamental traits might vary. After analyzing data from 18 different countries, the authors mentioned that the east-west effect is less clear in Latin America. The Negative Affectivity dimension has the highest impact on individualism/collectivism. The authors suggested that children from collective cultures such as Chile, Korea, and China are more distressed than toddlers from individualist cultures (e.g. the US, Finland, the Netherlands, and Italy). The Cross-cultural differences need to be better understood in the Latin American population to identify how the CBQ captures temperament in children.

In addition, psychometric analyses of this instrument are not wholly conclusive. A number of studies have managed to replicate the factor structure of the test, such as the one conducted by Sleddens et al., (2011), who worked with the CBQ-sv of the questionnaire and its CBQ-vs. They found that the items had adequate internal consistency in both versions of the questionnaire and preserved the original 3-factor model. However, it should be noted that, when examining the CBQ-sv, they did not run factor analyses at the item level but focused on the 15 subscales instead. Similarly, Najarpourian et al., (2017) report that the internal consistency of the CBQ-vs ranges from 0.71 to 0.79. The authors also state that the construct validity of the instrument is adequate and that all items have factor loadings higher than .30.

Few studies have examined the factor validity of the questionnaire at the item level. Kotelnikova et al., (2015) analysed the CBQ-sv and, based on item-level factor analyses, proposed an alternative 4-factor structure. Although they do not label these four tentative factors, the first contains subscales that refer to anger, frustration, and low inhibitory control; the second comprises the factors of adventure and silent play; the third includes smiling and becoming aware of appearances; and the fourth refers to the ability to stay calm, feel fear, and be sociable.

Likewise, Frohn, (2017) used the CBQ-sv and the CBQ-sf, to analyse the functioning of the inhibitory control subscale to compare age groups. His results indicate that the scale needs a revision because there are major differences between the age groups (3-4 and 6-7 years of age) on several items. This author indicates that certain items are more relevant for only one age group; therefore, it is necessary to review aspects of the development of children's temperament and its evolution between 3 and 7 years of age to better define the construction of the subscales and items. In addition, Frohn (2017) proposes revising the 7-point Likert scale since it appears to fail to discriminate the informants' responses.

Other authors have reported different results. For instance, Allan et al., (2013) administered the very short form of the questionnaire (36 items) to the parents and teachers of 277 preschoolers. First, they ran a confirmatory factor analysis (CFA) of the reports delivered by parents and teachers. These analyses show that the 3-factor structure does not have good fit indexes and that the reliability indexes of the scales vary among parents' and teachers' responses, with the former's reports being less reliable. Then, the authors conducted an exploratory factor analysis (EFA) of the teachers' data and another of the parents' data. In both cases, better indexes are obtained with a 5-factor model and not a 3-factor model as the original publication suggests. In consequence, this study adds a fourth factor called "Shyness" and a fifth factor labelled "Sensitivity" to the three original factors of the scale.

To date, little evidence has been published about the psychometric properties of the Spanish-language short form of the CBQ, let alone at the item level, when administered to Latin American children. De la Osa et al. (2014) report that the short form of the CBQ in Spanish is moderately reliable and valid for preschool-age children. This study employed a sample of 622 children aged 3. Their parents answered the short CBQ in Spanish or Catalan, since they were able to use either languages indistinctly. In their study, both the short form and the very short form replicate the 3 major dimensions proposed by the original model. The scores on each scale display acceptable validity and reliability. Specifically, the analyses conducted to determine the structure and internal consistency of the instruments indicate that the short form fits the 3-factor model to a satisfactory degree ($\chi^2(63) = 165.4$, CFI = .94, TLI = .90, RMSEA = .052). One important caveat is that they did not analyze the 94 items, but factored the mean scores of the 15 subscales, and thereby assumed the validity of the subscales a priori. As for the very short form of the CBQ, the CFA did not replicate the results obtained by Putnam and Rothbart (2006) because the fit indexes and factor loadings were inadequate.

Current Investigation

Given the limited information about how the Spanish-language version of the CBQ behaves in Latin America, this study analysed the psychometric properties of the short form and very short form of the CBQ in a group of Chilean children. We hypothesize that the original 15 factor structure of the short form will be replicated in our data. Additionally, we also plan to replicate the factor model of the very short form, by extracting the relevant items.

Methods

Participants

The participants were recruited from 9 different schools in central Chile. Even though we employed a convenience sample, we collected data from differing socioeconomic strata. 998 children, boys ($n = 475$) and girls ($n = 516$) from 4 to 7 years old were invited to

participate as well as their parents or guardians. Seven questionnaires did not report the gender of the child. Children's average age was 5.95 years old. Sampled children with developmental disorders previously diagnosed were excluded from the analysis. In relation to informants, mean age was 32.89 years old, $SD=7.10$. Where possible, both parents would jointly complete the questionnaire. When this was not possible, typically mothers responded to the questionnaire ($n = 307$), then fathers ($n = 38$) and finally other kinds of guardians ($n = 12$). Regarding scholarship, 21 people completed eight grades, 144 completed secondary school, 92 achieved higher technical education, 95 people finished university studies and 5 did not state their qualifications. This information was obtained only from a subsample ($n = 357$) and represent 35.8% of the total sample. Approximately, 2100 questionnaires were delivered to selected schools including children from prekindergarten to second grade. Of those, 1031 participants chose to participate. 33 participants were excluded for failing to respond to 10 items or more. Figure 1 shows how the final sample was obtained.

Figure 1. Sampling procedure

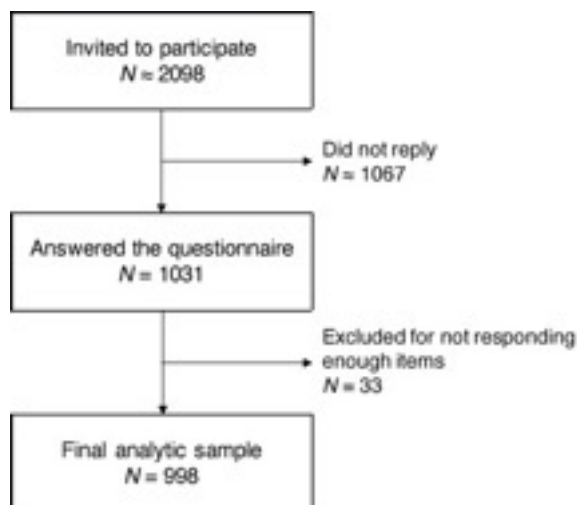


Table 1 shows the socio-demographic characteristics of the families participating in the study. To describe our sample, we used the *Índice de Vulnerabilidad Escolar* (IVE), or school vulnerability index. This index is calculated annually by the *Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas* (JUNAEB) a governmental institution that economically supports schools when their students are at risk of school desertion or poverty. This index is calculated using household data (e.g., income, years of schooling, number of people living together) and indicates the percentage of vulnerability of Chilean schools ranging from 0% to 100%. Higher percentages imply higher vulnerability. In our data, schools from low SES have, on average, 87.15% of vulnerability, schools from middle SES have 49.50% of vulnerability. Schools belonging to high SES are rated under 20% of vulnerability. They are privately funded and they do not receive economic support from the government. Additionally, we have included the average IVE in each county in order to position the school within its context. Some counties have a higher social mixture, therefore, the IVE of the schools does not match the county average.

Table 1. Socio demographics characteristics of the sample.

County	N	SES	IVE	County	Mean IVE Region
Fifth region	197		20.0%		48.2%
Villa Alemana	197	High	20.0%	74.7%	
Sixth Region	313		20.0%		49.4%
Rancagua	313	High	20.0%	78.8%	
Santiago Region	488		47,4%		44.1%
Providencia	130	High	20.0%	42.4%	
Cerro Navia	39	Low	87.7%	87.7%	
Pedro Aguirre Cerda	49	Low	90.4%	84.0%	
Quilicura	37	Low	86.2%	66.8%	
San Ramon	30	Low	84.3%	88.3%	
Conchalí	9	Middle	66.3%	78.0%	
Puente Alto	194	Middle	32.8%	76.5%	

Note: Elaborated from data from JUNAEB (2018) and MINEDUC (2017).

Materials

We used the 94-item CBQ-sf (Putnam & Rothbart, 2006; Rothbart et al. 2001). It is a parental report questionnaire rated with a 7-point Likert scale (*extremely untrue* – *extremely true*). The theoretical structure of the test comprises three second-order

superfactors and fifteen first-order factors. The following are some of the items related to the second-order superfactor labelled “Surgency/Extraversion”: “Often rushes into new situations”, “Enjoys activities such as being chased, spun around by the arms, etc”, “Is comfortable asking other children to play”. The superfactor “Negative Affectivity” includes items such as the following: “Is afraid of loud noises”, “Becomes quite uncomfortable when cold and/or wet”, “Gets quite frustrated when prevented from doing something s/he wants to do”. As for the superfactor called “Effortful Control”, items include: “Can wait before entering into new activities if s/he is asked to”, “Enjoys looking at picture books”, “When practicing an activity, has a hard time keeping her/his mind on it”.

Procedure

As in the original study (Putnam & Rothbart, 2006), the parents or caregivers of the participating children answered the questionnaire. In order to ensure their support and consent, we first contacted the principals of the participating schools and then the preschool educators and primary school teachers working there. Two strategies for administering the questionnaires were used. The first of them consisted in handing the families the questionnaire, consent form, and instructions in a sealed envelope. The second strategy consisted in inviting the parents to attend a meeting where they received the necessary instructions and answered the questionnaire in the same place. All participants signed informed consent forms before completing the instrument. When possible, parents jointly responded to the child’s questionnaire. Otherwise, only one of them (primarily mothers) responded. Aside from the questionnaire, they answered additional questions about their demographic characteristics, such as family structure and the educational level of the respondent(s). The project was reviewed and approved by the ethics committee of the Pontificia Universidad Católica de Chile.

Analysis

Data analyses were conducted using R (R Core Team, 2018). We manipulated data and generated figures with the tidyverse packages (Wickham et al., 2019). Questionnaires with more than 10 unanswered items were eliminated. The remaining missing data was multiply imputed ($m = 5$) using the mice algorithm (Van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011), which provides better estimates of missing data than traditional methods like mean substitution. Items were descriptively analysed using averages, standard deviations, and other descriptive statistics to examine item distribution and the possibility that some of them may be biased toward positive or negative answers. To analyse reliability, we used Cronbach's α and the average variance extracted (AVE). To analyse item quality, corrected item-test correlations were used. To analyse reliability, we used the psych package (Revelle, 2018). We used confirmatory factor analysis (CFA) to replicate the factor structure of the questionnaire. All these analyses were performed using the lavaan package (Rosseel, 2012, 2014). We studied how items could be configured using the exploratory factor analysis (EFA) implementation of the psych package (Revelle, 2018). In the factor analyses, we sought factor loadings higher than .30; also, in the reliability analyses, we sought corrected item-test correlations higher than .30 (Field et al., 2012). Finally, in confirmatory factor analyses, we tried to ensure that fit indexes were satisfactory according to the recommendations set out by Hu and Bentler (1999).

Results

Short Form (94 items)

Descriptive statistics are shown in the Supplementary Online Resources (OR) in Table OR1

Validity

We found insufficient validity evidence for the CBQ-sf. Both the original 15-factor structure and an exploratory 7-factor structure failed to reach adequate fit. We ran a

confirmatory factor analysis to test the 15-factor structure originally proposed for the short form. Using the WLSMV estimator, the most suitable for Likert data (Brown, 2015), the model did not converge; so we used Maximum Likelihood with the Satorra-Bentler correction. Even though a solution was found, it should be interpreted with caution, given that the covariance matrix of latent variables was not definitely positive. The model ($\chi^2(4172, N = 998) = 12921.99, p < .001$) showed unsatisfactory fit (CFI = .58, TLI = .56), even though residual based indexes were appropriate (RMSEA = .046, SRMR = .080). Given that the original model did not fit as expected, we ran an exploratory factor analysis of the 94 items to tap into the item level factor structure. We assessed matrix factorizability, obtaining adequate evidence from the KMO sampling statistic (KMO = .86), and a significant Bartlett's sphericity test ($\chi^2(4371, N = 998) = 28073.16, p < .001$). Based on parallel analysis, we extracted 15 factors from the polychoric correlation matrix using the unweighted least squares method and Promax rotation. The 15 factors explained 67% of the variance.

We dropped 7 factors that comprised less than three items and tried an 8-factor solution that explained 39% of the variance of the 71 items that remained. However, several items had loadings smaller than .30 and several items cross loaded on more than one factor. Items with problematic loadings were removed one by one, until a new solution was reached. This resulted in a model that explained 39% of the variance of the 57 items that remained. The factor loadings and intercorrelations are presented in Table OR2.

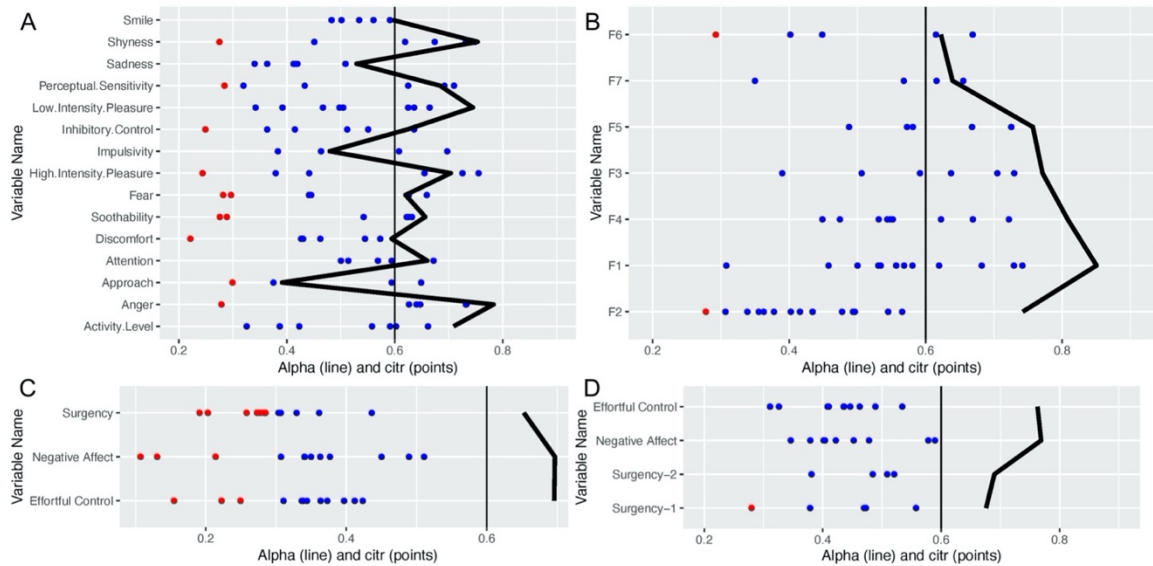
This seven-factor model was confirmed in a CFA analysis using weighted least squares with mean and variance correction (Brown, 2015). Even after the elimination of item 33 due to its lack of discriminant validity, the results ($\chi^2(1463, N = 998) = 6108.55, p < .001$) still showed unsatisfactory fit (CFI = .81, TLI = .80), even though residual based indexes were appropriate (RMSEA = .059, SRMR = .072). A pair of scales (Joy-Happiness and Sensory Sensibility) showed a lack of discriminant validity, defined as an average

variance extracted (AVE) less than the squared correlation between the latent variables (Fornell & Larcker, 1981).

Reliability

We analysed Cronbach's α for the 15 original subscales of the questionnaire. Alphas ranged from .30 (Approach-Approximation) to .74 (Anger-Frustration). Only two of the scales had α higher than .70, while 5 were in the .60 to .70 range. Eight scales had α lower than .60. Item level statistics are available in Table OR3 of the Supplemental Online Resources and Figure 2A.

Figure 2. Corrected item-test correlations are plotted in blue if higher than .30 and in red if lower. the thick black line shows cronbach's α for each subscale. the vertical line shows a cut-off at $\alpha = .60$. subfigures a, b, c, and d present statistics for original and exploratory versions of the 94-item instrument, as well as original and exploratory versions of the 36-item instrument.



Regarding the reliability of our seven-factor solution, ordinal Cronbach's α ranged from .65 to .87, which are all acceptable values, with all but one being greater than .70. Figure 2B shows the standard Cronbach's α and corrected item-test correlations, and

detailed item-level statistics are available in Table OR4 in the Supplemental Online Resources.

Very Short Form (36 items)

Validity

The theoretical structure of the VSF was not replicated. Using the WLS-MV estimator, we obtained a model (χ^2 (591, N = 998) = 10095.68, $p < .001$) with unsatisfactory fit (CFI = .56, TLI = .53), and almost acceptable residual indexes (RMSEA = .085, SRMR = .091). Factor loadings ranged from .04 to .57 for surgency (with two loadings so low as to be statistically insignificant), .09 to .68 for Negative Affect, and .22 to .63 for Effortful Control.

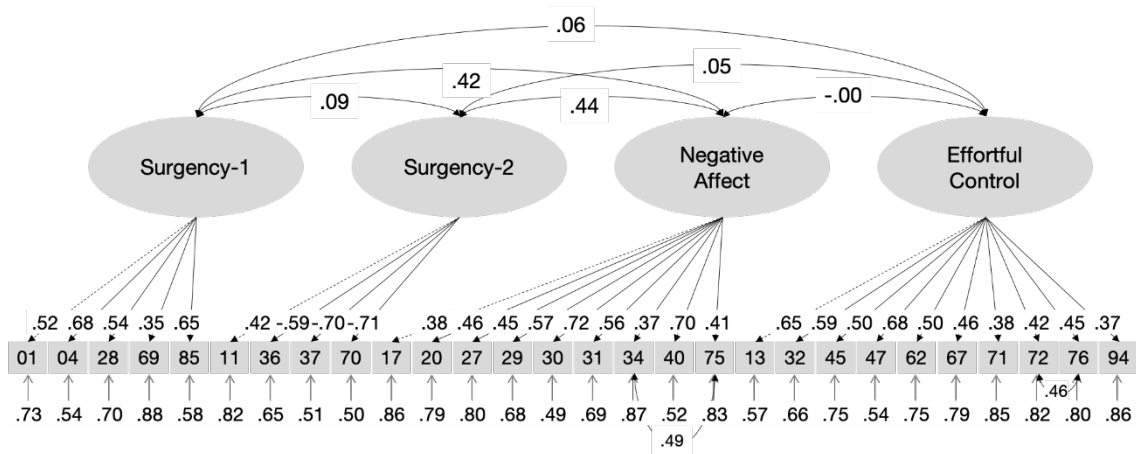
Given these unsatisfactory results, further models were tried, with problematic items being removed. Gradually, a better, albeit still not fully satisfactory model emerged after the elimination of items with low loadings (absolute value $< .30$) and items with discriminant validity issues (i.e. items that had theoretically ungrounded cross-loadings suggested by modification indices). This model (χ^2 (225, N = 998) = 1584.40, $p < .001$) had 23 items remaining and achieved less than ideal fit (CFI = .82, TLI = .80), but residual based fit measures were more adequate (RMSEA = .078, SRMR = .074). Note that two pairs of items were allowed to covary, however, item error covariance was limited to within factor item pairs. All pairs of latent variables exhibited discriminant validity, with squared correlations between them being smaller than the average variance extracted from each latent factor. In this model, most of the eliminated items belonged to the surgency scale (which only retained 4 items).

We explored the factor structure of the original items comprising the surgency scale due to the fact that most items were removed from that factor. Most of the removed items were related to energy levels (e.g. He is always full of energy, even at night), whereas the

retained items were related to sociability (e.g. He seems comfortable with anyone). We ran an exploratory factor analysis with unweighted least squared and Promax rotation. The two-factor solution explained a total of 26% of variance (evenly distributed as 13% in both factors). The details of this exploratory analysis of the surgency scale are shown in Table OR5 in the Online Supplemental Resources.

Therefore, we reworked our confirmatory model to include both facets present in the surgency items. We tried a first-order and second-order model, however the latter produced negative variances and was therefore discarded. The four-factor model, using the WLS-MV estimator ($\chi^2(342, N = 998) = 2311.92, p < .001$), yielded unsatisfactory fit (CFI = .77, TLI = .75) and almost acceptable residual indexes (RMSEA = .076, SRMR = .077). Factor loadings ranged from .35 to .68 for Surgency 1 (S1), .42 to .71 for Surgency 2 (S2), .37 to .72 for Negative Affectivity, and from .37 to .68 for Effortful Control. Figure 3. shows the resulting model.

Figure 3. Confirmatory factor model for the cbq-vs.f.



Reliability

Regarding the reliability of the CBQ-vs.f, Surgency showed acceptable reliability ($\alpha = .65$), with corrected item-test correlations between .24 and .44. Negative affect showed adequate levels of reliability ($\alpha = .70$), with corrected item-test correlations ranging

from .14 to .61). Finally, reliability for effortful control was also adequate ($\alpha = .70$) with corrected item-test correlations ranging from .19 to .52. Figure 2C shows α and corrected item-test correlations for the 3 subscales. We provide item-level statistics in the Supplemental Online Materials in Table OR6.

Regarding the reliability of our model, ordinal α were .68 for Surgency 1, .69 for Surgency 2, .77 for Negative Affect, and .76 for Effortful Control. Figure 2D shows the standard Cronbach's α and corrected item-test correlations, the item-level statistics are available in the Supporting Online Resources in Table OR7.

Discussion

This study is the first to be conducted in Chile in order to assess the evidence of validity and reliability of the Spanish-language version of the CBQ-sf and of the CBQ-vsff in a socioeconomically diverse sample of 998 children aged 3 – 7 years. To this end, we analysed reliability (using Cronbach's α coefficient of internal consistency) and validity information (with evidence derived from the internal structure of the questionnaire with confirmatory and exploratory analyses). For the short form, results did not support the proposed structure of 3 second-order factors and 15 first-order factors. In contrast, after the elimination of several items, our analyses yielded a 7-factor structure. The reliability of these factors was adequate compared to the unacceptable reliability of the 15 original factors. As for the very short form, our results reflect the existence of 4 factors: Negative Affect, Inhibitory Control, Surgency 1 and Surgency 2). Unlike other validation proposals (e.g., de la Osa et al., 2014) that replicate the three-factor structure, in our sample indicated the need to separate the Surgency factor into two different factors (Surgency 1 and Surgency 2) due to the contents of the items associated with each. Allen et al., (2013) also suggested a modification to the factor structure of the CBQ-vsff to include a shyness scale, parallel to our sociability scale, and independent from the general surgency scale (matching our energy level scale).

There are significant differences in the socioeconomic makeup of the samples in which the CBQ has been studied. Prior analyses have been done in richer countries, like Spain (de la Osa, et al., 2014), the Netherlands (Sleddens, 2011), Italy, Canada and the U.S. (Kotelnikova et al., 2016, Allan, et al., 2013). There are significant differences in educational attainment and socioeconomic status between Latin American countries and North America and Europe. In this sense, the present study presents a contribution in being the first effort in identifying how the CBQ might perform in lower-income countries. The only notable exception is Iran, where Najarpourian et al., (2017) investigated the CBQ. However, since the article is not available in English or Spanish, we are unable to compare our findings.

A second point relates to the fact that to date, no item level analyses of the CBQ-sf have been published. This fundamental difference in analytic approach might help explain our differing results. All the studies that have replicated the structure of three second-order factors (i.e. SU, AN, CI), have used first-order factors (e.g. Sadness, Positive Anticipation, Attentional Focusing) directly, that is, inputting the scores of the fifteen subscales into the analysis. This is a limitation of these prior studies because the psychometric properties of these subscales have not yet been analysed, and authors assume that they are valid and reliable enough. In the present study, we analysed two levels simultaneously and no convergence was found in the confirmatory factor analysis model. As a second choice, we attempted to replicate the 15-factor structure. The factor structure of the first level has been assumed as a given in prior research, and in our sample, we failed to find enough evidence for this.

Finally, the published studies often draw from different item pools, further complicating the comparisons between this study and previous research. For example, Kotelnikova et al. (2016) analysed the full instrument (195 items), which makes it difficult to compare the 4-factor solution that they propose with the results of this study. Even so, their Sensation-Seeking and Low Inhibitory Control-Disinhibition dimensions resemble the

fifth factor of this analysis (Impulsivity). The dimensions Low Negative Affect and Smiling/Laughter are not clearly replicated in these results. Rather, our study revealed separate factors for negative affect (fear, sadness), while Smiling/Laughter resemble the Joy factor.

Why did we fail to replicate the theoretically expected factor structure for the SBQ-sf and CBQ-vs? The first possibility that comes to mind are cultural differences. Latin American culture is highly likely to have upbringing patterns that differ from North American, Asian or European countries. A good approach to how cultural differences in child-rearing can interfere in a child's temperament is presented by Putnam (2019). The authors mentioned that collectivist cultures (e.g., Latin-american countries) tend to be more relationally orientated—focusing more on helping others and obeying adults. On the other hand, individualistic cultures (e.g., Northern European countries) promote autonomy—focusing on independence and self-esteem. These cultural differences in terms of what behaviors are promoted and valued can translate into differences in parenting. These differences in turn, may have direct repercussions on the answers provided by families due to the value that some behaviours have, and how those behaviours are regulated according to social expectations. Therefore, these differences may, at least in part, explain why directly replicating the factor structure of the CBQ was impossible.

The fact that the psychometric qualities of exploratory versions of the test also failed to attain adequate indexes of validity and reliability somewhat weakens the cultural argument. If the results obtained were a result of robust cultural differences, the exploratory versions would be more likely to reach more appropriate validity and reliability indexes. Therefore, it is likely that it is not robust cultural differences in the *structure* of temperament what explain our results, but lower -level aspects of measurement, wording, and respondent's characteristics.

Secondly, our results may have been affected by some features of the questionnaire. The length of the test and the relevance and complexity of the items (especially those worded negatively) might have fatigued some responders. This issue could be reduced by preference of the CBQ-vs_f.

In this study, several negatively worded items were eliminated (10 items) because the translation of items containing negation might be harder to interpret in a culturally diverse sample. The translation into Spanish may have introduced a language-related limitation because these items tend to be harder to understand and answer. It would be interesting to analyse how these items behave when worded directly, not inversely.

As previously noted, and based on the above, the CBQ-vs_f appears to be a better choice than the SF in the sample studied. Although it was necessary to remove several items, the confirmatory analysis presented in this study represents a contribution with respect to the factor structure of the questionnaire. The Negative Affectivity and Effortful Control dimensions do not greatly differ from the original model; however, the Surgency/Extraversion dimension forms two different facets. Surgency 1 relates to children's energy level as reported by their parents; while Surgency 2 is closely related to sociability expressed by children. Putnam and Rothbart (2006) note that the Surgency/Extraversion factor comprises subscales such as Activity Level, which can be linked to the Surgency 1 factor in our model, and the Shyness subscale, which is similar to the Surgency 2 factor. Although it is possible to generate a single factor with items of this type in these authors' study, the psychometric analysis conducted with this sample suggests that they be divided into two dimensions. Undoubtedly, the proposal made in this study opens up new avenues of research for authors seeking to explore the factor structure of the CBQ.

Some limitations detected may have affected our results. First, the sample is quite heterogeneous, representing different levels of socioeconomic status (and educational

status by proxy). A second limitation concerns the length of the questionnaire, since it is possible for the CBQ-SF to generate some degree of fatigue. Longer questionnaires can suffer from response biases like the acquiescence effect². Finally, we focused only on the factor structure and the internal consistency of the scale. Evidence of temporal stability (i.e., test-retest reliability), and concurrent and discriminant validity (i.e., relations with other scales) remain the focus of future research.

In conclusion, our results suggest that the CBQ-sf should be interpreted with caution in the Chilean population. The shorter and more parsimonious structure of the CBQ-vsfc appears preferable, and our results suggest the distinction between energy levels and sociability be made. We call on future researchers to assess validity and reliability in their samples before making strong inferences about their data. Future research can further establish the cultural robustness of the separation between the energy and sociability aspects of the surgency construct.

² In our sample, participants tended to pick the more positive response options (see table S1), and this tendency to respond using positive response options increased as the questionnaire went on ($r = .12$).

Compliance with Ethical Standards

Conflict of Interest: On behalf of all the authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

Ethical Approval: The study protocol was approved by the ethics committee of the Pontificia Universidad Católica de Chile.

Informed Consent: Informed consent was given by all participants in order to get their permission for this study.

Data Availability: The datasets generated during and/or analysed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

References

- Allan, N. P., Lonigan, C. J., & Wilson, S. B. (2013). Psychometric evaluation of the Children's Behavior Questionnaire-Very Short Form in preschool children using parent and teacher report. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 302–313. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.07.009>
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. Methodology in the Social Sciences.
- Carranza, J. A., González-Salinas, C., & Ato, E. (2013). A longitudinal study of temperament continuity through IBQ, TBAQ and CBQ. *Infant Behavior and Development*, 36(4), 749–761. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2013.08.002>
- de la Osa, N., Granero, R., Penelo, E., Domènech, J. M., & Ezpeleta, L. (2014). The short and very short forms of the Children's Behavior Questionnaire in a community sample of preschoolers. *Assessment*, 21(4), 463–476. <https://doi.org/10.1177/1073191113508809>
- Ellis, L., & Rothbart, M. (2001). Revision of the Early Adolescent Temperament Questionnaire. Poster presented at the 2001 Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development. <https://doi.org/10.1037/t07624-000>
- Evans, D. E., & Rothbart, M. K. (2007). Developing a model for adult temperament. *Journal of Research in Personality*, 41(4), 868–888. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2006.11.002>
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering Statistics Using R*. London: Sage Publications.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3151312>
- Frohn, S. (2017). An Evaluation and Revision of the Children's Behavior Questionnaire Effortful Control Scales.
- Gagne, J. R., Prater, J. C., Abramson, L., Mankuta, D., & Knafo-Noam, A. (2015). An Israeli study of family expectations of future child temperament. *Family Science*, 6(1), 356–361. <https://doi.org/10.1080/19424620.2015.1076494>
- Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2003). Studying infant temperament via the Revised Infant Behavior Questionnaire. *Infant Behavior and Development*, 26(1), 64–86. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(02\)00169-8](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(02)00169-8)
- Gouze, K. R., Lavigne, J. V., Hopkins, J., Bryant, F. B., & Lebailly, S. A. (2012). The Relationship between Temperamental Negative Affect, Effortful Control, and Sensory Regulation: A New Look. *Infant Mental Health Journal*, 33(6), 620–632. <https://doi.org/10.1002/imhj.21363>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Kotelnikova, Y., Olino, T., N Klein, D., Kryski, K., & P Hayden, E. (2015). Higher- and Lower-Order Factor Analyses of the Children's Behavior Questionnaire in Early

- and Middle Childhood. Psychological assessment, 28. <https://doi.org/10.1037/pas0000153>
- Najarpourian, S., Abdolvahab, S. S., & Neda, A. (2017). Psychometric Properties Of The Very Short Form Of The Children's Behavior Questionnaire (Cbq): Investigation Of Temperament At 3 To 7 Years. *Journal of Child Mental Health* 4(300246), 165–175.
- Putnam, S. P., Jacobs, J., Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2010, March). Development and assessment of short and very short forms of the Early Childhood Behavior Questionnaire. Poster presented at International Conference on Infant Studies, Baltimore, MD. - Google Search. (n.d.).
- Putnam, S. P., Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2006). Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The Early Childhood Behavior Questionnaire. *Infant behavior and development*, 29(3), 386–401.
- Putnam, S. P., Helbig, A. L., Gartstein, M. A., Rothbart, M. K., & Leerkes, E. (2014). Development and assessment of short and very short forms of the Infant Behavior Questionnaire–Revised. *Journal of personality assessment*, 96(4), 445–458.
- Putnam, S. P., & Rothbart, M. K. (2006). Development of short and very short forms of the Children's Behavior Questionnaire. *Journal of Personality Assessment*, 87(1), 102–112. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa8701_09
- Putnam, S.; Gartstein, M, Broos; H; Casalin, S; Lecannelier, F. (2019). Cross-cultural differences in socialization goals and parental ethnotheories. In. Gartstein, M. & Putman, S., *Toddlers, parents, and culture: Findings from the joint effort toddler temperament consortium.* (pp.59-67). Routledge
- R Core Team. (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing.* Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Revelle, W. (2018). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research.* Evanston, Illinois. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=psych>
- Rosseel, Y. (2012). {lavaan}: An {R} Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36. Retrieved from <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>
- Rosseel, Y. (2014). Structural Equation Modeling with lavaan. In *Using R for personality research* (pp. 1–127). Bertinoro: Ghent University.
- Rothbart, Mary K. (2007). Temperament, development, and personality. *Current directions in psychological science*, 16(4), 207–212.
- Rothbart, Mary K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of Temperament at Three to Seven Years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, 72(5), 1394–1408. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00355>
- Rothbart, Mary K., & Bates, J. E. (2007). Temperament. In *Handbook of Child Psychology.* John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0303>
- Rothbart, Mary Klevjord. (1981). Measurement of Temperament in Infancy. *Child Development*, 52(2), 569–578. <https://doi.org/10.2307/1129176>

- Simonds, J., & Rothbart, M. K. (2004). The Temperament in Middle Childhood Questionnaire (TMCQ): A computerized self-report instrument for ages 7–10. Poster Sess Present Occas Temperament Conf Athens, GA.
- Sleddens, E. F. C., Kremers, S. P. J., Candel, M. J. J. M., De Vries, N. N. K., & Thijs, C. (2011). Validating the Children’s Behavior Questionnaire in Dutch Children: Psychometric Properties and a Cross-Cultural Comparison of Factor Structures. *Psychological Assessment*, 23(2), 417–426. <https://doi.org/10.1037/a0022111>
- Slobodskaya, H; Kozlova, E; Han, S; Gartstein, M; Putnam, S. (2019). Cross-cultural differences temperament. In. Gartstein, M; Putman, S. *Toddlers, parents, and culture: Findings from the joint effort toddler temperament consortium.* (pp.29-37). Routledge
- Van Buuren, S., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). Multivariate Imputation by Chained Equations. *Journal Of Statistical Software*, 45(3), 1–67. <https://doi.org/10.1177/0962280206074463>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

Supplementary Online Resources (OR)

Additional results

Table OR1 shows descriptive statistics for the 94 items in the questionnaire. Some items have somewhat higher levels of kurtosis (e.g. items 5, 15, 26, 39, 46, 58, 77, and 86). Most items lie to the right of the centre point of the scale. The observed range coincided with the theoretically possible (1 – 7) in all cases but item 15 (2 – 7).

Table OR1

Item-level descriptive statistics

Item	Item	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>
1	When angry about something, s/he tends to stay upset for ten minutes or longer.	3.48	1.81	0.17	-1.18
2	Prepares for trips and outings by planning things s/he will need..	3.68	1.87	0.05	-1.26
3	Gets very enthusiastic about the things s/he does	3.51	1.99	0.30	-1.27
4	When outside, often sits quietly.	4.09	2.01	-0.11	-1.32
5	Gets angry when told s/he has to go to bed.	5.98	1.22	-1.65	3.04
6	Likes going down high slides or other adventurous activities.	4.55	1.82	-0.44	-0.95
7	Moves about actively (runs, climbs, jumps) when playing in the house.	3.63	1.8	0.21	-1.07
8	Enjoys "snuggling up" next to a parent or babysitter.	3.67	1.93	0.16	-1.23
9	Is afraid of fire.	4.38	1.84	-0.33	-1.08
10	Sometimes smiles or giggles playing by her/himself.	2.83	1.83	0.71	-0.72
11	Is easy to soothe when s/he is upset.	4.49	1.77	-0.33	-1.07
12	Is very difficult to soothe when s/he has become upset.	3.79	1.85	0.10	-1.18
13	Is full of energy, even in the evening.	5.50	1.65	-1.2	0.67
14	Notices the smoothness or roughness of objects s/he touches.	4.46	1.89	-0.49	-0.93
15	Has temper tantrums when s/he doesn't get what s/he wants.	6.2	0.82	-1.39	3.63
16	Is likely to cry when even a little bit hurt.	3.73	1.85	0.1	-1.24
17	Rarely becomes discouraged when s/he has trouble making something work.	3.89	1.89	-0.09	-1.19
18	Likes to play so wild and recklessly that s/he might get hurt.	4.04	1.7	-0.06	-1.06
19	Enjoys taking warm baths.	3.03	1.99	0.75	-0.79
20	Enjoys activities such as being chased, spun around by the arms, etc.	4.53	1.72	-0.52	-0.73
21	Smiles a lot at people s/he likes.	3.57	1.83	0.19	-1.16
22	Seems always in a big hurry to get from one place to another.	5.35	1.61	-0.94	0
23	Is sometimes shy even around people s/he has known a long time.	4.54	1.81	-0.43	-0.86
24	Is quickly aware of some new item in the living room.	4.63	1.68	-0.45	-0.73
25	Acts shy around new people.	4.01	1.69	-0.06	-1.04
26	If upset, cheers up quickly when s/he thinks about something else.	6.13	1.22	-1.93	4.05
27	Likes the sound of words, such as nursery rhymes.	4.77	1.49	-0.72	-0.1
28	Is easily distracted when listening to a story.	4.42	1.48	-0.35	-0.47
29	Gets angry when called in from play before s/he is ready to quit.	3.88	1.8	0.06	-1.2
30	Is afraid of burglars or the "boogie man."	5.06	1.58	-0.84	-0.02
31	Is slow and unhurried in deciding what to do next.	3.79	1.87	0.04	-1.19
32	Tends to say the first thing that comes to mind, without stopping to think about it.	5.56	1.35	-1.34	1.97
33	Is afraid of the dark.	5.76	1.34	-1.39	1.81
34	Can easily stop an activity when s/he is told "no."	3.71	1.98	0.15	-1.31
35	Seems to be at ease with almost any person.	4.03	2.02	0.01	-1.31
36	Is quite upset by a little cut or bruise.	3.61	1.76	0.2	-1.04
37	Likes being sung to.	3.62	1.91	0.12	-1.34
38	Rarely laughs aloud while watching TV or movie comedies.	5.25	1.31	-0.87	0.43
39	Remains pretty calm about upcoming desserts like ice cream.	6.21	1.17	-2.28	6.12
40	Is not very bothered by pain.	4.38	1.79	-0.37	-0.98
41	Usually rushes into an activity without thinking about it.	4.03	1.79	-0.1	-1.05
42	Notices it when parents are wearing new clothing.	3.93	1.83	-0.11	-1.19

43	Is afraid of loud noises.	3.62	1.76	0.21	-1.01
44	Seems to feel depressed when unable to accomplish some task.	4.94	1.56	-0.83	0.05
45	Is good at following instructions.	5.25	1.7	-0.99	0.08
46	When building or putting something together, becomes very involved in what s/he is doing, and works for long periods.	6.27	0.95	-2.14	6.89
47	Dislikes rough and rowdy games.	5.79	1.25	-1.36	2.02
48	Doesn't usually notice odors such as perfume, smoke, cooking, etc.	3.27	2.18	0.53	-1.27
49	Enjoys riding a tricycle or bicycle fast and recklessly.	4.05	1.74	-0.03	-1.14
50	Cries sadly when a favorite toy gets lost or broken.	3.56	1.7	0.23	-0.89
51	Becomes quite uncomfortable when cold and/or wet.	4.01	1.72	-0.03	-1.02
52	Has trouble sitting still when s/he is told to (at movies, church, etc.).	4.4	1.9	-0.32	-1.16
53	Rarely cries when s/he hears a sad story.	3.8	1.93	0.12	-1.3
54	Rarely becomes upset when watching a sad event in a TV show.	3.98	1.77	0.03	-1.08
55	Becomes very excited before an outing (e.g., picnic, party).	4.76	1.75	-0.82	-0.32
56	Enjoys sitting on parent's lap.	3.86	1.7	0.08	-1.06
57	Tends to run rather than walk from room to room.	4.54	1.62	-0.48	-0.69
58	Is not afraid of the dark.	5.94	1.1	-1.46	3.06
59	Prefers quiet activities to active games.	5.27	1.33	-0.95	0.64
60	Enjoys just being talked to.	5.01	1.8	-0.88	-0.45
61	Is rarely frightened by "monsters" seen on TV or at movies.	4.25	1.83	-0.19	-1.22
62	Approaches places s/he has been told are dangerous slowly and cautiously.	5.63	1.43	-1.27	1.13
63	Gets so worked up before an exciting event that s/he has trouble sitting still.	4.11	2.04	-0.13	-1.32
64	Seems to listen to even quiet sounds.	4.2	1.77	-0.23	-1.06
65	Gets quite frustrated when prevented from doing something s/he wants to do.	5.93	1.04	-1.41	2.8
66	Is not very upset at minor cuts or bruises.	4.72	1.52	-0.59	-0.4
67	Enjoys funny stories but usually doesn't laugh at them.	5.39	1.35	-1.02	0.83
68	Has a hard time settling down after an exciting activity.	4.29	1.75	-0.23	-1.03
69	Hardly ever complains when ill with a cold.	4.86	1.77	-0.62	-0.65
70	Likes to sit quietly and watch people do things.	3.39	1.71	0.33	-0.95
71	Enjoys gentle rhythmic activities, such as rocking or swaying.	5.29	1.52	-0.88	0.04
72	Changes from being upset to feeling much better within a few minutes.	5.71	1.38	-1.34	1.57
73	Sometimes becomes absorbed in a picture book and looks at it for a long time.	4.93	1.73	-0.81	-0.36
74	When practicing an activity, has a hard time keeping her/his mind on it.	3.94	1.56	0.08	-0.92
75	Often rushes into new situations.	3.69	1.72	0.16	-1.07
76	Comments when a parent has changed his/her appearance.	5.75	1.14	-1.22	2.02
77	Can wait before entering into new activities if s/he is asked to.	6.36	0.93	-2.11	6.28
78	Hardly ever laughs out loud during play with other children.	4.04	1.81	-0.03	-1.1
79	Rarely gets upset when told s/he has to go to bed.	5.90	1.14	-1.45	2.45
80	When drawing or coloring in a book, shows strong concentration.	3.39	1.82	0.43	-1.02
81	Becomes upset when loved relatives or friends are getting ready to leave following a visit.	4.29	1.61	-0.22	-0.98
82	Becomes very excited while planning for trips.	3.38	1.71	0.44	-0.87
83	Is comfortable asking other children to play.	2.98	2.17	0.8	-0.93
84	Likes to go high and fast when pushed on a swing.	3.46	1.8	0.36	-1.02
85	Sometimes turns away shyly from new acquaintances.	4.79	1.8	-0.5	-0.89
86	Tends to become sad if the family's plans don't work out.	6.49	0.87	-2.76	10.72
87	Sometimes seems nervous when talking to adults s/he has just met.	5.01	1.45	-0.86	0.31
88	Will move from one task to another without completing any of them.	4.36	1.86	-0.25	-1.1
89	Enjoys looking at picture books.	3.91	1.65	0.01	-0.92
90	Is among the last children to try out a new activity.	4.29	1.66	-0.18	-1.02
91	Gets angry when s/he can't find something s/he wants to play with.	4.19	1.71	-0.13	-1.11
92	Often laughs out loud in play with other children.	4.31	1.82	-0.27	-1.05
93	Takes a long time in approaching new situations.	3.42	1.6	0.37	-0.72
94	Looks forward to family outings, but does not get too excited about them.	5.59	1.47	-1.42	1.66

Our exploratory factor analysis model for the CBQ-sf produced adequate loadings, but explained a modest amount of variance. Table OR2 shows the factor loadings and intercorrelations.

Table OR2.

Factor loadings and intercorrelations.

Item	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
77 Smiles at people	.78	-.02	-.11	-.15	.09	-.09	.02
86 Enjoys sitting on lap	.69	-.10	-.04	-.09	.07	.03	.06
76 Likes word sounds	.66	-.02	-.04	.13	.06	-.08	-.08
72 Likes being sung to	.61	-.01	-.06	.09	.05	-.08	-.07
65 Likes looking at picture books	.60	-.16	.11	.04	-.12	-.05	-.01
79 Laughs - playing with others	.55	.02	-.11	-.17	.04	-.09	.11
39 Likes snuggles	.52	-.05	.02	-.12	.08	.03	.07
15 Enthusiastic	.48	-.01	.03	-.11	-.13	.07	-.02
94 Enjoys gentle activities	.48	.27	-.02	.09	-.01	-.05	-.04
46 Gets excited planning trips	.46	-.04	.04	-.06	-.02	.28	-.03
58 Excited before outing	.46	.05	.10	-.03	.06	.18	.06
33 Likes rough play	.45	.26	.03	.07	.11	-.05	.04
5 Notices texture	.43	-.08	.09	-.08	-.04	.11	.02
62 Concentrates when coloring	.41	-.08	.05	.22	-.21	-.02	-.15
26 Likes warm baths	.40	.03	.00	-.01	.03	.02	.06
71 Works for long times	.33	-.03	.08	.11	-.22	-.08	-.15
10 Reckless playing	-.14	.81	.07	.05	-.01	-.08	-.06
4 Adventouruous	.00	.78	-.03	.11	.01	-.04	-.13
88 Reckless bike riding	.01	.68	-.06	.10	-.07	.05	-.11
7 Rushes into activity	-.06	.67	.11	-.11	.08	-.06	-.03
28 Rushes into new situations	.10	.63	-.09	-.10	-.12	.06	-.13
12 Runs rather than walks	-.10	.63	.06	.02	-.06	-.02	.06
1 Always in a hurry	-.20	.60	-.06	.00	-.02	.09	.13
22 Moves actively	.16	.58	-.03	.04	.02	-.02	-.01
85 Full of energy	.12	.52	.12	-.04	.05	-.03	-.02
69 Likes intensity when swunged	.01	.43	.00	.06	-.12	.11	-.10
6 Gets excited for events	.03	.41	.20	-.05	-.01	.00	.15
51 Impulsive speaking	-.04	.37	.00	.07	.21	.01	.14
14 Temper tantrums	.02	.07	.78	-.04	-.07	-.08	.00
66 Easy to soothe	.24	.07	-.74	.14	.09	.02	.14
30 Frustrated when stopped	.03	.13	.64	-.02	-.06	.02	.11
40 Angry - can't find something	-.05	.07	.62	.07	-.09	.08	.10
8 Cries when toy breaks	.00	.07	.59	.02	-.14	.01	.09
75 Hard to soothe	-.01	-.08	.55	.03	.26	.01	-.18

87	Angry when called	.07	.13	.51	-.02	-.08	.02	.14	
34	Stays upset	-.03	-.17	.49	.03	.22	.04	-.10	
81	Obeys when told no	.11	-.14	-.44	.17	-.08	.04	.05	
52	Shy around people	.02	-.03	-.07	.78	-.02	-.05	.04	
37	Shy around people	-.12	.06	-.06	.76	-.02	.04	.11	
42	Nervous talking to new adults	-.03	.08	-.02	.69	.01	-.06	.04	
70	Shy around new acquaintances	-.23	.12	-.03	.66	-.02	.15	.04	
36	Slow to approach	.02	-.08	.07	.47	.24	-.02	-.06	
11	At ease with people	.03	.14	-.18	-.34	-.02	.09	.10	
16	Distracted when practicing	.08	-.03	-.12	-.04	.85	.06	.02	
21	Moves from one task to another	.05	.00	-.06	.07	.77	.02	-.02	
84	Easily distracted	.01	-.05	.00	-.02	.70	.00	-.03	
53	Trouble sitting still	.07	.20	.00	-.03	.51	-.04	-.01	
25	Difficulty settling down	.04	.22	.14	-.01	.36	.06	-.03	
13	Notices new clothing	-.04	-.03	-.05	.03	.04	.76	-.01	
32	Notices appearance changes	.13	-.11	.08	-.06	.06	.64	.08	
47	Notices new items	.17	-.06	-.07	.02	.02	.59	-.06	
45	Plans trips	.21	-.09	-.03	.10	-.07	.34	-.10	
63	Afraid of the dark	.00	-.12	-.04	.04	.00	-.03	.72	
17	Afraid of burglars	-.03	-.09	.07	.12	-.03	.08	.60	
23	Afraid of loud noise	.10	-.12	-.02	.17	.10	.04	.42	
35	Not afraid of the dark	.01	.03	.08	.02	.03	.06	-.39	
64	Cries when hurt	.17	-.07	.26	.11	-.06	-.12	.35	
(1)	Joy – Happiness	9%							
(2)	Risk Taking - Impulsivity	.17	9%						
(3)	Anger - Frustration	-.05	.43	6%					
(4)	Shyness	-.02	-.07	.28	5%				
(5)	Attention	-.21	.40	.50	.09	5%			
(6)	Sensory Sensibility	.51	.09	.05	-.01	-.15	3%		
(7)	Fear	.02	.31	.40	.12	.32	.00	3%	

Note. Absolute loadings above .30 have been bolded for clarity. Item text is a summary for brevity.

Reliability for both the original 15-factor structure and our exploratory version was unsatisfactory. Detailed item level statistics are presented in table OR3 and OR4.

Table OR3

Cronbach's Alphas and corrected item-test correlations (citr) for each item in the scale.

	α	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8
Activity Level	.68	.56	.62	.31	.56	.40	.52	.37	
Anger/Frustration	.74	.59	.69	.69	.60	.25	.59		
Positive Anticipation	.30	.24	.29	.46	.53	.18	.09		
Attentional Focusing	.63	.65	.58	.45	.45	.52	.17		
Discomfort	.56	.22	.41	.52	.43	.54	.41		
Soothability	.61	.26	.60	.22	.50	.59	.59		
Fear	.59	.60	.44	.40	.28	.61	.26		
High Intensity Pleasure	.67	.69	.70	.33	.40	.22	.63		
Impulsivity	.47	.18	.03	.59	.45	.36	.68		
Inhibitory Control	.53	.32	.48	.37	.59	.17	.49		
Low Intensity Pleasure	.63	.30	.38	.33	.41	.57	.59	.48	.35
Perceptual Sensitivity	.55	.36	.65	.30	.54	.62	.17		
Sadness	.50	.40	.47	.39	.34	.40	.32	.18	
Shyness	.72	.41	.69	.63	.72	.23	.58		
Smiling/Laughter	.54	.58	.62	.04	.29	.32	.53		

Note. r = corrected item-test correlation

Table OR4

Cronbach Alphas and corrected item-test correlations (citr) for each item in the scale.

Scale	α	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	r13	r14	r15
(1)	.74	.57	.49	.54	.50	.48	.40	.36	.43	.34	.43	.42	.36	.38	.28	.31
(2)	.85	.74	.68	.56	.73	.50	.62	.58	.53	.57	.31	.53	.46			
(3)	.81	.72	.55	.67	.62	.55	.54	.53	.47	.45						
(4)	.77	.73	.70	.64	.59	.51	.39									
(5)	.76	.73	.67	.58	.57	.49										
(6)	.64	.66	.57	.62	.35											
(7)	.62	.67	.61	.45	.29	.40										

Note. r = corrected item-test correlation

As explained in the main text, we observed that the surgency items coalesced into two separated subfactors: Surgency 1 and Surgency 2. Their respective factor loadings are presented in Table OR5.

Table OR5

Factor loadings of the two-factor surgency scale

Item		Surgency 1 (energy)	Surgency 2 (sociability)
4	Likes going down high slides or other adventurous activities.	.71	.18
85	Is full of energy, even in the evening.	.59	.09
28	Often rushes into new situations.	.52	-.13
1	Seems always in a big hurry to get from one place to another.	.51	.09
69	Likes to go high and fast when pushed on a swing.	.31	.02
50	Prefers quiet activities to active games.	-.26	.25
78	Dislikes rough and rowdy games.	-.22	.07
36	Takes a long time in approaching new situations.	.07	.66
70	Sometimes turns away shyly from new acquaintances.	.16	.63
37	Is sometimes shy even around people s/he has known a long time.	.10	.58
11	Seems to be at ease with almost any person.	.02	-.45
43	Is slow and unhurried in deciding what to do next.	-.14	.30

Note: Factor loadings $\leq .30$ has been considered in each scale. Bolded for clarity.

Tables OR6 and OR7 show detailed reliability statistics for the original version and our model.

Table OR6

Cronbach Alphas and corrected item-test correlations (citr) for each item in the scale.

Scale	α	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12
Surgency	.65	.28	.30	.28	.44	.33	.27	.29	.36	.19	.26	.20	.31
Negative Affect	.70	.34	.34	.31	.45	.51	.38	.35	.11	.49	.21	.36	.13
Effortful Control	.70	.34	.34	.36	.42	.37	.34	.31	.40	.15	.41	.25	.22

Note. r = corrected item-test correlation

Table OR7

Cronbach Alphas and corrected item-test correlations (citr) for each item in the scale.

Variable	α	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10
Surgency 1	.68	.38	.56	.47	.28	.47					
Surgency 2	.69	.38	.48	.52	.51						
Negative Affect	.77	.35	.42	.38	.48	.59	.45	.40	.58	.40	
Effortful Control	.76	.44	.41	.45	.53	.44	.41	.33	.46	.49	.31

Note. r = corrected item test correlation

3.3 Artículo 3

Título:

The influence of temperament and sex on inhibitory control games: Reward strategies.

Autores:

Carolina Caffarena-Barcenilla, Cristian A. Rojas-Barahona

Revista:

Journal of Applied Developmental Psychology

Estado de la publicación:

Enviado

Fecha de publicación Online:

Pendiente

Indexación:

WoS, Q1

Referencia:

Caffarena-Barcenilla, C., Rojas-Barahona, C. The influence of temperament and sex on inhibitory control games: Reward strategies. *Journal of Applied Developmental Psychology* (enviado a publicar).

The influence of temperament and sex on inhibitory control games: Reward strategies.

A robust body of literature has drawn attention to the importance of executive functions (EF) in human learning and development (e.g. Rojas-Barahona, 2017). EFs are a set of cognitive skills than enable us to self-regulate and thus adapt to the various situations that we must deal with in our lives. The EF construct has been defined as a set of cognitive processes that make it possible to exert control over our thoughts, actions, and emotions in order to fulfil a task (Diamond, 2013; Friedman & Miyake, 2017).

There is theoretical and empirical agreement among experts that one of the core components of EFs is Inhibitory Control (IC), together with working memory and attention (Blair, 2016; Diamond, 2013; McClelland, 2012). IC has been defined as the ability to withhold prepotent or impulsive responses in order to achieve a goal (Aron, 2011; Brass & Haggard, 2007). The development of the ability to withhold a dominant response and then perform a non-dominant one begins early on, especially between 3 and 6 years of age (Caffarena & Rojas-Barahona, 2019; Swingler et al., 2011; Watson & Bell, 2013), and continues to develop until the prefrontal cortex attains maturity, towards the end of adolescence (Vohs & Baumeister, 2013).

There is scholarly interest in studying IC because it is a skill related to adaptative behaviour and academic achievement from preschool years to adulthood (McClelland & Cameron, 2011). In particular, IC has been linked to tasks such as math and literacy (Blair

& Razza, 2007), reasoning (Thorell et al., 2009), and externalising behaviour (Volckaert & Noel, 2015) from an early age. This, in the educational context, is of great importance, which allows us to think that a good development of IC would have favorable effects on different aspects of learning. Additionally, it is important to mention that the benefits of developing IC is not only related to learning, it is also a protective factor in health, for example, reducing addictive behaviour, (Moffitt et al., 2011) and regulating food intake (Jiang et al., 2016), thus improving quality of life. All the aforementioned aspect highlight that IC needs to be considered as a main skill from early childhood onwards.

The importance of predictive and non-predictive rewards

During childhood, some of the most common manifestations that involve IC are linked to tasks such as taking turns, listening to questions in full before answering, or adapting one's behaviour to be included in play or other activities with peers. One of the chief strategies that educators, parents, and even researchers employ in order to maintain the motivation and interest of children in IC-related tasks is the incorporation rewards such as stickers or small toys (Cuevas et al., 2012; Liu et al., 2015). However, the effects of reward predictability on tasks that involve the inhibition of prepotent responses have generally been evaluated in children over 8 years old (Ozcelik et al., 2013; Padmanabhan et al., 2011; Tanaka et al., 2006; Viviani et al., 2020), which suggests the advisability of conducting research on younger children.

In her review of the subject, Hidi (2016) describes a number of perspectives on rewards in psychology and neuroscience, noting that it is not enough to only evaluate the use (or non-use) of rewards, but that it is also necessary to consider their type (e.g. expected or unexpected). Howard-Jones and Demetriou (2009) who work with children aged 10 to 14, proposed that motivation increases when the reward becomes non-predictive, leading people to maintain their focus on the task and achieve better results. Additionally, Howard-Jones and Jay (2016), drawing on the findings of cognitive neuroscience, point out that rewards given during the task are intended to encourage emotion while keeping motivation. This motivation is associated with a feeling of pleasure due to the release of dopamine—which has been found to increase in the presence of unexpected or weakly predictive rewards—, causing the subject to desire to obtain the reward and work with this goal in mind.

Learning based on error prediction makes it possible to complement this perspective, indicating that behaviour adapts to that which is predicted in order to achieve the maximum benefit possible. Schultz and Dickinson (2000) assert that the connection between reinforcement and stimulus is not enough to generate learning (learning by association) and that this reinforcement must be surprising or non-predictive to establish a sort of “reinforcement predictor”, thus fostering motivation. When the outcome is perfectly known or expected by the learner, the authors consider that learning does not occur. O’Doherty et al. (2017) highlight the importance of the decision-making process with respect to rewards, noting that the opportunity to choose also increases motivation.

Making a good choice enables subjects to interact adequately with their settings and obtain greater benefits. Therefore, the predictability of the reward and the person's ability to make choices regarding it may provide a new perspective for the achievement of certain learning goals; nevertheless, this is not sufficiently clear in the early childhood age group.

Some studies with samples of children over 8 years old have shown that the inclusion of rewards might foster IC development (Padmanabhan et al., 2011; Strang & Pollak, 2014), however, it remains to be determined whether the inclusion of rewards contributes to the development of this skill in younger children. Even more so, it is still not sufficiently clear which types of rewards could have a more positive influence on IC development. Considering that rewards are one of the strategies used by parents and teachers to promote certain learning goals in children and teenagers, it is relevant to determine how a highly appreciated skill—in both school and research contexts— can be boosted through the use of rewards.

One study aimed at answering this question was conducted by Tarullo and colleagues (2018). The authors worked with 81 children between 3.5 and 4.5 months of age in order to evaluate the influence of reward-associated feedback during the administration of the Dimensional Change Card Sort (DDCS), which is commonly used to evaluate executive functions in children. This measure was first administered with no feedback or reward, and then with both feedback on the participant's performance and a reward. If the child answered correctly, he/she received 4 fish and heard sounds associated

with winning; however, if he/she answered incorrectly, he/she lost the fish and heard different sounds. The type of reward used in this study can be classed as predictive or expected. This study showed that preschoolers adapt their performance when feedback and rewards are provided. When they are given expected rewards associated with emotional feedback, they prioritise accuracy over reaction time.

This study revealed that, during the first years of life, rewards have an impact on accuracy, at least when the reward can be predicted by the respondents; however, the available evidence is still insufficient for drawing conclusions about the link between reward predictability and EFs such as IC. Even more so, it is necessary to determine whether the possible association between the variables mentioned above (reward type and IC) differ among boys and girls, either due to variables such as sex or individual characteristics such as temperament.

The role of temperament in the association between inhibitory control and reward

Individual differences among people have been a permanent focus of research, since they cause each individual to behave in a particular manner when dealing with situations (Calkins, 1994; Friedman & Miyake, 2017; Olson et al., 2011). Temperament and personality are two constructs that have made it possible to explain these differences, at least in part (Rothbart, 2007). Rothbart et al. (2000) define temperament as constitutionally-based individual differences in reactivity and self-regulation. The term *constitutional* is used to mean that temperament has a biological basis influenced by

genetics, contextual factors, experience, and maturity. Reactivity comprises the wide range of possible responses to external and internal changes, for instance, heart rate or expressions of fear. Lastly, self-regulation refers to the processes whereby effort and orientation are controlled, operating as a reactivity modulator. Rothbart and Bates (2007) add that temperament determines a tendency or disposition to react in a given way, but its expression varies according to the subject's situation.

Some studies have established that, from an early age, the temperament reported by parents is related to IC performance. For instance, Fishburn et al. (2019) examined the relationship between IC and temperament in children aged 4-5. To study these variables, they used all the subscales of the *Children's Behavior Questionnaire* (CBQ) (Rothbart et al., 2001) and evaluated their contribution in IC tasks. The sample comprised 118 children in the typical population who were invited to complete a battery of Go/No Go tests while being monitored with a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) device. The results obtained demonstrated that the Frustration/Anger subscale predicted prefrontal cortex activation while the participants performed the task. This indicates that temperament and IC have a behavioural association that is also observed at a neurophysiological level. Another example is provided by Morasch and Bell, (2011), who performed a behavioural and physiological evaluation of IC manifestations and their association with mother-reported temperament using the IC scale of the Early Childhood Behaviour Questionnaire (ECBQ) (Putnam et al., 2006). They worked with 81 children

(aged 2) and their mothers. The reported analysis relates IC tasks with verbal skills, brain maturity, and temperament (inhibitory control subscale).

These studies stress the importance of considering and evaluating children's individual differences —by means of their temperament as reported by their parents or main caregivers— when these differences are linked to cognitive skills such as IC. In addition, they highlight the need to gain a better understanding of the potential influence of rewards on tasks that require such skills.

Sex differences in the relationship between inhibitory control and rewards

Sex-related differences have been extensively analysed in research (Grissom & Reyes, 2019), however, the available evidence does not make it possible to determine whether boys and girls perform differently in terms of self-regulation skills. The literature suggests that sex differences cannot be straightforwardly assessed. This response is mediated by factors such as the type of tests used, age, culture, and even the skill measured. For instance, Lenés et al. (2020) compared a sample of 5-year-old children from the United States and Norway using the Head-Toes-Knees-Shoulders (HTKS) task, which measures self-regulation. After conducting a detailed comparison of the countries of residence of the participants, taking into account factors such as socioeconomic status, parents' educational level (especially that of the mother), and age of onset of child education, the authors concluded that the participants' sex significantly predicted HTKS scores in the Norwegian sample, with girls scoring significantly higher than boys. In the

US sample, even though girls scored higher than boys, the difference was not statistically significant. It should be noted that the effect of sex on self-regulation did not differ significantly between the samples.

In line with these findings, a review by Grissom and Reyes (2019) also revealed certain differences: for instance, between 8 and 10 years of age, girls are less impulsive than boys, but they also have a slower reaction time. Although these characteristics do not remain static over time, researchers have detected some small differences in the neuron circuits of both sexes and in the developmental trajectories of the EFs studied (attention, working memory, and impulse control).

The literature review conducted by Caffarena and Rojas-Barahona (2019) indicates that, even though some studies do not report differences between boys and girls (Lahat et al., 2010) others show that, in certain tasks associated with impulse inhibition, girls appear to make fewer mistakes than boys, an observation backed by neurophysiological studies that show that girls' brain activity is more focused than that of boys (Cuevas et al., 2016; Liu et al., 2015; Liu et al., 2013). This can be regarded as an indicator of neuronal maturity that is behaviourally expressed as better performance on tasks related to inhibitory control.

The present study

Based on the information presented above, the objective of this study is to evaluate the influence of temperament and sex on inhibitory control tasks with predictive and non-predictive rewards in children aged 4-5 who are part of at-risk populations. The following hypotheses are proposed: (1) inhibition in children aged 4-5 is greater in the non-predictive IC game than in the predictive IC game; (2) inhibition in girls aged 4-5 is greater than in boys in both games; and (3) temperament has an effect on the inhibition of children aged 4-5 that depends on the type of game played. The dependent variable is IC with predictive and non-predictive reward, while the independent variables are sex and temperament dimensions.

Methodology

Participants

149 children, 80 of whom were girls, aged 4 to 5 years ($M=55.6$ months of age), and their guardians were invited to participate in this study. The children attended 4 different schools that were randomly selected from the Ministry of Education (MINEDUC) database (2016) and the “JUNAEB institution” database (2017), taking into account their Index of School Vulnerability (ISV)³. Only the most vulnerable schools

³ The index of school vulnerability (índice de vulnerabilidad escolar, ive) is calculated annually by the national committee of school aid and scholarships (junta nacional de auxilio escolar y becas, junaeb). This index is calculated using household data and indicates the percentage of vulnerability of chilean schools ranging from 0 to 100%. a higher percentage indicates a higher vulnerability index.

(ISV > 75%) were included in the study. All the schools invited to participate are located in urban areas of the Metropolitan Region. Additionally, they are all municipally-administrated schools that offer the preschool education level known as Pre-Kinder/NT1 in Chile (ages 4-5). It should be noted that all the students attending these schools were invited to participate, excluding from the analyses only those not authorised by their parents or those diagnosed with a development disorder by a specialist. The participants are heterogeneously distributed among the institutions. The make-up of the full sample was as follows: school number 1, 24.8%; school number 2, 31.2%; school number 3, 19.1%; and school number 4, 24.8%.

Several meetings were held in order to explain the study to the prospective participants. First, one meeting was held with the principals and preschool coordinators, followed by another with the team of preschool teachers. In these meetings, the research project was presented and informed consents were signed. In the case of parents and guardians, an active consent was delivered, so in many cases it was necessary to provide time for reading and clarifying any doubts that the families might have had. The children also gave their assent to participate.

This project was reviewed and approved by the ethical committee of Pontificia Universidad Católica de Chile.

Instruments

Temperament

The children's temperament was measured with the very short form (VSF) of the *Children's Behavior Questionnaire* (CBQ) (Rothbart et al., 2001). A version validated and adapted for Chile was used (Caffarena et al., 2021). According to the results obtained, in Chilean samples, the CBQ works better when including 4 factors or temperament dimensions (Effortful Control, Negative Affectivity, and the Surgency factor divided into two: S1 (energy) and S2 (sociability)) (see table 1). The CBQ is a questionnaire for parents which is scored on a 7-point Likert scale (extremely untrue - extremely true).

Table 1

CBQ items (version adapted for Chile).

Item	S1	S2	EC	NA
i1 Often rushes into new situations.	■			
i2 Is full of energy, even in the evening.	■			
i3 Likes going down high slides or other adventurous activities.	■			
i4 Seems always in a big hurry to get from one place to another.	■			
i5 On swings, he likes to be pushed high and fast.	■			
i6 Sometimes turns away shyly from new acquaintances.		■		
i7 Is sometimes shy even around people s/he has known a long time.		■		
i8 Takes a long time in approaching new situations.		■		
i9 Seems to be at ease with almost any person.			■	
i10 Gets quite frustrated when prevented from doing something s/he wants to do.				■
i11 Gets angry when s/he can't find something s/he wants to play with.				■
i12 Becomes upset when loved relatives or friends are getting ready to leave following a visit.				■
i13 Is quite upset by a little cut or bruise.				■
i14 Is very difficult to soothe when s/he has become upset.				■
i15 Tends to become sad if the family's plans don't work out.				■

- i16 When angry about something, s/he tends to stay upset for ten minutes or longer.
- i17 Seems to feel depressed when unable to accomplish some task.
- i18 Is afraid of burglars or the "boogie man."
- i19 Is quickly aware of some new item in the living room.
- i20 Likes the sound of words, as in nursery rhymes.
- i21 Notices it when parents are wearing new clothing.
- i22 Likes being sung to.
- i23 Comments when a parent has changed his/her appearance.
- i24 Prepares for trips and outings by planning things s/he will need.
- i25 Is good at following instructions.
- i26 When drawing or colouring in a book, shows strong concentration
- i27 When building or putting something together, becomes very involved in what s/he is doing, and works for long periods.
- i28 Enjoys gentle rhythmic activities, such as rocking or swaying.

Tablet games

Games 1 and 2 were designed to measure IC and understand how rewards can influence task performance. The Go/No Go paradigm is commonly used to measure IC in young children (Liu et al., 2013). For this study, 80% of the elements represented the condition "GO" and 20% the condition "NO-GO". Although the literature presents a variety of recommendations with respect to how much time needs to elapse between the Go and No-Go conditions, a period of 1000ms was set for each trial.

A pilot study was conducted in a preschool with similar characteristics to those of the institutions included in the sample. First, the topic of the games was discussed with 10 children (5 boys) aged 4 to 5. Two different images were presented and the farmer with the strawberries was chosen by the children. Once the games were developed, a new group

of children were invited to use the tablet applications. Educators and parents signed a consent form allowing the children to be part of this pilot study. A total of 15 children were allowed to participate and play the games. The aim of this pilot study was to evaluate the following indicators: (1) duration of each game, (2) time of appearance of the stimuli on the screen (1000ms), (3) tiredness of the children when playing both games on the same day, and (4) quality of the application.

The evaluation of these points was satisfactory. With all the information provided by the pilot study, the final version of the games was developed.

Game 1 (IC-Predictive Reward): The purpose of the games was to collect as many strawberries as possible. To do so, the children needed to touch all the fruits that appeared on the screen, except for the strawberries, which they had to avoid touching so they would fall in the basket. Each touching action represented the condition "GO", while the inhibitory response required when a strawberry appeared represented the condition "NO-GO". In relation to the reward, the children knew—from the instructions given at the beginning of the game—that every two baskets filled with strawberries, they would receive a reward: fireworks display on the screen and the voice of the farmer saying "Well done!". The duration of the game is 4 minutes. Figure 1 shows the graphics of Game 1.

Figure 1

Images of Game 1: Inhibitory Control-Predictive Reward



Game 2 (IC-Non-Predictive Reward): The second game comprises the same elements described for game 1, but incorporates a second type of reward (Non-Predictive). A new procedure must be followed to obtain this reward. First, 1 coin is displayed every 30 seconds on one side of the screen. The child must touch this coin to make it spin. If the child gets the face of the coin with the strawberry, he/she wins two baskets full of strawberries; however, if he/she gets the blank side, he/she loses a basket obtained previously. The non-predictive reward associated with the coin was sequenced as follows: 3 successes, 1 failure, 1 success, 2 failure, 1 success, 1 failure, 1 success. This game lasts 5 minutes. Figure 2 shows the graphics of game 2.

Figure 2

Images of Game 2: Inhibitory Control-Non-Predictive Reward



Procedure

The first stage of the study consisted in proxy meetings with parents and guardians in order to present the project and its stages. The parents and guardians who decided to take part in this study were given the informed consent and the CBQ. This information was delivered at the same meeting with parents (2 schools) or through preschool educators (2 schools), some days after the parent meeting.

Games 1 and 2 were administered in the school that the children attended. The schools provided a special room to administer the games. In all cases, this room was free from external noises to prevent distractions. Only the researcher and the child being evaluated were in the room. Once there, each child received an explanation of the activity and was invited to paint an assent to confirm his/her participation.

To counterbalance the sample, Game 1 was used as the first game for one half of the participants, whereas game 2 was administered first for the other half. The children were randomly assigned to each group. It should be noted that Games 1 and 2 were administered on different days to avoid fatigue.

Results

The results were calculated using IBM SPSS Statistics, version 21. The normal distribution of the sample was tested. As this assumption could not be tested for all the variables studied, parametric and non-parametric analyses were conducted. The results

obtained display no differences; therefore, parametric analysis will be reported. Table 2 shows the descriptive analysis of the variables.

Table 2

Descriptive statistics of the variables.

	Mean	SD	Minimum	Maximum	Girls				Boys			
					Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
Game 1 (IC-P)	17.7	4.3	1	25	18.4	3.6			16.9	4.9		
Game 2 (IC-NP)	14.8	4.1	2	22	15.8	3.5			13.5	4.4		
Error 1 (IC-P)	10.9	9.4	0	67	11.0	7.8			10.9	11.0		
Error 2 (IC-NP)	13.4	9.4	1	64	12.9	8.4			13.8	10.4		
Effortful Control*	5.5	0.7	2.2	6.9	5.6	0.7	2.2	6.9	5.4	0.6	4.1	6.9
Surgency 1 (energy)*	4.8	1.0	2.2	7.0	4.2	1.2	1.3	7.0	4.1	1.2	1.5	6.5
Surgency 2 (sociability)*	4.2	1.2	1.3	7.0	4.8	1.0	2.2	7.0	4.8	0.9	2.4	7.0
Negative Affectivity*	4.6	1.0	1.6	7.0	4.6	1.1	2.0	7.0	4.6	0.9	1.6	6.8

*Note: * Sub-items of the temperament questionnaire (CBQ).*

The first analysis was conducted to determine differences in action inhibition (No Go) between Games 1 and 2. A paired-sample t-test demonstrated that there is a statistically significant difference between Game 1 ($M_1=17.73$, $SD=4.32$) and Game 2 ($M_2=14.81$, $SD=4.10$) in the sample tested ($t(148)=7.95$, $p=.001$).

Additionally, the children's mistakes were also analysed. Errors were made when children failed to touch fruits that were not strawberries. Children made fewer mistakes in Game 1 than in Game 2. There was a statistically significant difference between Errors in

Game 1 ($M_1=10.98$, $SD=9.43$) and Errors in Game 2 ($M_2=13.38$, $SD=9.38$) in the sampled children, as shown by a paired-samples t-test ($t(148) = -2.78$, $p = .006$).

A correlation analysis was then conducted to determine if sex or any temperament variables explained this difference. Results showed that sex correlates negatively with inhibition in Game 1 ($r = -.176$, $p=.032$) and Game 2 ($r = -.284$, $p=.000$). Girls performed better than boys in both games⁴.

Then, we sought to determine if child sex was relevant for the dependent variables. The linear multiple regression showed that sex in Game 1 ($r=.031$, $t=-.176$, $p=0.032$) and Game 2 ($r=.081$, $t=-0.284$, $p=0.000$) predominates over temperament variables, being statistically significant in both models (Game 1 $F(1,147)= 4.71$, $p=0.032$; Game 2 $F(1,147)= 12.94$, $p=0.000$). Because the data showed that sex is a relevant variable, we decided to perform separate analyses.

As we already know, there is a statistically significant difference between Game 1 and Game 2. Girls performed better in Game 1 ($M_1=18.44$, $SD=3.60$) than in Game 2 ($M_2=15.89$, $SD=3.50$), ($t(79) = 5.510$, $p = .001$). However, correlation analysis showed no relation between the temperament variables and the results obtained in both games. Boys also performed better in Game 1 ($M_1=16.91$, $SD=4.94$) than in Game 2 ($M_2=13.55$,

⁴ Se agregar tabla completa de correlaciones en la sección de anexos.

$SD=4.41$), ($t(79) = 5.75, p = .001$). In this case, the correlation analysis showed a negative correlation for S1 (energy) ($r = -.270, p=.025$) and a positive correlation for S2 (sociability) ($r = .252, p=.037$). Both are temperament factors relevant to the results obtained. Table 3 shows the correlation analysis conducted.

Table 3

Analysis of correlation between variables (sex-temperament in game 1 (IC-P) and game 2 (IC-NP))

	Girls				Boys			
	Effortful Control	S2 (sociability)	S1 (energy)	Negative Affectivity	Effortful Control	S2 (sociability)	S1 (energy)	Negative Affectivity
Game 1 (IC-P)	0.023	-0.092	-0.021	-0.056	-0.128	0.012	-0.183	0.173
Game 2 (IC-NP)	0.144	-0.084	-0.063	-0.130	-0.052	.252*	-.270*	0.037
Error								
Game 1 (IC-P)	0.089	0.115	0.176	-0.011	-0.152	0.168	0.003	-0.216
Error								
Game 2 (IC-NP)	0.085	0.037	0.114	-0.037	-0.067	0.078	-0.056	-0.170

Note: n girls: 80, n boys: 69

* $p < .05$.

** $p < .01$.

*** $p < .001$

A multiple linear regression was conducted to determine which temperament variables explain these differences in boys. The analysis showed that the model explains 13.8% for Game 2 ($F(2,66) = 5.26, p=0.008$) with R^2 adjusted to 0.11.

Table 4

Summary of the regression analysis of the variables that predict inhibition in boys in Game 2

Variables	B	<i>B</i>
S1 (energy)	-1.31	-0.27*
S2 (sociability)	0.95	0.25*
R ²	13.8%	
R ² (adjusted)	11.1%	
F	5.26**	

Note: n boys: 69

Note: * p < .05. ** p < .01. *** p < .001

The analyses performed indicate that boys' temperament, characterised by more sociability results in better performance in the inhibitory control game with a non-predictive reward. Additionally, boys whose temperament is characterised by a high energy level results in poorer performance in the same task.

Discussion

This study sought to evaluate the influence of temperament and sex on inhibitory control tasks with predictive and non-predictive rewards in socially at-risk children aged 4 to 5 years. In this study, children played on two tablet apps designed as an inhibitory control game that included two different types of reward (predictive and non-predictive). For their part, parents answered a questionnaire that allowed us to characterise children's temperament, thus highlighting some individual differences between boys and girls. In general, we found that (1) inhibition in boys and girls was higher in the predictive game

than in the non-predictive game, (2) girls' inhibition was higher than boys' inhibition in both games, and (3) temperament influenced inhibition but only in the non-predictive game.

In the following paragraphs, we discuss these results in more detail.

The impact of predictive and non-predictive rewards on inhibitory control tasks

Based on information provided by previous studies, it was hypothesised that the inhibitory response of children in a game with a non-predictive reward would be greater than that observed in a game with a predictive reward; however, our data indicate a different outcome. Both boys and girls performed better in Game 1 (IC-PR) than in Game 2 (IC-NPR).

Although there is limited information about the link between IC and Reward at this age, this study specifies that boys and girls respond differently in response to the two types of reward employed. Most studies have focused on older age groups. For instance, Padmanabhan et al. (2011) and Strang and Pollak (2014) show that the inclusion of rewards can foster the development of inhibitory control in children, however, as reward types are not differentiated, it is not possible to establish comparisons with our study. Given the characteristics of our study, Tarullo et al. (2018) offer a better point of reference, since these authors examined boys and girls from a similar age group (3.5 to 4.5 years). They state that, when rewards linked to emotional feedback are provided,

children's performance improves, especially in terms of inhibitory response accuracy. The reward model used by Tarullo and colleagues (2018) resembles the predictive reward model used in our study, since they gave children emotional feedback and a reward after completing the task. Although this is comparable to our Game 1 (IC-RP), the authors use a different paradigm: the IC tasks in our study follow the Go/No Go paradigm, whereas Tarullo and colleagues use the DDCS.

The results of Games 1 (IC-PR) and 2 (IC-NPR) reveal a significant performance difference; that is, the inhibitory process differs depending on the type of reward provided. Although we had hypothesised that the non-predictive reward would result in better performance on the IC task, our results indicated otherwise. At ages 4-5, the children performed better on Game 1 (IC-PR). However, this finding may have at least two explanations. First, child development. Some studies have shown that the adolescent brain is more sensitive to rewards than that of children or adults; thus, adolescents tend to take more risks in their reward-related decisions (Casey et al., 2015; Cassotti et al., 2011; Somerville et al., 2010; Zhuang et al., 2017). That is, one of the reasons that might explain this difference is the age group studied (4-5 years of age), since the association appears to be clearer in older subjects. Given the lack of studies on reward predictability in small children, it is difficult to establish comparisons with our findings. Second, it may also be argued that the predictability of the reward may have caused the children to feel safe, leading to more assertiveness in their responses. It is worth mentioning that predictive rewards—which are provided at times known to the subjects, and as a result of a procedure

known to them— are the most commonly used and the most familiar to children. This might be why they were associated with better performances than the non-predictive tasks.

Despite the design difference mentioned above, both Tarullo et al. (2018) and our study indicate that rewards have an impact on small children's performance on IC-related tasks. Specifically, both studies indicate that, when rewards are delivered constantly and offer feedback on the participants' performance, responses become more accurate, which is in line with the results of Game 1. In consequence, given the lack of research on the behaviour of children this age in response to the condition proposed in Game 2 (non-predictive reward), the results obtained in this study are exploratory. More research must be conducted on the potentially differential effect of each reward strategy on some behaviours of small children.

The impact of sex differences on inhibitory control

Our second hypothesis was that girls would surpass boys in terms of IC performance. The results obtained indicate that girls performed significantly better on both Game 1 (IC-PR) and 2 (IC-NPR).

Although there is still no clarity as to why sex differences emerge on EF tasks, especially those associated with IC, the literature offers some pointers. For instance, Grissom and Reyes (2019) and Lenes et al. (2020) allude to variables such as environments, parenting, interactions, and even the types of tests administered. Likewise,

Woldarsky and colleagues (2019) compared a sample of children from Chile and the USA with their respective mothers. The authors describe differences in maternal sensitivity towards boys and girls in both countries, with the needs and emotions of the latter being met with a more understanding attitude, which might foster their self-regulation skills. Also, for Lenes et al. (2020), the fact that girls performed better than boys on the HTKS task—in a Norwegian sample— can be explained by environmental factors such as less structured learning settings and the play styles chosen by girls. Amicarelli and colleagues (2018) complement this idea by noting that boys' IC is more influenced by positive parenting than that of girls; that is, parenting style is associated with the level of IC expressed behaviourally.

From a neuropsychological perspective, Cuevas and colleagues (2016) explored the sex differences observed in some studies. The authors note that, despite the absence of significant sex differences at age 4, some neurophysiological differences can be observed, with boys displaying electrical signals that appear to be less focused than those of girls. Although our study does not explore sex differences at this level, our results are strengthened by the evidence presented by Cuevas et al. (2016).

The aforementioned studies indicate that parenting styles—either due to interactions among fathers, mothers, and their children or as a result of the type of environment promoted— may cause boys' and girls' development to differ in terms of self-regulation skills.

In our study, these findings were not explained by the temperament variables reported by the children's parents, which might indicate that both parenting and the environment (Amicarelli et al., 2018; Lenes et al., 2020), together with neurological maturity (Cuevas et al., 2016), can contribute to this difference between boys and girls. Research conducted in Chile on sex differences reveals that gender stereotypes have effects from a very early age (Cortázar, 2015; del Río et al., 2019; Woldarsky et al., 2019).

The impact of temperament on inhibitory control

Several studies have revealed an association from an early age between executive function performance, including inhibitory control, and temperament (Fishburn et al., 2019; Scheper et al., 2017; Wolfe & Bell, 2004, 2007b).

In our study, we proposed that the effect of temperament on children's inhibition depends on the type of game played. To test this hypothesis, we asked the children's parents or main caregivers to answer the CBQ Rothbart and colleagues (2001). Our temperament measurements revealed that, of the four temperament groups or dimensions (EC, NA, Su: S1 and S2), the two groups derived from the Surgency dimension (S1 [energy] and S2 [sociability]) partly explain the results of Game 2, and only for boys. This means that the boys whose parents or main caregivers report (1) a higher energy level (*boys who appear to be in a rush to go from one place to another, tend to have a lot of energy even at night, and enjoy new situations or risky activities*) perform more poorly on the inhibitory control task with a non-predictive reward than those with a lower energy level and (2) more sociability (*boys who join in new activities, connect with others easily,*

and do not appear shy) perform better on the inhibitory control task with a non-predictive reward than those who are less sociable.

Our study contributes to the literature by noting that temperamental aspects related to sociability and energy level partly explain boys' performance on inhibitory response tasks when a non-predictive reward is offered. This might be explained by the nature of non-predictive rewards, which for Howard-Jones and Demetriou (2009) y Schultz and Dickinson (2000) foster motivation while performing a task by increasing subjects' dopamine level. In other words, it can be posited that boys who are more sociable and have a lower energy level benefit more from non-predictive rewards versus predictive ones for tasks that involve IC.

An alternative explanation can be suggested from a neurophysiological perspective. Wolfe and Bell (2014) note that shyness, also linked to the surgency dimension of the CBQ, is expressed differently in 4-year-old children. Those who perform poorly on the tasks evaluated (day-night task, stroop-like task) have an asymmetrical electrical signal (EEG) depending on whether they have been characterised as shy or non-shy. More specifically, unlike non-shy peers, shy children display an increase in the medial frontal electrical signal relative to the baseline. This result can be explained by the stress caused by cognitively demanding tasks or by these children's social situation. Likewise, Buss et al. (2011) who studied children aged 4-8 years through a behavioural evaluation, a neurophysiological evaluation, and a parental report on child behaviour—

mention that low reported surgency may be an indicator of avoidant behaviour and shyness. This is linked to the amplitude of N2, which refers to the degree of cognitive control resources for solving conflicts or inhibiting responses. Given on the findings reported by these authors, which indicate that shyness or low surgency are associated with poorer performance on inhibition tasks, our study represents a contribution, since the inhibitory performance of more sociable boys is better when a non-predictive reward was incorporated.

Educational implications

The main findings reported in this study indicate that the boys and girls evaluated displayed a different level of inhibition when presented with a predictive and a non-predictive reward, with both sexes performing better in the former case. The fact that girls performed better in both tasks would suggest that the use of different types of rewards might have different effects on the inhibitory behaviour of boys and girls. Also, in the case of boys, some temperament characteristics associated with the Surgency dimension, specifically energy level and sociability, explain the association between inhibitory behaviour and the non-predictive reward. These findings can have major implications for the educational field, since they shed light on how rewards—which are commonly used in early childhood— and individual temperament-related differences can strengthen inhibitory skills, which are a known requirement for better learning outcomes. In conceptual terms, rewards operate as a motivational element that encourages the completion of a goal, which means that it is essential to understand them before making

decisions on their implementation. The results obtained indicate that predictive rewards are a concrete element that may foster inhibition in small children; thus, their purposive incorporation in the design of pedagogical initiatives aimed at developing inhibition can have a beneficial influence on performance.

Nevertheless, our study also reveals that performance might be increased through the use of non-predictive rewards with certain temperament types, especially in boys. The literature review conducted by Palmer (2017) connects the proposal of Berridge et al. (2009) with educational elements, noting that educational constructs should incorporate “liking” and “wanting” theory to foster learners' motivation. “Liking” is associated with a pleasurable experience that leads to “wanting”, which promotes curiosity in order to obtain that which is desired. From this perspective, it can be argued that, in early childhood and for certain temperament types, this desire can be promoted through non-predictive reward strategies for children who are less sociable and have a lower energy level. The fact that these rewards operate as ludic elements can increase children's motivation to attain a goal, in this case, one linked to inhibitory response. Overall, these findings indicate that it is necessary to use rewards in a targeted manner: first, we should consider individual differences linked to children's temperament, diagnosing which children might benefit from the use of non-predictive rewards; second, we should advocate for the purposive utilisation of these resources so that they can operate as ludic or motivational elements in specific tasks.

Limitations

Although this study adds novel elements to the variables analysed, some limitations must be pointed out. For instance, a more detailed demographic evaluation that included parenting factors would have made it possible to understand sex differences more clearly. Also, this study focused on a single executive function, isolating the complementary effects that result from the interplay between IC and other EFs such as attention and working memory.

Future research should examine reward types and their use more closely; that is, new studies should be conducted to yield a clearer understanding of how rewards influence IC depending on temperament variables at different ages, especially in early childhood, which has received limited scholarly attention.

References

- Amicarelli, A. R., Kotelnikova, Y., Smith, H. J., Kryski, K. R., & Hayden, E. P. (2018). Parenting differentially influences the development of boys' and girls' inhibitory control. *British Journal of Developmental Psychology*, *36*(3), 371–383. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12220>
- Aron, A. R. (2011). From reactive to proactive and selective control: Developing a richer model for stopping inappropriate responses. *Biological psychiatry*, *69*(12), e55–e68. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.07.024>
- Berridge, K. C., Robinson, T. E., & Aldridge, J. W. (2009). Dissecting components of reward: 'Liking', 'wanting', and learning. *Current Opinion in Pharmacology*, *9*(1), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2008.12.014>
- Blair, C. (2016). Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.009>

- Blair, C., & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Brass, M., & Haggard, P. (2007). To do or not to do: The neural signature of self-control. *The Journal of Neuroscience, 27*(34), 9141–9145. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0924-07.2007>
- Buss, K. A., Dennis, T. A., Brooker, R. J., & Sippel, L. M. (2011). An ERP study of conflict monitoring in 4–8-year old children: Associations with temperament. *Developmental Cognitive Neuroscience, 1*(2), 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2010.12.003>
- Caffarena Barcenilla, C., Lira Luttgés, B., Rojas-Barahona, C. A., & Campos, A. L. (2021). Psychometric analysis of the Children’s Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01871-9>
- Caffarena Barcenilla, C. y Rojas-Barahona, C. (2019). La autorregulación en la primera infancia: Avances desde la investigación. *Revista Ecuatoriana de Neurología, 28*(2), 37–49.
- Calkins, S. D. (1994). Origins and outcomes of individual differences in emotion regulation. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 59*(2–3), 53–72. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.1994.tb01277.x>
- Casey, B., Galván, A., & Somerville, L. H. (2015). Beyond simple models of adolescence to an integrated circuit-based account: A commentary. *Developmental Cognitive Neuroscience, 17*, 128–130. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.006>
- Cassotti, M., Houdé, O., & Moutier, S. (2011). Developmental changes of win-stay and loss-shift strategies in decision making. *Child Neuropsychology, 17*(4), 400–411. <https://doi.org/10.1080/09297049.2010.547463>
- Cortázar, A. (2015). Long-term effects of public early childhood education on academic achievement in Chile. *Early Childhood Research Quarterly, 32*, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.01.003>
- Cuevas, K., Calkins, S. D., & Bell, M. A. (2016). To stroop or not to stroop: Sex-related differences in brain-behavior associations during early childhood. *Psychophysiology, 53*(1), 30–40. <https://doi.org/10.1111/psyp.12464>
- Cuevas, K., Hubble, M., & Bell, M. A. (2012). Early childhood predictors of post-kindergarten executive function: Behavior, parent report, and psychophysiology. *Early Education and Development, 23*(1), 59–73. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.611441>
- del Río, M. F., Strasser, K., Cvencek, D., Susperreguy, M. I., & Meltzoff, A. N. (2019). Chilean kindergarten children’s beliefs about mathematics: Family matters. *Developmental Psychology, 55*(4), 687–702. <https://doi.org/10.1037/dev0000658>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Fishburn, F. A., Hlutkowsky, C. O., Bemis, L. M., Huppert, T. J., Wakschlag, L. S., & Perlman, S. B. (2019). Irritability uniquely predicts prefrontal cortex activation during preschool inhibitory control among all temperament domains: A LASSO approach. *Neuroimage*, *184*, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.09.023>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, *86*, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- Grissom, N. M., & Reyes, T. M. (2019). Let’s call the whole thing off: Evaluating gender and sex differences in executive function. *Neuropsychopharmacology*, *44*(1), 86–96. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0179-5>
- Hidi, S. (2016). Revisiting the role of rewards in motivation and learning: Implications of neuroscientific research. *Educational Psychology Review*, *28*(1), 61–93. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9307-5>
- Howard-Jones, P. A., & Demetriou, S. (2009). Uncertainty and engagement with learning games. *Instructional Science*, *37*(6), 519–536. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9073-6>
- Howard-Jones, P. A., & Jay, T. (2016). Reward, learning and games. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.015>
- Jiang, Q., He, D., Guan, W., & He, X. (2016). “Happy goat says”: The effect of a food selection inhibitory control training game of children’s response inhibition on eating behavior. *Appetite*, *107*, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.07.030>
- Lahat, A., Todd, R. M., Mahy, C. E. V., Lau, K., & Zelazo, P. D. (2010). Neurophysiological correlates of executive function: A comparison of European-Canadian and Chinese-Canadian 5-year-old children. *Frontiers in Human Neuroscience*, *3*, 72. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.072.2009>
- Lenes, R., Gonzales, C. R., Størksen, I., & McClelland, M. M. (2020). Children’s Self-Regulation in Norway and the United States: The Role of Mother’s Education and Child Gender Across Cultural Contexts. *Frontiers in Psychology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566208>
- Liu, Q., Zhu, X., Ziegler, A., & Shi, J. (2015). The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Scientific Reports*, *5*, 14200. <https://doi.org/10.1038/srep14200>
- Liu, T., Xiao, T., & Shi, J. (2013). Response inhibition, preattentive processing, and sex difference in young children: An event-related potential study. *Neuroreport*, *24*(3), 126–130. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835d846b>
- McClelland, C. (2012). Self-regulation in early childhood: improving conceptual clarity and developing ecologically valid measures. *Child Development Perspectives*, *6*(2), 136–142. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00191.x>

- McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2011). Self-regulation and academic achievement in elementary school children. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2011(133), 29–44. <https://doi.org/10.1002/cd.302>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., & Ross, S. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698.
- Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2011). The role of inhibitory control in behavioral and physiological expressions of toddler executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 593–606. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.07.003>
- O’Doherty, J. P., Cockburn, J., & Pauli, W. M. (2017). Learning, reward, and decision making. *Annual Review of Psychology*, 68, 73–100.
- Olson, S. L., Lopez-Duran, N., Lunkenheimer, E. S., Chang, H., & Sameroff, A. J. (2011). Individual differences in the development of early peer aggression: Integrating contributions of self-regulation, theory of mind, and parenting. *Development and psychopathology*, 23(1), 253–266. <https://doi.org/10.1017/S0954579410000775>
- Ozcelik, E., Cagiltay, N. E., & Ozcelik, N. S. (2013). The effect of uncertainty on learning in game-like environments. *Computers & Education*, 67, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.009>
- Padmanabhan, A., Geier, C. F., Ordaz, S. J., Teslovich, T., & Luna, B. (2011). Developmental changes in brain function underlying the influence of reward processing on inhibitory control. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(4), 517–529. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.06.004>
- Palmer, D. (2017). Wanting and liking: Components of situated motivation constructs? *Mind, Brain, and Education*, 11(3), 99–108. <https://doi.org/10.1111/mbe.12141>
- Putnam, S. P., Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2006). Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The Early Childhood Behavior Questionnaire. *Infant Behavior and Development*, 29(3), 386–401.
- Rojas-Barahona, C. (2017). *Funciones ejecutivas y educación. Comprendiendo habilidades clave para el aprendizaje*. Santiago, Chile: Ediciones UC.
- Rothbart, M. K. (2007). Temperament, development, and personality. *Current Directions in Psychological Science*, 16(4), 207–212.
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of temperament at three to seven years: The Children’s Behavior Questionnaire. *Child Development*, 72(5), 1394–1408. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00355>
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., & Evans, D. E. (2000). Temperament and personality: Origins and outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(1), 122–135. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.78.1.122>

- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2007). Temperament. En N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner, & (Eds.), *Handbook of Child Psychology*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0303>
- Scheper, F. Y., Majdandžić, M., van de Ven, P. M., Jansen, L. M. C., Doreleijers, T. A. H., Schuengel, C., & de Vries, A. L. C. (2017). Temperament traits and psychopathology in young clinically referred children compared to a general population sample. *Child Psychiatry & Human Development*, *48*(6), 841–850. <https://doi.org/10.1007/s10578-016-0708-6>
- Schultz, W., & Dickinson, A. (2000). Neuronal coding of prediction errors. *Annual Review of Neuroscience*, *23*(1), 473–500.
- Somerville, L. H., Jones, R. M., & Casey, B. J. (2010). A time of change: Behavioral and neural correlates of adolescent sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. *Brain and Cognition*, *72*(1), 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.07.003>
- Strang, N. M., & Pollak, S. D. (2014). Developmental continuity in reward-related enhancement of cognitive control. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *10*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.07.005>
- Swingler, M. M., Willoughby, M. T., & Calkins, S. D. (2011). EEG power and coherence during preschoolers' performance of an executive function battery. *Developmental Psychobiology*, *53*(8), 771–784. <https://doi.org/10.1002/dev.20588>
- Tanaka, S. C., Samejima, K., Okada, G., Ueda, K., Okamoto, Y., Yamawaki, S., & Doya, K. (2006). Brain mechanism of reward prediction under predictable and unpredictable environmental dynamics. *Neural Networks*, *19*(8), 1233–1241. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.05.039>
- Tarullo, A. R., Nayak, S., St John, A. M., & Doan, S. N. (2018). Performance Effects of Reward-Related Feedback on the Dimensional Change Card Sort Task. *Journal of Genetic Psychology*, *179*(4), 171–175. <https://doi.org/10.1080/00221325.2018.1466264>
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Nutley, S. B., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, *12*(1), 106–113. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>
- Viviani, R., Dommes, L., Bosch, J., Steffens, M., Paul, A., Schneider, K. L., Stingl, J. C., & Beschoner, P. (2020). Signals of anticipation of reward and of mean reward rates in the human brain. *Scientific Reports*, *10*(1), 4287. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61257-y>
- Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2013). *Handbook of self-regulation, second edition: Research, theory, and applications*. Guilford Press.
- Volckaert, A. M. S., & Noel, M.-P. (2015). Training executive function in preschoolers reduce externalizing behaviors. *Trends in Neuroscience and Education*, *4*(1–2), 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.Line2015.02.001>

- Watson, A. J., & Bell, M. A. (2013). Individual Differences in Inhibitory Control Skills at Three Years of Age. *Developmental Neuropsychology*, 38(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/87565641.2012.718818>
- Woldarsky, V., Urzúa, C., Farkas, C., & Vallotton, C. D. (2019). Differences in Chilean and USA mothers' sensitivity considering child gender and temperament. *Journal of Child and Family Studies*, 28(7), 1937–1947. <https://doi.org/10.1007/s10826-019-01419-3>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2004). Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Developmental Psychobiology*, 44(1), 68–83. <https://doi.org/10.1002/dev.10152>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2007). Sources of variability in working memory in early childhood: A consideration of age, temperament, language, and brain electrical activity. *Cognitive Development*, 22(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.08.007>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2014). Brain electrical activity of shy and non-shy preschool-aged children during executive function tasks. *Infant and Child Development*, 23(3), 259–272. <https://doi.org/10.1002/icd.1858>
- Zhuang, Y., Feng, W., & Liao, Y. (2017). Want more? Learn less: Motivation affects adolescents learning from negative feedback. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00076>

IV. ESTUDIO EMPÍRICO PARTE 2 – OBJETIVO ESPECÍFICO 2

El objetivo general de este estudio es *“evaluar el efecto conductual y neurofisiológico de las estrategias de Recompensa Predictiva y No Predictiva ofrecidas en un juego, el Temperamento y el Sexo, en el desarrollo del Control Inhibitorio en niños de 4 a 5 años”*.

Para el objetivo específico 1 se presentó el tercer artículo donde se exploró conductualmente las variables de estudio. A continuación, se presenta el segundo estudio empírico que considera una investigación a nivel neurofisiológico para indagar posibles diferencias en los juegos de CI según los tipos de recompensas utilizados, el sexo y el temperamento. El objetivo de este segundo estudio es *“comparar los correlatos neuronales del control inhibitorio entre un juego con recompensa predictiva y otro con recompensa no predictiva, relacionándolos con el temperamento y el sexo de niños y niñas de entre 4 y 5 años”*.

Los antecedentes mencionados en el marco teórico y empírico señalan que es posible encontrar diferencias en el desempeño de ciertas tareas de acuerdo con el tipo de recompensa utilizado. Particularmente, se señala que en presencia de las recompensas no-predictivas aumenta la motivación y el desempeño mejora, teniendo un impacto positivo en el aprendizaje (Howard-Jones & Demetriou, 2009). Esta motivación se vincula con una sensación de placer producto de la liberación de dopamina, la que aumentaría frente a situaciones inesperadas de recompensa, favoreciendo el interés por alcanzar la meta deseada (Schultz y Dickinson, 2000). En términos electrofisiológico, la dopamina puede ser registrada a través de la señal Variación Contingente Negativa (CNV) (Linssen et al., 2011), proporcionando información sobre las variaciones que podrían surgir producto de la recompensa entregada. Sumado a lo anterior, los videojuegos proporcionan experiencias placenteras (Koepp et al., 1998) lo que podría aumentar las posibilidades de que un comportamiento determinado, se vuelva a repetir. Tomando en consideración la propuesta de O’Doherty et al. (2017) la posibilidad de elegir o tomar decisiones en el

contexto de las recompensas también es un aspecto relevante puesto que elegir bien permite obtener mayores beneficios en función de la meta deseada.

Desde los avances en el campo de las neurociencias cognitivas, existe evidencia de la relación entre CI y Recompensa señalando que en presencia de una recompensa, existe una mayor inhibición de las respuestas impulsivas mejorando la precisión. Los estudios realizados en esta temática muestran esta relación en niños y niñas mayores (Padmanabhan et al., 2011; Strang & Pollak, 2014), sin embargo, los efectos de la predictibilidad de la recompensa en el CI han sido escasamente evaluados en niños de primera infancia, por lo que no es posible establecer con claridad si efectivamente existen diferencias a nivel neurofisiológico.

Todos estos antecedentes nos llevan a proponer las siguientes hipótesis de investigación:

(1) *“Existen diferencias en la activación de los circuitos neuronales de control inhibitorio de los niños y niñas de 4 a 5 años, en presencia de recompensa no predictiva y predictiva”.*

(2) *Hay diferencias en el correlato neuronal de Control Inhibitorio de acuerdo con el temperamento, en los niños y niñas de 4 a 5 años”.*

Metodología

Participantes:

Los participantes de este estudio corresponden a una submuestra del estudio 1 (N=149). Si bien las características de los participantes se han descrito con detalle en el capítulo III, se señala que se invitó a 32 participantes seleccionados aleatoriamente de la muestra total, 22 de ellos accedieron a participar resultando una muestra real de 16 niños y niñas. La exclusión de los 6 participantes se debe a que algunos niños y niñas (3) no dieron su

consentimiento en el momento de jugar en el laboratorio y a que algunos datos no fueron analizados por ruido de la señal o porque el estudio quedó incompleto (3).

Materiales:

JUEGO 1 y JUEGO 2: Los juegos fueron diseñados en el programa PSYCHOPY 3 y mantienen las características del diseño realizado para la aplicación de Tablet (ver capítulo II, pág. 29 y 30). La única diferencia es que toda la información se concentra en el centro de la pantalla ya que esto favorece el registro electroencefalográfico, al evitar los movimientos oculares o faciales. Se realizó un estudio piloto con dos niños de 5 años para probar los siguientes elementos: (1) Manejo del tiempo mientras se instala la gorra del EEG, (2) duración de cada aplicación de juego, (3) estabilidad de la aplicación y (4) tiempo total en el laboratorio. La información proporcionada por este piloto permitió mejorar aspectos del diseño, tales como (1) tener elementos de juego mientras se instala la gorra (un cuento, plasticina o naipes), (2) mantener al adulto significativo cerca para favorecer el confort emocional del participante y (3) separar los trials de cada juego en 4 bloques de 5 minutos en vez de lo inicialmente planificado que era 1 bloque de 10 minutos para cada juego. Cabe mencionar, que la medición electroencefalográfica requiere más trials que la evaluación conductual para obtener un registro adecuado ya que durante los análisis es necesario eliminar muchos trials porque aparecen ruidos en la señal, normalmente vinculados al movimiento corporal. En consideración a que 10 minutos de juego fue complejo de seguir para los niños del piloto, es que se decidió separar en 4 bloques de 5 minutos

CUESTIONARIO TEMPERAMENTO: Para esta variable, se utilizó la versión validada en una muestra chilena (Caffarena et al. 2021) del cuestionario de temperamento infantil *Child Behaviour Questionnaire* (CBQ) (Rothbart et al., 2001). Los detalles del instrumento y del análisis psicométrico realizado se encuentran en el capítulo III y en el segundo artículo del capítulo IV, respectivamente.

MEDICIÓN ELECTROENCEFALOGRAFICA: El registro se realizó con un EEG de 32 electrodos activos de Ag-AgCl -montados en una tapa elástica según el Sistema Internacional 10-20 ampliado- utilizando el sistema Biosemi ActiveTwo (Biosemi, Ámsterdam, Países Bajos).

Procedimiento

Luego de la selección aleatoria de los participantes, se contactó individualmente a las familias de los niños y niñas participantes. Una vez en el laboratorio, se explicó a cada participante y cuidador principal cuál era el procedimiento que íbamos a desarrollar. Los niños estuvieron 60 minutos en total. Los primeros 20 minutos fueron para instalar la gorra y electrodos, mientras los niños leyeron algunos cuentos o jugaron con plasticina y naipes. Esto se realizó para favorecer la entretención y también para generar un vínculo con los investigadores. Luego fue el momento de jugar en el computador, intercalando las dos versiones del juego, es decir, juego 1-juego 2-juego 1- juego 2 o bien juego 2- juego 1-juego 2- juego 1. En total, jugaron 4 veces, dos veces en cada condición, contrabalanceando la muestra. Se explicó paso a paso cada instrucción y se respondieron preguntas en caso de haberlas. Entre cada juego (5 min aprox.) se realizó una breve pausa jugando con un juego de naipes de animales El adulto a cargo del menor fue el encargado de estar al lado del niño y animarlo a completar la tarea, siempre que fuera necesario. Al finalizar la tarea, cada niño y niña recibió su colación, en tanto que el adulto a cargo, recibió el dinero por transporte prometido en el consentimiento informado.

Figura 4.3

Imágenes del estudio piloto EEG



Resultados

1. Registro y análisis del EEG.

Se adquirió un registro continuo de EEG a partir de 32 electrodos activos de Ag-AgCl - montados en una tapa elástica según el Sistema Internacional 10-20 ampliado- utilizando el sistema Biosemi ActiveTwo (Biosemi, Ámsterdam, Países Bajos). Además, se registraron los mastoides izquierdo y derecho para utilizarlos como electrodos de referencia en los análisis fuera de línea. Durante el registro, las impedancias se mantuvieron por debajo de 20k Ω . Los datos continuos se registraron a una frecuencia de muestreo de 2048 hz y se almacenaron fuera de línea para su posterior análisis.

Los datos fueron pre-procesados y analizados con MATLAB (MathWorks, Inc., Natick, MA) utilizando la caja de herramientas EEGLAB (versión 14.1.1) (Delorme y Makeig, 2004) y ERPLAB (versión 6.1.3) (López-Calderón y Luck, 2014). Para cada sujeto, se concatenaron los dos bloques del paradigma Go-NoGo. A continuación, los datos se remuestrearon a 512 hz, se filtraron en paso de banda utilizando un filtro Butterworth (cortes de media amplitud a 0,1 y 40 hz, roll-off de 12 dB/octava) y se volvieron a referenciar a la media de los mastoides izquierdo y derecho.

1.1 Pre-procesamiento y análisis de los potenciales evocados.

Para calcular los PEI, los datos continuos se dividieron en segmentos de 1000 ms (200 ms antes y 800 ms después del inicio del estímulo visual). Los segmentos de EEG se inspeccionaron visualmente para identificar y eliminar los canales defectuosos y los artefactos de actividad muscular. Además, se identificaron los parpadeos y los artefactos de los movimientos oculares y se eliminaron manualmente mediante el análisis de componentes independientes (ICA) (Delorme y Makeig, 2004; Jung et al., 2000). Tras el ICA, los canales eliminados se interpolaron mediante interpolación esférica-spline, tal y como se implementó en EEGLAB. Los artefactos restantes se rechazaron automáticamente utilizando el algoritmo de pico a pico en movimiento (López-Calderón y Luck, 2014) (con un umbral de voltaje de ± 100 mV, ventanas móviles de ancho completo de 200 ms y paso de ventana de 50 ms) en épocas de -200 a 800 ms en relación con el inicio del estímulo visual. La ventana pre-estímulo de 200 ms se utilizó para corregir la actividad de la línea de base en cada ensayo. El efecto ERP Go-NoGo se calculó como la diferencia entre los ERPs provocados por el estímulo visual Go y NoGo. Además, el efecto CNV se calculó en las épocas de -200 a 800 ms en relación con el inicio del estímulo visual.

1.2 Región de interés.

Para identificar con mayor precisión el efecto Go-NoGo y la predictibilidad de la recompensa en áreas relacionadas con el procesamiento cognitivo, se realizó un análisis estadístico basado en regiones de interés (ROI). Cada ROI fue el promedio de tres electrodos alineados con el eje z: electrodos frontales (ROI: F3, Fz, F4), centrales (ROI: C3, Cz, y C4) y posteriores (ROI: P3, Pz, y P4). Esta decisión se basó en los trabajos de otros investigadores que implementaron la tarea Go-NoGo en niños (Ciesielski et al., 2004; Liu et al., 2015; Liu et al., 2013) Se utilizó el punto de máxima amplitud de cuatro ventanas temporales (100-200 ms, 200-300 ms, 300-400 ms y 600-700 ms) relacionadas con N1, P2, N2 y P3b para definir las ventanas de análisis temporales. A partir del pick

de amplitud se definieron ventanas de análisis (± 10 ms) para cada componente. Además, se calculó la amplitud de la CNV en una ventana temporal (400-500 ms).

2. Análisis estadísticos.

2.1 Región de interés.

Para cada ROI, se calculó la media de la amplitud de los componentes específicos de la condición Go y NoGo. Ventana de tiempo de cada componente analizado: N1 (164 ± 10 ms), P2 (286 ± 10 ms), N2 (377 ± 10 ms) y P3b (648 ± 10 ms). Se tomó un ANOVA de dos vías con medidas repetidas (factor Go-NoGo x Predictibilidad, RP vs R-NP) para los análisis estadísticos con un valor alfa de $P < 0,05$ como nivel de diferencia significativa. Se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Sidak como prueba post hoc.

Además, se comparó la amplitud de la CNV para todo el grupo y también entre mujeres y hombres en la ROI central (ventanas de tiempo de 400-500 ms). Se utilizó la prueba de Wilcoxon para los análisis estadísticos con un valor alfa de $P < 0,05$ como nivel de diferencia significativa.

3. Resultados Electrofisiológicos

En el ROI frontal, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 23,14$ $P = 0,0002$ en N1. En la región central, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 23,14$ $P = 0,0002$ en N1. La prueba de comparaciones múltiples de Sidak muestra que la predictibilidad (CI-RP) aumenta la amplitud de N1 en la condición NoGo (media \pm D.S., P: $-10,89 \pm 3,532$; NP: $-9,428 \pm 0,6261$ $P < 0,05$). El ANOVA de dos vías de la ROI posterior con medidas repetidas muestra el efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 44,31$ $P < 0,0001$ en N1.

En el ROI frontal, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 16,64$ $P = 0,0010$ en P2. En la región central, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 14,23$ $P = 0,0018$ en P2. El ANOVA de dos vías con medidas repetidas en la región posterior muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 12,10$ $P = 0,0034$ en P2.

En el ROI frontal, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 9,047$ $P = 0,0088$ en N2. En la región central, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 35,93$ $P < 0,0001$ en N2. El ANOVA de dos vías con medidas repetidas en la región posterior muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 11,47$ $P = 0,0041$ en N2.

En el ROI central, el ANOVA de dos vías con medidas repetidas muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 9,888$ $P = 0,0067$ en P3. El ANOVA de dos vías con medidas repetidas en la región posterior muestra un efecto Go-NoGo $F(1, 15) = 43,02$ $P < 0,0001$ en P3.

No se encontró el efecto de las dos condiciones de recompensa exploradas (Predictiva y No Predictiva) sobre el control inhibitorio.

La tabla 4.1 resume los resultados obtenidos a través de los análisis de ANOVA realizados y que resultan tener un efecto significativo, lo que en este caso se da en las condiciones de Go y No-Go estudiadas.

Tabla 4.1

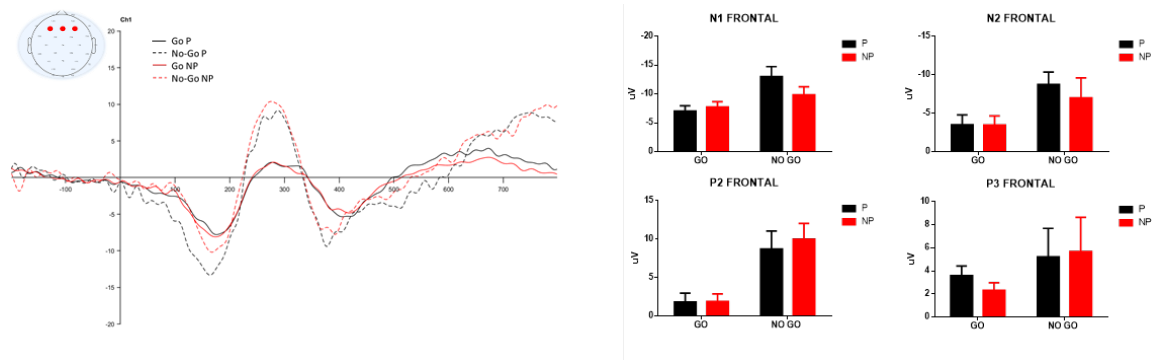
Tabla resumen ANOVA 2 vías con medidas repetidas (Go vs No-Go)

ROI	ANOVA	Efecto Go-No Go
N1 frontal	F (1, 15) = 23,1	p = 0,0002
N1 central	F (1, 15) = 14,01	p = 0,0020
N1 posterior	F (1, 15) = 44,31	p < 0,0001
P2 frontal	F (1, 15) = 16,64	p = 0,0010
P2 central	F (1, 15) = 14,23	p = 0,0018
P2 posterior	F (1, 15) = 12,10	p = 0,0034
N2 frontal	F (1, 15) = 9,047	p = 0,0088
N2 central	F (1, 15) = 35,93	p < 0,0001
N2 posterior	F (1, 15) = 11,47	p = 0,0041
P3 frontal	F (1, 15) = 1,063	p = 0,3189
P3 central	F (1, 15) = 9,888	p = 0,0067
P3 posterior	F (1, 15) = 43,02	p < 0,0001

Las siguientes figuras representan los resultados de los ERPs teniendo en cuenta cada ROI, Go/No-Go y Recompensa Predictiva y No Predictiva (Figuras 4.4, 4.5 y 4.6).

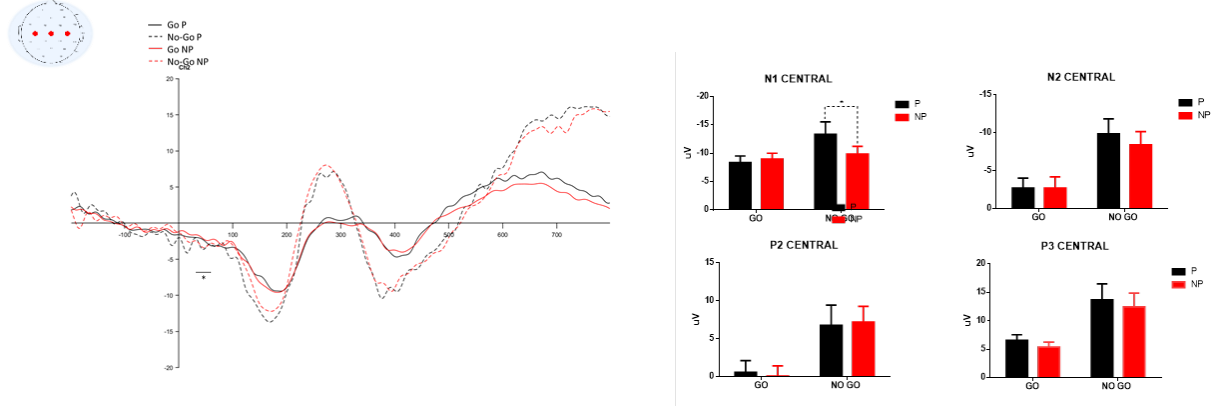
Figura 4.4

ERPs de un electrodo representativo (ROI frontal)



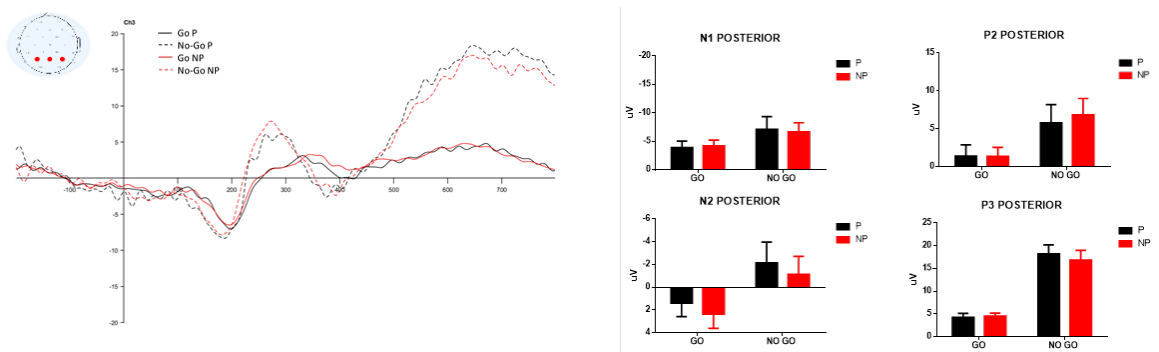
(a) Onda ERP obtenida en la tarea Go-NoGo. La línea continua representa la condición GO y la línea discontinua representa la condición No-GO, la línea negra representa la predictibilidad y la línea roja representa la condición de no-predictibilidad. (b) Cuantificación del promedio de la amplitud de los componentes N1,P2,N2 y P3, . Las barras de error \pm S.E.M. y los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas (*: p<0,05).

Figura 4.5
ERPs de un electrodo representativo (ROI central)



a) Onda ERP obtenida en la tarea Go-NoGo. La línea continua representa la condición GO y la línea discontinua representa la condición No-GO, la línea negra representa la predictibilidad y la línea roja representa la condición de no-predictibilidad. (b) Cuantificación del promedio de la amplitud de los componentes N1,P2,N2 y P3, . Las barras de error \pm S.E.M. y los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas (*: $p < 0,05$).

Figura 4.6
ERPs de un electrodo representativo (ROI posterior)



(a) Onda ERP obtenida en la tarea Go-NoGo. La línea continua representa la condición GO y la línea discontinua representa la condición No-GO, la línea negra representa la predictibilidad y la línea roja representa la condición de no-predictibilidad. (b) Cuantificación del promedio de la amplitud de los componentes N1,P2,N2 y P3, . Las barras de error \pm S.E.M. y los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas (*: $p < 0,05$).

Para todos los sujetos se traza la topografía de la CNV (Figura 4.7). Luego de analizar posibles diferencias de sexo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la amplitud de la CNV entre mujeres ($M1 = -24,52$, $SD = 12,91$) y hombres ($M2 = -26,52$, $SD = 16,58$) en la muestra analizada: $t(14) = .262$, $p = .797$ (Figura 4.8 y 4.9).

Figura 4.7

Mapa topográfico que muestra las distribuciones del cuero cabelludo del potencial evocado asociado al efecto de la CNV para todos los sujetos

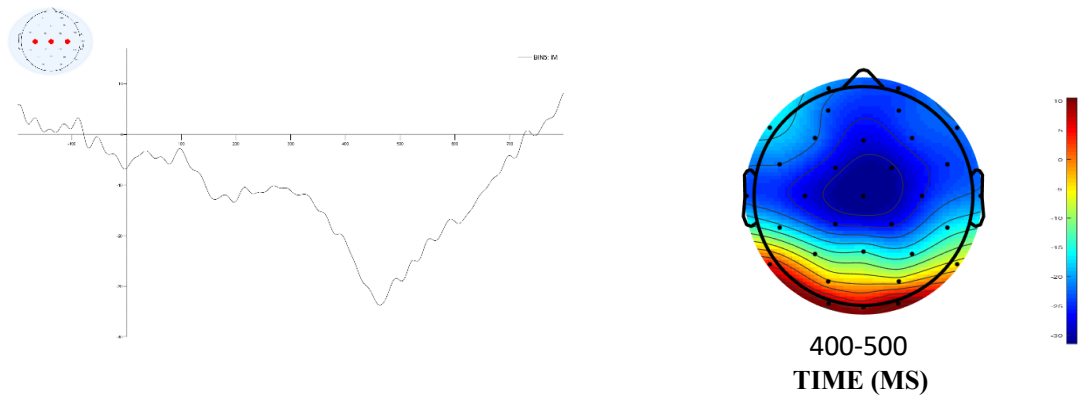


Figura 4.8

Mapas topográficos que muestran las distribuciones en el cuero cabelludo del potencial evocado asociado al efecto de la CNV para el sujeto femenino y masculino

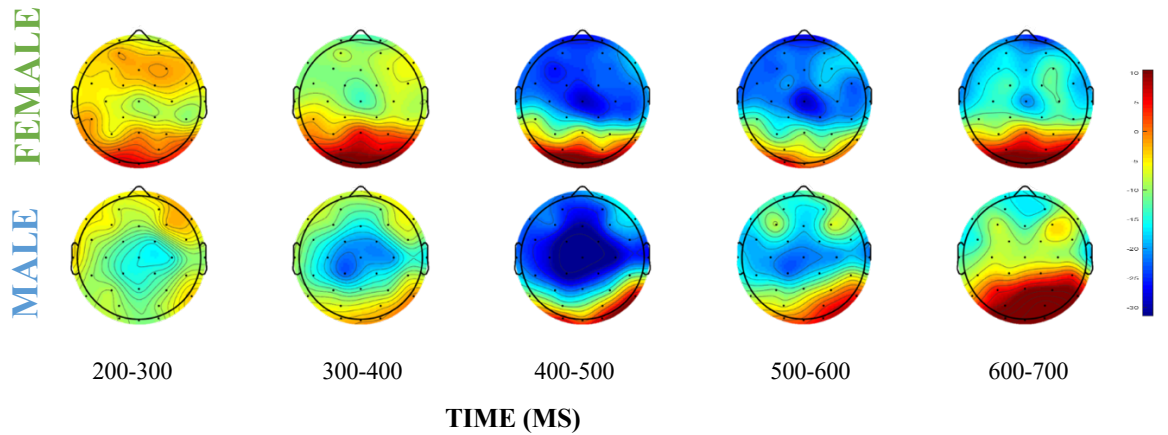
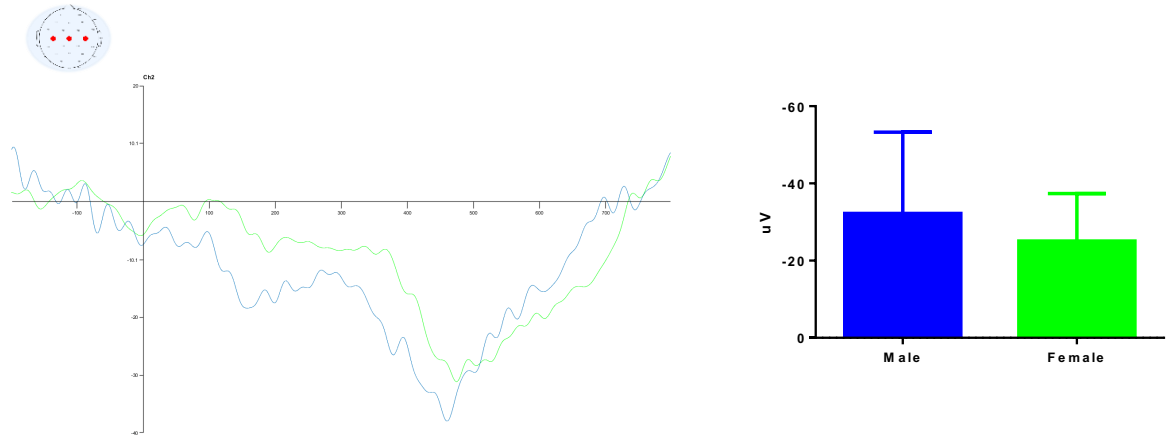


Figure 4.9
ERPs de un electrodo representativo (ROI Central)



(a) Onda ERP elicitada para la condición CNV, la línea azul representa al hombre y la línea verde a la mujer. (b) Cuantificación promedio de la amplitud de los componentes de la VNC. Las barras de error \pm S.E.M. y los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas (*: $p < 0,05$).

4. Análisis variable temperamento:

Uno de los componentes del objetivo de este estudio se vincula con el temperamento, específicamente, se busca comprender si el temperamento reportado por los padres de cada uno de los niños y niñas, tiene relación con los resultados en el juego 1 y juego 2. Para ello, se analizó los componentes de P3, N1, N2, P2 (frontal, central y posterior). El análisis de correlaciones de Spearman indica que existe una correlación negativa entre la surgencia 1 (energía) y el P3 frontal en el juego 2 ($r = -.566, p = .022$). Esto significa que a menos surgencia 1 (energía) mayor positividad en la amplitud de P3 frontal, identificado como el efecto inhibitorio. Tomando en consideración que el estudio realizado a nivel conductual mostró diferencias entre los niños y las niñas en la relación entre Surgencia 1 y Juego 2, se realizó un análisis estadístico separado por sexo para saber si esta significancia correspondía a los niños o a las niñas. Sin embargo, los resultados muestran que la correlación entre P3 frontal en el juego 2 y Surgencia 1, desaparece. En el caso de los niños la correlación es $r = -.659, p = .881$ y en el caso de las niñas la correlación es de $r = -.685, p = .090$.

Discusión y Conclusiones del Estudio

Este estudio buscó comparar los correlatos neuronales del control inhibitorio entre un juego con recompensa predictiva (*CI-RP*) y otro con recompensa no predictiva (*CI-RNP*), relacionándolos con el temperamento y el sexo de niños y niñas entre 4 y 5 años, mientras se registraba a través de un EEG la señal emitida por N1, N2, P2 y P3. A su vez, los padres respondieron a un cuestionario que nos permitió caracterizar el temperamento de los niños, destacando así algunas diferencias individuales entre niños y niñas. En términos generales, nuestros resultados revelan que (1) no existen diferencias significativas en el correlato neuronal del CI en ambas condiciones de juego, sin embargo, se observa un efecto de la no-predictibilidad en la señal de la CNV en niños y niñas, y (2) existe una diferencia significativa entre amplitud de P3 frontal del juego 2 (*CI-RNP*) y las características de temperamento asociadas al nivel de energía (*Surgencia 1*).

A continuación, se detallan tres importantes conclusiones que se obtienen de este estudio.

En primer lugar, es importante señalar que la tarea diseñada para este estudio bajo el paradigma Go/No-Go y ofrecida en formato de juego, logra cumplir con el propósito de medir ambos componentes satisfactoriamente. Como fue detallado con anterioridad, todos los ROI de análisis muestran diferencias significativas entre la condición Go y No-Go en la muestra estudiada. Esto es concordante con otros estudios que incluyen participantes de edades similares y trabajan bajo el paradigma Go/No-Go a través de pruebas gamificadas (p.e: Liu et al., 2015).

La primera hipótesis de este estudio se basó en la literatura que señala que cierto grado de incertidumbre en la entrega de la recompensa favorece la liberación de dopamina, y por lo tanto, hay un mayor compromiso con la tarea alcanzando mejores resultados, es decir, la incorporación de una recompensa que posee cierto nivel de incertidumbre, aumenta la motivación de quien la recibe, lo que lleva a un mejor desempeño (Hidi, 2016; Howard-

Jones & Demetriou, 2009; Schultz & Dickinson, 2000). Nuestros resultados indican que no existen diferencias significativas en la activación de las redes neuronales del proceso inhibitorio, en los niños y niñas, en ambas condiciones de juego (*CI-RP* y *CI-RNP*). En otras palabras, no es posible observar el efecto de la recompensa en la conducta inhibitoria en el grupo etario estudiado. Una posible explicación de ello podría estar dada por aspectos del desarrollo. Posiblemente, la sensibilidad al tipo de recompensa requiere de mayor madurez de las estructuras de procesamiento de la recompensa; si bien se sugiere que el sistema de procesamiento de la recompensa alcanza la madurez temprano en el desarrollo (Lukie et al., 2014), la sensibilidad a la recompensa aumenta en la adolescencia (Galván, 2013), lo que podría explicar las diferencias que se observan en grupos etarios mayores en presencia de recompensas predictivas y no predictivas.

Un segundo elemento vinculado a la primera hipótesis se relaciona con el componente de la CNV que de acuerdo con la literatura, se vincula con la liberación de dopamina (Linszen et al., 2011). Este componente se midió en la condición de juego 2 (*CI-RNP*) mientras giraba la moneda y hasta antes de que apareciera la respuesta de la moneda. Los resultados muestran que mientras gira la moneda (400-500 ms) hay un cambio en la amplitud importante en la señal. Lo anterior significa que la expectativa que se genera antes de obtener una buena o mala moneda parece tener un efecto en la actividad eléctrica del cerebro. Existe evidencia de que la amplitud de la CNV está vinculada a la madurez de las redes fronto-parietales, las que en los primeros años se manifiestan aún inmaduras, dificultando la anticipación de la respuesta inhibitoria (Jonkman, 2006; Ortega et al., 2013). Esto podría implicar que en edades tempranas, aún cuando existe la liberación de dopamina, esta no necesariamente implica una diferencia significativa en la inhibición a nivel neurofisiológico. Los resultados tampoco muestran una diferencia entre niños y niñas, sin embargo, entre los 300 y 400 ms, aparecen ciertas variaciones entre niños y niñas que podrían ser interesantes de estudiar con mayor profundidad.

Finalmente, en relación con la segunda hipótesis propuesta, que busca establecer posibles correlaciones entre el temperamento y los correlatos neuronales del CI, existen reportes de otros estudios que establecen esta relación, por ejemplo, el estudio longitudinal de Wolfe y Bell (2007a) estableció una relación entre la actividad eléctrica frontal y el temperamento reportado por los padres, con el desempeño de la memoria de trabajo (WM) a los 8 meses, y el desempeño de WM y Control Inhibitorio (WMIC) a los 4 años de edad. En relación con el temperamento, se utilizó el cuestionario CBQ que contempla 16 subescalas, siendo la subescala llamada approach/anticipation la que destaca. Se propone que los niños que obtienen una baja puntuación en esta escala (p.e: *antes de un acontecimiento emocionante, es tanta su excitación, que tiene problemas para estarse quieto; se entusiasma con las cosas que hace; se ilusiona mucho antes de salir para una merienda en el campo, fiesta, etc.*) obtienen mejores resultados en las tareas de WMIC, lo que puede ser explicado porque su atención y regulación está más focalizada. Así también, se menciona el estudio de Wolfe y Bell (2014) a niños tímidos y no tímidos de 4 años de edad. Para ello, utiliza la subescala de timidez del cuestionario CBQ, pruebas de WMIC y una medición basal de EEG. Dentro de sus hallazgos mencionan que existe una diferencia entre la potencia del EEG en el cuero cabelludo frontal y parietal entre los niños tímidos y no tímidos según su desempeño en las tareas de funciones ejecutivas. Los niños tímidos y no tímidos con un alto desempeño de funciones ejecutivas muestran un aumento en la potencia del EEG desde el basal. En cuanto a los desempeños bajos en las tareas de funciones ejecutivas, los niños tímidos tienen un aumento significativo de la potencia eléctrica, en comparación a los niños no tímidos. De acuerdo con las conclusiones de los autores, esto puede ser explicado por la actividad cognitiva desempeñada o porque la experiencia social de evaluación pudiese tener una influencia a nivel emocional para este grupo.

En el presente estudio, la correlación establecida entre las variables de temperamento medidas con el CBQ (versión validada por Caffarena et al., 2021) y los componentes de P3, N1, N2, P2 (frontal, central y posterior) muestran que existe una correlación

significativa entre surgency 1 (energía) y P3 frontal en el juego 2 (CI-RNP), es decir, a menor nivel de energía (Surgencia 1) mayor positividad en la amplitud de P3 frontal, identificado como el efecto inhibitorio. Esto significa que a menos nivel de energía (Tabla 4.2), la inhibición es mayor.

Tabla 4.2
Indicadores del factor Surgencia 1 (nivel de energía)

<i>Ítem</i>	<i>Descripción del indicador</i>
1	A menudo se lanza en situaciones nuevas.
2	Está lleno de energía, incluso por la noche.
3	Le gusta tirarse por toboganes altos u otras actividades aventureras.
4	Parece tener siempre mucha prisa por ir de un sitio a otro.
5	En los columpios, le gusta que le empujen alto y rápido.

Si bien es difícil establecer relaciones directas entre los hallazgos de nuestro estudio con investigaciones anteriores, principalmente porque utilizan diferentes escalas para caracterizar el temperamento (aun cuando correspondan al mismo cuestionario), se observa una tendencia a relacionar algunas características del temperamento infantil con las señales eléctricas frontales y el desempeño de ciertas funciones ejecutivas.

V. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN FINAL

El control inhibitorio es considerado como una habilidad esencial para la adaptación de los niños y niñas a los diferentes contextos de la vida, sean estos de índole académica o social. Poco se ha explorado sobre el efecto que las recompensas podrían tener en el CI, y mucho menos si es que la implementación de diferentes tipos de recompensa difiere en sus efectos. Esta investigación buscó evaluar la influencia conductual y neurofisiológica de las estrategias de Recompensa Predictiva y No Predictiva ofrecidas en un juego, el Temperamento y el Sexo, en el Control Inhibitorio en niños de 4 a 5 años, a través de dos objetivos específicos (1) evaluar la influencia del temperamento y el sexo, sobre tareas de control inhibitorio con recompensas predictivas y no predictivas, en niños de 4 a 5 años, y (2) comparar los correlatos neuronales del control inhibitorio considerando la recompensa no predictiva y predictiva, el temperamento y el sexo, en niños de 4 a 5 años.

Los tres artículos presentados contribuyen en la construcción y abordaje de esta investigación. El primero de ellos establece un marco de referencia actualizado sobre el desarrollo de las habilidades de autorregulación y los factores que intervienen en él, aportando directamente en la determinación de las variables del estudio. Se releva la edad de 3 a 6 años como un período particularmente importante para el desarrollo del CI, identificando al sexo y el temperamento de los niños y niñas como factores intervinientes de su desarrollo.

El análisis psicométrico del cuestionario *Child Behaviour Questionnaire* de Rothbart et al. (2001) permitió utilizar una versión adaptada del instrumento al contexto de estudio. Si bien son muchos los estudios que utilizan este cuestionario son escasas las experiencias de validación y mucho menos de la versión en español, por lo que la contribución del estudio no solo es para la investigación que aquí se presenta, sino que también para el campo.

Sin duda, los dos estudios empíricos realizados son los que responden directamente a los objetivos trazados para esta investigación. En su conjunto, estos estudios dan respuesta a cómo las estrategias de recompensa influyen en el desempeño de tareas de CI, y el rol que cumple el temperamento y el sexo en esta relación.

A continuación, se sintetizan y discuten los principales resultados de manera integrada con énfasis en el componente empírico, se plantean las implicancias del estudio para el campo educacional, y las limitaciones y proyecciones de la investigación.

5.1 Síntesis y discusión de resultados

La integración de los resultados se presenta tomando en consideración las hipótesis planteadas para cada estudio empírico y se sintetizan en los siguientes puntos.

5.1.1 Recompensas Predictiva y No-Predictiva en el Control Inhibitorio

Basado en los antecedentes proporcionados por otros estudios, que señalan que cierta incertidumbre en la entrega de recompensas favorece el desempeño (Hidi, 2016; Howard-Jones & Demetriou, 2009; Schultz & Dickinson, 2000) se hipotetizó que la inhibición de los niños y niñas en un juego que incluye la recompensa no predictiva sería mayor que la obtenida en un juego con recompensa predictiva, tanto a nivel conductual como en su manifestación neurofisiológica. Nuestros datos muestran un resultado diferente en ambas mediciones. A nivel conductual, tanto a niños como a niñas les fue mejor en el juego 1 (IC-PR) que en el juego 2 (IC-NPR) lo que se traduce en un mejor desempeño cuando existe predictibilidad de la recompensa. En relación con el correlato neuronal, con los datos obtenidos no se puede establecer una diferencia significativa entre los tipos de recompensa utilizados y los componentes neuronales del CI medidos a través del EEG/ERP.

Estos resultados pueden ser explicados por al menos dos elementos. El primero de ellos podría estar dado por aspectos del desarrollo. Posiblemente, a mayor edad y madurez de las estructuras propias del sistema de recompensas, aumenta la sensibilidad. Esto suele ocurrir durante el período de la adolescencia, donde las personas tienden a tomar más riesgos en sus decisiones de recompensa (Casey, Galván, & Somerville, 2015; Cassotti, Houdé, & Moutier, 2011; Galván, 2013; Somerville, Jones, & Casey, 2010; Zhuang, Feng, & Liao, 2017). Es decir, una de las razones que pueden explicar esta diferencia, es el grupo etario del estudio (niños entre 4 y 5 años). Al no existir estudios que evalúen la predictibilidad de la recompensa en niños pequeños es difícil establecer comparaciones con nuestros resultados. Un segundo elemento, podría estar vinculado a que cierta predictibilidad de la recompensa les proporcione seguridad y, por lo tanto, mayor asertividad en las respuestas. Cabe destacar, que las recompensas predictivas, es decir, aquellas que se sabe cuándo y cómo se obtienen son las más utilizadas y conocidas por los niños y niñas tanto en la crianza como en el ámbito educacional.

5.1.2 El temperamento en el Control Inhibitorio

Distintas investigaciones han vinculado el desempeño de las funciones ejecutivas, entre ellas, el control inhibitorio con el temperamento durante los primeros años (Fishburn et al., 2019; Scheper et al., 2017; Wolfe & Bell, 2004, 2007b).

En el estudio se hipotetizó que el tipo de temperamento influye más en el juego con recompensa no predictiva que en el juego con recompensa predictiva. Tanto a nivel conductual como en el correlato neuronal se observan diferencias al respecto. En primer lugar, en el juego 2 (CI-RNP) solo los niños se vieron influenciados por su temperamento en el desempeño del CI. Es decir, los niños cuyo reporte se caracteriza por un mayor nivel de energía tienen un peor desempeño en la respuesta inhibitoria, en tanto que los niños que son más sociables tienen un mejor desempeño en la inhibición con recompensa no-predictiva. Estos resultados son parcialmente concordantes con los componentes de la

inhibición estudiados a nivel neuronal ya que se observa una correlación significativa entre el nivel de energía y P3 frontal en el juego 2 (CI-RNP), es decir, a menor nivel de energía, mayor positividad en la amplitud de P3 frontal, identificado como el efecto inhibitorio. Esto significa que, a menos nivel de energía, la inhibición es mayor.

Establecer relaciones directas entre nuestros hallazgos y estudios anteriores es difícil porque las escalas de caracterización del temperamento que se utilizan son diferentes, sin embargo, hay una tendencia a relacionar algunas características del temperamento infantil con las señales eléctricas frontales y el desempeño de ciertas funciones ejecutivas como el CI (Buss, Dennis, Brooker, & Sippel, 2011; Morasch & Bell, 2011; Wolfe & Bell, 2014).. En términos generales, la dimensión de Surgencia del cuestionario CBQ parece ser relevante en la relación con el CI. En este sentido, el estudio de Buss et al., (2011) señala que una puntuación baja en Surgencia se asocia a un peor desempeño en el CI de niños y niñas. Como nuestro estudio separa el constructo de Surgencia en dos nuevas dimensiones (energía y sociabilidad) se observan algunas diferencias interesantes. En el caso de la sociabilidad, los hallazgos son similares a los de Buss et al., (2011) dado que, en nuestra muestra, los niños con baja puntuación en sociabilidad tienen un peor desempeño en el juego 2 (CI-RNP). Lo que hace distintivo nuestro estudio, es el caso de la energía, ya que un aumento en la puntuación de esta dimensión, hace disminuir la capacidad inhibitoria. Este último aspecto es interesante de indagar, ya que para nuestra muestra, la relación entre nivel de energía y desempeño en el CI también se observa a nivel neurofisiológico, aunque para la muestra completa. Identificar qué tipos de temperamento pudiesen contribuir a explicar el desempeño en tareas de CI resulta beneficioso para comprender el comportamiento de niños y niñas durante sus primeros años.

5.1.3 Diferencias de Sexo en el Control Inhibitorio

Los resultados de las investigaciones en relación con las diferencias de sexo y desempeño de las funciones ejecutivas no son del todo conclusivos, existiendo una tendencia a establecer comportamientos diferentes entre niños y niñas (Grissom & Reyes, 2019; Lenes, Gonzales, Størksen, & McClelland, 2020; Woldarsky, Urzúa, Farkas, & Vallotto, 2019). Aun cuando existen antecedentes opuestos, como por ejemplo, Cuevas y sus colegas (2016) que mencionan que a los 4 años de edad, a nivel conductual no se visualizan diferencias de sexo significativa entre niños y niñas, estas sí se observan a nivel neurofisiológico donde los hombres parecen tener señales eléctricas menos focalizadas que las niñas, implicando una menor madurez.

Los hallazgos de la presente investigación indican que existe una diferencia significativamente mejor en el desempeño de las niñas tanto en el juego 1 (IC-PR) como en el juego 2 (IC-NPR), en las mediciones realizadas a nivel conductual. A nivel neurofisiológico, se observó el comportamiento de la CNV durante el juego 2, que manifiesta un cambio de amplitud entre los 400-500 ms, sin embargo, no es posible establecer diferencias de sexo en esta ventana temporal. Al revisar la topografía de la señal se observa una diferencia entre niños y niñas entre los 300 y 400 ms, que podrían ser atendidas en nuevas investigaciones.

Posibles razones para las diferencias encontradas a nivel conductual podrían estar dadas por factores ambientales como la crianza, el tipo de educación recibida o las interacciones parentales (Amicarelli, Kotelnikova, Smith, Kryski, & Hayden, 2018; Cortázar, 2015; Woldarsky et al., 2019). Si bien el estudio no explora en profundidad estas diferencias a nivel neurológico, los hallazgos de Cuevas y sus colegas, (2016) avanzan hacia una diferencia explicada por la madurez neuronal de las estructuras implicadas que requiere continuar siendo estudiada.

5.1.4 Implicancias educacionales

Los principales hallazgos que se reportan en este estudio señalan que los niños y niñas evaluados manifiestan una inhibición diferente en presencia de la recompensa predictiva y no predictiva, pues a ambos sexos les fue mejor cuando la recompensa era predictiva. Esto implicaría que el uso de diferentes tipos de recompensa podría influir de manera diferente en el comportamiento inhibitorio de los niños y las niñas, siendo este último grupo quienes alcanzaron un mejor desempeño en ambas tareas. Además, en el caso de los niños, algunas características de temperamento asociadas a la dimensión de Surgencia, específicamente al nivel de energía y sociabilidad, contribuyen a explicar la relación entre la conducta inhibitoria y las recompensas de tipo no-predictivo. Lo anterior pudiese tener importantes implicancias en el campo educacional puesto que nos permite comprender mejor cómo las recompensas, que son comúnmente usadas en los primeros años y las diferencias individuales asociadas al temperamento, pueden potenciar las habilidades inhibitorias que sabemos son requeridas para un mejor aprendizaje. Los resultados obtenidos nos indican que las recompensas predictivas son un elemento concreto que podría favorecer la inhibición en niños pequeños y, por lo tanto, su incorporación intencionada en el diseño de algunas propuestas pedagógicas que buscan desarrollar la inhibición, podría beneficiar el desempeño.

El presente estudio revela que en ciertos tipos de temperamento, particularmente el de los niños, las recompensas no-predictivas podrían favorecer el desempeño. La revisión de Palmer (2017) vincula la propuesta de Berridge et al., (2009) con elementos educacionales mencionando que los constructos asociados a la educación debiesen incorporar la teoría del “*liking*” and “*wanting*” favoreciendo la motivación de los aprendices. Por una parte, el “*liking*” se vincula a una experiencia de placer que nos lleva al “*wanting*” que promueve la curiosidad para obtener lo deseado. Desde esa perspectiva, es posible pensar que durante la primera infancia, y en ciertos tipos de temperamentos, este deseo puede ser promovido por estrategias de recompensa no-predictivas para aquellos niños que son más

sociables y que tienen un nivel de energía más bajo ya que funcionan como elementos lúdicos, generando una mayor motivación por alcanzar una meta, en este caso, asociada a la respuesta inhibitoria. Lo anterior muestra la necesidad de hacer un uso distintivo de las recompensas, por una parte, invitándonos a considerar las diferencias individuales vinculadas al temperamento de los niños, es decir, diagnosticando qué niños podrían beneficiarse del uso de una recompensa de carácter no predictivo, y por otra, proponiendo un uso planificado intencionadamente de estos recursos para que funcionen como elementos lúdicos o motivacionales en función de tareas específicas.

5.2 Limitaciones de la tesis

Si bien este estudio aporta nuevos elementos a las variables analizadas, se presentan algunas limitaciones, entre ellas, no se consideró una evaluación más profunda que permitiera entender mejor el contexto de los niños y niñas, por ejemplo, la familiarización con el uso de computadores o Tablet, los elementos propios de la crianza que pudiesen incidir en las diferencias de sexo, o la familiarización con las recompensas y sus diferentes modalidades de implementación. Así también, este estudio se focalizó en una sola función ejecutiva, aislando los efectos complementarios que tiene el CI con otras habilidades como por ejemplo, la atención y la memoria de trabajo. En relación con la evaluación neuropsicológica, sería interesante aumentar los trials del uso de la moneda para la recompensa no-predictiva con la finalidad de hacer exploración más profunda de la variable en relación con la expectativa y el efecto de desempeño en el CI.

Así también, es importante mencionar como limitación la naturaleza correlacional de este estudio, ya que no permite establecer relaciones de causalidad entre las variables, y por lo tanto, explicar el efecto de una variable sobre otra.

5.3 Recomendaciones y/o proyecciones

Considerando la reducida investigación que existe en primera infancia sobre el efecto de las recompensas en habilidades de autorregulación cognitiva, se sugiere continuar indagando en las variables abordadas para profundizar en el conocimiento de cada una y sus relaciones. Así también, resulta interesante avanzar en la comprensión del funcionamiento neurofisiológico de las recompensas para ofrecer mayor claridad sobre la influencia que pudiesen tener de acuerdo con el desarrollo evolutivo de las personas, sus singularidades de temperamento o de su sexo. Finalmente, se requiere realizar un mayor acercamiento al contexto pedagógico para evaluar cómo se han incorporado las habilidades de autorregulación y las recompensas, desde las prácticas cotidianas. Sin duda, este acercamiento proporciona información relevante sobre los aprendizajes y experiencias de niños y adultos, lo que debiera traducirse en una mayor conexión y coherencia entre la investigación científica y el contexto práctico al cual se quiere impactar.

REFERENCIAS

- Amicarella, A. R., Kotelnikova, Y., Smith, H. J., Kryski, K. R., & Hayden, E. P. (2018). Parenting differentially influences the development of boys' and girls' inhibitory control. *British Journal of Developmental Psychology*, *36*(3), 371–383. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12220>
- Aron, A. R. (2011). From reactive to proactive and selective control: Developing a richer model for stopping inappropriate responses. *Biological Psychiatry*, *69*(12), e55–e68.
- Bates, J. A. (1979). Extrinsic reward and intrinsic motivation: A Review with implications for the classroom. *Review of Educational Research*, *49*(4), 557–576. <https://doi.org/10.3102/00346543049004557>
- Bell, M. A., & Wolfe, C. D. (2007). Changes in brain functioning from infancy to early childhood: Evidence from EEG power and coherence during working memory tasks. *Developmental Neuropsychology*, *31*(1), 21–38. https://doi.org/10.1207/s15326942dn3101_2
- Berridge, K. C., Robinson, T. E., & Aldridge, J. W. (2009). Dissecting components of reward: 'Liking', 'wanting', and learning. *Current Opinion in Pharmacology*, *9*(1), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2008.12.014>
- Blair, C. (2016). Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.009>
- Blair, C. (2017). The development of executive functions and self-regulation. En Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (Eds.), *Handbook of Self-Regulation, Third Edition: Research, Theory, and Applications* (3a. ed., pp. 417-439). USA: Guilford Publications.
- Blair, C., & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, *78*(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Bodrova, E., & Leong, D. (2007). *Tools of the mind: The Vygotskian approach to early childhood education* (2nd ed). USA: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Brass, M., & Haggard, P. (2007). To do or not to do: The neural signature of self-control. *The Journal of Neuroscience*, *27*(34), 9141–9145. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0924-07.2007>
- Bronson, M. (2000). *Self-regulation in early childhood: Nature and nurture*. USA: Guilford Press.
- Buss, K. A., Dennis, T. A., Brooker, R. J., & Sippel, L. M. (2011). An ERP study of conflict monitoring in 4–8-year old children: Associations with temperament. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *1*(2), 131–140.

- Cachia, A., Borst, G., Vidal, J., Fischer, C., Pineau, A., Mangin, J.-F., & Houde, O. (2014). The shape of the ACC contributes to cognitive control efficiency in preschoolers. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(1), 96–106. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00459
- Caffarena Barcenilla, C. y Rojas-Barahona, C. (2019). La autorregulación en la primera infancia: Avances desde la investigación. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 28(2), 37–49.
- Caffarena-Barcenilla, C. C., Luttges, B. L., Rojas-Barahona, C. A., & Campos, A. L. (2021). Psychometric analysis of the Children’s Behavior Questionnaire (CBQ) in Chile. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01871-9>
- Calkins, S. D. (1994). Origins and outcomes of individual differences in emotion regulation. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(2–3), 53–72. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.1994.tb01277.x>
- Casey, B., Galván, A., & Somerville, L. H. (2015). Beyond simple models of adolescence to an integrated circuit-based account: A commentary. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 17, 128–130. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.12.006>
- Cassotti, M., Houdé, O., & Moutier, S. (2011). Developmental changes of win-stay and loss-shift strategies in decision making. *Child Neuropsychology*, 17(4), 400–411. <https://doi.org/10.1080/09297049.2010.547463>
- Ciesielski, K. T., Harris, R. J., & Cofer, L. F. (2004). Posterior brain ERP patterns related to the go/no-go task in children. *Psychophysiology*, 41(6), 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2004.00250.x>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7 edition). Routledge.
- Cortázar, A. (2015). Long-term effects of public early childhood education on academic achievement in Chile. *Early Childhood Research Quarterly*, 32, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.01.003>
- Cuevas, K., Calkins, S. D., & Bell, M. A. (2016). To stroop or not to stroop: Sex-related differences in brain-behavior associations during early childhood. *Psychophysiology*, 53(1), 30–40. <https://doi.org/10.1111/psyp.12464>
- Cuevas, K., Hubble, M., & Bell, M. A. (2012). Early childhood predictors of post-kindergarten executive function: Behavior, parent report, and psychophysiology. *Early Education and Development*, 23(1), 59–73. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.611441>
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>

- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science (New York, N.Y.)*, *318*(5855), 1387–1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Doyle, O., Harmon, C. P., Heckman, J. J., & Tremblay, R. E. (2009). Investing in early human development: Timing and economic efficiency. *Economics & Human Biology*, *7*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2009.01.002>
- Dowsett, S. M., & Livesey, D. J. (2000). The development of inhibitory control in preschool children: Effects of “executive skills” training. *Developmental Psychobiology*, *36*(2), 161–174. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2302\(200003\)36:2<161::AID-DEV7>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(200003)36:2<161::AID-DEV7>3.0.CO;2-0)
- Durston, S., Thomas, K. M., Yang, Y. H., Ulug, A. M., Zimmerman, R. D., & Casey, B. J. (2002). A neural basis for the development of inhibitory control. *Developmental Science*, *5*(4), F9–F16. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00235>
- Fishburn, F. A., Hlutkowsky, C. O., Bemis, L. M., Huppert, T. J., Wakschlag, L. S., & Perlman, S. B. (2019). Irritability uniquely predicts prefrontal cortex activation during preschool inhibitory control among all temperament domains: A LASSO approach. *Neuroimage*, *184*, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.09.023>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, *86*, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- Galván, A. (2013). The teenage brain: Sensitivity to rewards. *Current Directions in Psychological Science*, *22*(2), 88–93. <https://doi.org/10.1177/0963721413480859>
- Grissom, N. M., & Reyes, T. M. (2019). Let’s call the whole thing off: Evaluating gender and sex differences in executive function. *Neuropsychopharmacology*, *44*(1), 86–96. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0179-5>
- Guimard, P., Hubert, B., Crusson-Pondeville, S., & Nocus, I. (2012). Behavioral self-regulation and academic achievement in prekindergarten and kindergarten. *Psychologie Francaise*, *57*(3), 143–159. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.07.001>
- Hämmerer, D., Li, S.-C., Müller, V., & Lindenberger, U. (2011). Life Span Differences in Electrophysiological Correlates of Monitoring Gains and Losses during Probabilistic Reinforcement Learning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(3), 579–592. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21475>
- Heckman, J. J. (2008). Schools, skills, and synapses. *Economic inquiry*, *46*(3), 289–324.

- Hidi, S. (2016). Revisiting the role of rewards in motivation and learning: Implications of neuroscientific research. *Educational Psychology Review*, 28(1), 61–93. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9307-5>
- Howard-Jones, P. A., & Demetriou, S. (2009). Uncertainty and engagement with learning games. *Instructional Science*, 37(6), 519–536. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9073-6>
- Howard-Jones, P. A., & Jay, T. (2016). Reward, learning and games. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.015>
- Jiang, Q., He, D., Guan, W., & He, X. (2016). “Happy goat says”: The effect of a food selection inhibitory control training game of children’s response inhibition on eating behavior. *Appetite*, 107, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.07.030>
- Johnstone, S. J., Pleffer, C. B., Barry, R. J., Clarke, A. R., & Smith, J. L. (2005). Development of inhibitory processing during the go/nogo task. *Journal of Psychophysiology*, 19(1), 11–23. <https://doi.org/10.1027/0269-8803.19.1.11>
- Jonkman, L. M. (2006). The development of preparation, conflict monitoring and inhibition from early childhood to young adulthood; a Go/Nogo ERP study. *Brain Research*, 1097, 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.04.064>
- Jung, T. P., Makeig, S., Westerfield, M., Townsend, J., Courchesne, E., & Sejnowski, T. J. (2000). Removal of eye activity artifacts from visual event-related potentials in normal and clinical subjects. *Clinical Neurophysiology*, 111(10), 1745–1758. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(00\)00386-2](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(00)00386-2)
- Kim-Spoon, J., Deater-Deckard, K., Holmes, C., Lee, J., Chiu, P., & King-Casas, B. (2016). Behavioral and neural inhibitory control moderates the effects of reward sensitivity on adolescent substance use. *Neuropsychologia*, 91(Supplement C), 318–326. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.028>
- Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A. D., Cunningham, V. J., Dagher, A., Jones, T., Brooks, D. J., Bench, C. J., & Grasby, P. M. (1998). Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature*, 393(6682), 266–268. <https://doi.org/10.1038/30498>
- Lahat, A., Todd, R. M., Mahy, C. E. V., Lau, K., & Zelazo, P. D. (2010). Neurophysiological correlates of executive function: A comparison of European-Canadian and Chinese-Canadian 5-year-old children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 72. <https://doi.org/10.3389/neuro.09.072.2009>
- Lenes, R., Gonzales, C. R., Størksen, I., & McClelland, M. M. (2020). Children’s self-regulation in Norway and the United States: The role of mother’s education and child gender across cultural contexts. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566208>

- Linssen, A. M. W., Vuurman, E. F. P. M., Sambeth, A., Nave, S., Spooren, W., Vargas, G., Santarelli, L., & Riedel, W. J. (2011). Contingent negative variation as a dopaminergic biomarker: Evidence from dose-related effects of methylphenidate. *Psychopharmacology*, *218*(3), 533–542. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2345-x>
- Liu, Q., Zhu, X., Ziegler, A., & Shi, J. (2015). The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. *Scientific Reports*, *5*, 14200. <https://doi.org/10.1038/srep14200>
- Liu, T., Xiao, T., & Shi, J. (2013). Response inhibition, preattentive processing, and sex difference in young children: An event-related potential study. *Neuroreport*, *24*(3), 126–130. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835d846b>
- Lo, Y.-H., Liang, W.-K., Lee, H.-W., Wang, C.-H., Tzeng, O. J. L., Hung, D. L., Cheng, S.-K., & Juan, C.-H. (2013). The neural development of response inhibition in 5- and 6-year-old preschoolers: An ERP and EEG study. *Developmental Neuropsychology*, *38*(5), 301–316. <https://doi.org/10.1080/87565641.2013.801980>
- Lopez-Calderon, J., & Luck, S. J. (2014). ERPLAB: An open-source toolbox for the analysis of event-related potentials. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*(1 APR), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00213>
- Lukie, C. N., Montazer-Hojat, S., & Holroyd, C. B. (2014). Developmental changes in the reward positivity: An electrophysiological trajectory of reward processing. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *9*, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.04.003>
- Mai, X., Tardif, T., Doan, S. N., Liu, C., Gehring, W. J., & Luo, Y.-J. (2011). Brain Activity Elicited by Positive and Negative Feedback in Preschool-Aged Children. *PLOS ONE*, *6*(4), e18774. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018774>
- McClelland, C. (2012). Self-regulation in early childhood: Improving conceptual clarity and developing ecologically valid measures. *Child Development Perspectives*, *6*(2), 136–142. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00191.x>
- McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2011). Self-regulation and academic achievement in elementary school children. *New Directions for Child and Adolescent Development*, *2011*(133), 29–44. <https://doi.org/10.1002/cd.302>
- McClure, S. M., York, M. K., & Montague, P. R. (2004). The neural substrates of reward processing in humans: The modern role of fMRI. *The Neuroscientist*, *10*(3), 260–268. <https://doi.org/10.1177/1073858404263526>
- Mehnert, J., Akhrif, A., Telkemeyer, S., Rossi, S., Schmitz, C. H., Steinbrink, J., Wartenburger, I., Obrig, H., & Neufang, S. (2013). Developmental changes in brain activation and functional connectivity during response inhibition in the early

- childhood brain. *Brain and Development*, 35(10), 894–904. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2012.11.006>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., & Ross, S. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698.
- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(2), 158–173. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.01.008>
- Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2011). The role of inhibitory control in behavioral and physiological expressions of toddler executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 593–606. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.07.003>
- Murphy, K. A., Theodore, L. A., Aloiso, D., Alric-Edwards, J. M., & Hughes, T. L. (2007). Interdependent group contingency and mystery motivators to reduce preschool disruptive behavior. *Psychology in the Schools*, 44(1), 53–63. <https://doi.org/10.1002/pits.20205>
- O’Doherty, J. P., Cockburn, J., & Pauli, W. M. (2017). Learning, reward, and decision making. *Annual Review of Psychology*, 68, 73–100.
- Olson, S. L., Lopez-Duran, N., Lunkenheimer, E. S., Chang, H., & Sameroff, A. J. (2011). Individual differences in the development of early peer aggression: Integrating contributions of self-regulation, theory of mind, and parenting. *Development and Psychopathology*, 23(1), 253–266. <https://doi.org/10.1017/S0954579410000775>
- Ortega, R., López, V., Carrasco, X., Anllo-Vento, L., & Aboitiz, F. (2013). Exogenous orienting of visual-spatial attention in ADHD children. *Brain Research*, 1493, 68–79. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.11.036>
- Ozcelik, E., Cagiltay, N. E., & Ozcelik, N. S. (2013). The effect of uncertainty on learning in game-like environments. *Computers & Education*, 67, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.009>
- Padmanabhan, A., Geier, C. F., Ordaz, S. J., Teslovich, T., & Luna, B. (2011). Developmental changes in brain function underlying the influence of reward processing on inhibitory control. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1(4), 517–529. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.06.004>
- Palmer, D. (2017). Wanting and liking: Components of situated motivation constructs? *Mind, Brain, and Education*, 11(3), 99–108. <https://doi.org/10.1111/mbe.12141>
- Pardo, M., Opazo, M., & Rupin, P. (2021). Escolarización de la educación parvularia en Chile: consensos entre actores del campo sobre su definición, causas y proposiciones. *Calidad en la Educación*, (54), 143-172. [doi:https://doi.org/10.31619/caledu.n54.953](https://doi.org/10.31619/caledu.n54.953)

- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychopathology*, *12*(03), 427–441.
- Putnam, S. P., Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2006). Measurement of fine-grained aspects of toddler temperament: The Early Childhood Behavior Questionnaire. *Infant Behavior and Development*, *29*(3), 386–401.
- Rojas-Barahona, C. (2017). *Funciones ejecutivas y educación. Comprendiendo habilidades clave para el aprendizaje*. Santiago, Chile: Ediciones UC.
- Rothbart, M. K. (2007). Temperament, development, and personality. *Current Directions in Psychological Science*, *16*(4), 207–212.
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., & Evans, D. E. (2000). Temperament and personality: Origins and outcomes. *Journal of Personality and Social Psychology*, *78*(1), 122–135. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.78.1.122>
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of temperament at three to seven years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, *72*(5), 1394–1408. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00355>
- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2007). Temperament. En N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of Child Psychology*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0303>
- Rothbart, M. K., Sheese, B. E., Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2011). Developing mechanisms of self-regulation in early life. *Emotion Review*, *3*(2), 207–213. <https://doi.org/10.1177/1754073910387943>
- Scheper, F. Y., Majdandžić, M., van de Ven, P. M., Jansen, L. M. C., Doreleijers, T. A. H., Schuengel, C., & de Vries, A. L. C. (2017). Temperament traits and psychopathology in young clinically referred children compared to a general population sample. *Child Psychiatry & Human Development*, *48*(6), 841–850. <https://doi.org/10.1007/s10578-016-0708-6>
- Schultz, W., & Dickinson, A. (2000). Neuronal coding of prediction errors. *Annual Review of Neuroscience*, *23*(1), 473–500.
- Sheridan, M., Kharitonova, M., Martin, R. E., Chatterjee, A., & Gabrieli, J. D. E. (2014). Neural substrates of the development of cognitive control in children ages 5-10 years. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *26*(8), 1840–1850. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00597
- Somerville, L. H., Jones, R. M., & Casey, B. J. (2010). A time of change: Behavioral and neural correlates of adolescent sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. *Brain and Cognition*, *72*(1), 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.07.003>

- Strang, N. M., & Pollak, S. D. (2014). Developmental continuity in reward-related enhancement of cognitive control. *Developmental Cognitive Neuroscience, 10*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.07.005>
- Swingler, M. M., Willoughby, M. T., & Calkins, S. D. (2011). EEG power and coherence during preschoolers' performance of an executive function battery. *Developmental Psychobiology, 53*(8), 771–784. <https://doi.org/10.1002/dev.20588>
- Tanaka, S. C., Samejima, K., Okada, G., Ueda, K., Okamoto, Y., Yamawaki, S., & Doya, K. (2006). Brain mechanism of reward prediction under predictable and unpredictable environmental dynamics. *Neural Networks, 19*(8), 1233–1241. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.05.039>
- Tarullo, A. R., Nayak, S., St John, A. M., & Doan, S. N. (2018). Performance effects of reward-related feedback on the dimensional change card sort task. *Journal of Genetic Psychology, 179*(4), 171–175. <https://doi.org/10.1080/00221325.2018.1466264>
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Nutley, S. B., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science, 12*(1), 106–113. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>
- Viviani, R., Dommes, L., Bosch, J., Steffens, M., Paul, A., Schneider, K. L., Stingl, J. C., & Beschoner, P. (2020). Signals of anticipation of reward and of mean reward rates in the human brain. *Scientific Reports, 10*(1), 4287. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61257-y>
- Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2013). *Handbook of Self-Regulation, Second Edition: Research, Theory, and Applications*. USA: Guilford Press.
- Vohs, K. D., & Baumeister, R. F. (2017). *Handbook of Self-Regulation, Third Edition: Research, Theory, and Applications*. USA: Guilford Press.
- Volckaert, A. M. S., & Noel, M.-P. (2015). Training executive function in preschoolers reduce externalizing behaviors. *Trends in Neuroscience and Education, 4*(1–2), 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.Line2015.02.001>
- Watson, A. J., & Bell, M. A. (2013). Individual differences in inhibitory control skills at three years of age. *Developmental Neuropsychology, 38*(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/87565641.2012.718818>
- Wittmann, B. C., Schott, B. H., Guderian, S., Frey, J. U., Heinze, H.-J., & Düzel, E. (2005). Reward-related fMRI activation of dopaminergic midbrain is associated with enhanced hippocampus-Dependent long-term memory formation. *Neuron, 45*(3), 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.01.010>
- Woldarsky, V., Urzúa, C., Farkas, C., & Vallotton, C. D. (2019). Differences in Chilean and USA mothers' sensitivity considering child gender and temperament. *Journal*

- of Child and Family Studies*, 28(7), 1937–1947. <https://doi.org/10.1007/s10826-019-01419-3>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2004). Working memory and inhibitory control in early childhood: Contributions from physiology, temperament, and language. *Developmental Psychobiology*, 44(1), 68–83. <https://doi.org/10.1002/dev.10152>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2007a). The integration of cognition and emotion during infancy and early childhood: Regulatory processes associated with the development of working memory. *Brain and Cognition*, 65(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.01.009>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2007b). Sources of variability in working memory in early childhood: A consideration of age, temperament, language, and brain electrical activity. *Cognitive Development*, 22(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.08.007>
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2014). Brain electrical activity of shy and non-shy preschool-aged children during executive function tasks. *Infant and Child Development*, 23(3), 259–272. <https://doi.org/10.1002/icd.1858>
- Zhuang, Y., Feng, W., & Liao, Y. (2017). Want more? Learn less: Motivation affects adolescents learning from negative feedback. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00076>

ANEXOS

Matriz de correlaciones para la muestra completa

		Inhibi1	Inhibi2	Omisio error1	Omisio error2	Control Esfuerzo	Sur Soc	Sur Ener	Afec Negativa	Sexo
Inhibi1	Correlación de Pearson	1	,435**	0,022	-,189*	-0,014	-0,025	-0,099	0,063	-,176*
	Sig. (bilateral)		0,000	0,791	0,021	0,866	0,759	0,228	0,445	0,032
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Inhibi2	Correlación de Pearson	,435**	1	0,069	-0,003	0,101	0,100	-0,154	-0,036	-,284**
	Sig. (bilateral)	0,000		0,400	0,968	0,220	0,224	0,060	0,665	0,000
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Omisio n error1	Correlación de Pearson	0,022	0,069	1	,375**	-0,024	0,141	0,085	-0,111	-0,004
	Sig. (bilateral)	0,791	0,400		0,000	0,770	0,086	0,305	0,177	0,964
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Omisio n error2	Correlación de Pearson	-,189*	-0,003	,375**	1	0,008	0,055	0,031	-0,100	0,045
	Sig. (bilateral)	0,021	0,968	0,000		0,925	0,509	0,704	0,224	0,582
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Control Esfuerz o	Correlación de Pearson	-0,014	0,101	-0,024	0,008	1	-0,007	,243**	,166*	-,177*
	Sig. (bilateral)	0,866	0,220	0,770	0,925		0,931	0,003	0,044	0,031
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
SurSoc	Correlación de Pearson	-0,025	0,100	0,141	0,055	-0,007	1	0,013	-,316**	-0,059
	Sig. (bilateral)	0,759	0,224	0,086	0,509	0,931		0,872	0,000	0,475
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
SurEner	Correlación de Pearson	-0,099	-0,154	0,085	0,031	,243**	0,013	1	,248**	-0,002
	Sig. (bilateral)	0,228	0,060	0,305	0,704	0,003	0,872		0,002	0,981
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
AfecNe gativa	Correlación de Pearson	0,063	-0,036	-0,111	-0,100	,166*	-,316**	,248**	1	-0,039
	Sig. (bilateral)	0,445	0,665	0,177	0,224	0,044	0,000	0,002		0,633
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149
Sexo	Correlación de Pearson	-,176*	-,284**	-0,004	0,045	-,177*	-0,059	-0,002	-0,039	1
	Sig. (bilateral)	0,032	0,000	0,964	0,582	0,031	0,475	0,981	0,633	
	N	149	149	149	149	149	149	149	149	149

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).