



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

**Influencia del contexto socioeconómico en la evaluación,
desarrollo y estimulación de las Funciones Ejecutivas en
niños y niñas de nivel inicial.**

Verónica Nin

Programa de Doctorado en Psicología

Facultad de Psicología

Universidad de la República

Montevideo, Uruguay

2023

Agradecimientos

A Alejandra Carboni por darme lugar en su equipo y alentarme a crecer en la dirección de mis propios intereses.

A Hernán Delgado por su apoyo, siempre.

A todos y todas las integrantes de los equipos del CIBPsi y de CICEA por su compañerismo dentro y fuera de los espacios institucionales.

A los y las integrantes de Mate Marote en Argentina: Andrea Goldin, Diego Fernández-Slezak, Laouen Belloli y Melina Vladisauskas por su amistad y compromiso.

A los equipos técnico-docentes, familias, niños y niñas que con su participación generosa y entusiasta hicieron posible este trabajo.

A mis padres, sostén incondicional de mis proyectos.

A mis hijos, que con paciencia y amor soportan todo lo que implica tener una madre que trabaja en la academia.

Resumen

La primera infancia es un período clave para el desarrollo motor, social, emocional y cognitivo de los niños y niñas. Las Funciones Ejecutivas (FEs), una serie de procesos cognitivos de alto nivel necesarios para ajustar la conducta de forma consciente y voluntaria a metas, atraviesa un desarrollo exponencial en los años preescolares. La conceptualización más aceptada clasifica a las FEs en básicas (control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva) y superiores (planificación, razonamiento y resolución de problemas). En contraste con esta definición aparentemente sencilla, la discusión sobre la conceptualización y medición de las FEs no está saldada. En este sentido, distintas tradiciones disciplinares conceptualizan a las FEs como habilidades o procesos cognitivos generales, independientes del contexto, o a partir de la integración de conocimientos y expectativas en contextos específicos. Estas distintas aproximaciones suelen emplear distintos instrumentos de evaluación, entre los que destacan cuestionarios y tareas de laboratorio. En general, la congruencia entre ambas formas de evaluar las FEs suele ser de baja a media. A pesar de estas dificultades, hay consenso sobre la importancia de las FEs como procesos transversales implicados en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Existe además un *corpus* de datos amplio y contundente que vincula el desarrollo de las FEs con las características socioeconómicas del contexto de crecimiento. En general, los hallazgos muestran que crecer en situaciones de vulnerabilidad social impacta negativamente en las FEs. Por otra parte, es posible estimular el desarrollo de las FEs a través de actividades que las involucran de forma progresiva y sostenida, por ejemplo, con videojuegos especialmente diseñados para ello. Con base en lo antedicho, en esta tesis nos propusimos trabajar con niños y niñas que cursan nivel inicial para i) caracterizar la incidencia del nivel socioeconómico de la escuela en la evaluación de las FEs, ii) evaluar la variabilidad en el desempeño en tareas que requieren FEs en relación al nivel socioeconómico de los pares y del hogar y iii) evaluar un programa de estimulación cognitiva mediado por videojuegos. Los resultados indican que, para algunos procesos, el nivel sociocultural de la escuela modula la asociación entre las evaluaciones realizadas a través de tareas y cuestionarios. También que el control inhibitorio y la planificación son los procesos que muestran una asociación más fuerte

con el contexto socioeconómico. Finalmente, encontramos que el programa implementado repercute positivamente en el desempeño en tareas que requieren FEs. Los resultados obtenidos se discuten en relación a la literatura internacional y su relevancia para el contexto nacional.

Palabras clave: Funciones ejecutivas, nivel socioeconómico, estimulación cognitiva.

Abstract

Early childhood is a key period for the motor, social, emotional and cognitive development of the child. Executive Functions (EF), a series of high-level cognitive processes necessary to consciously and voluntarily adjust behavior to goals, undergoes exponential development in the preschool years. The most accepted conceptualization classifies EF as core EF (inhibitory control, working memory, and cognitive flexibility) and higher EF (planning, reasoning, and problem solving). In contrast to this apparently simple definition, the discussion on the conceptualization and measurement of EF is not settled. In this sense, different disciplinary traditions conceptualize EF as general cognitive abilities or processes, independent of context. Or more recently as the integration of knowledge and expectations in specific contexts. These different approaches use different instruments, among which are questionnaires and laboratory tasks. In general, the congruence between both means of evaluating the EF is usually low to medium. Despite these difficulties, there is a consensus on the importance of EF as transversal processes involved in the teaching-learning processes. There is also a large and compelling body of data that links the development of EF with the socioeconomic characteristics of the growth context. In general, the findings show that growing up in situations of social vulnerability has a negative impact on EF. On the other hand, it is possible to stimulate the development of EF through activities that involve them in a progressive and sustained way, for example, with video games specially designed for this. Based on the above, in this thesis we aimed to i) characterize the incidence of the socioeconomic level of the school in the evaluation of the EF, ii) evaluate the variability in the performance of tasks that require EFs in relation to the socioeconomic level of the school, of the peers, and of the home and iii) evaluate a program of cognitive stimulation mediated by video games, all in kindergarten classrooms. The results indicate that, for some processes, the sociocultural level of the school modulates the association between the evaluations carried out through tasks and questionnaires. Also that inhibitory control and planning are the processes that show a stronger association with the socioeconomic context. Finally, we found that the implemented program has a positive impact on performance in tasks that require EFs. We discuss the results in relation to the international literature and the national context.

Keywords: Executive functions, socioeconomic status, cognitive stimulation.

Tabla de Contenidos

Agradecimientos	2
Resumen	3
Abstract	5
Introducción	10
Marco teórico	15
La Teoría Sistémica del Desarrollo	15
Desarrollo cognitivo	19
Funciones Ejecutivas	19
Las tres FEs básicas	22
Control inhibitorio	22
Memoria de trabajo	26
Flexibilidad cognitiva	28
Las tres FEs superiores	29
Planificación	30
Razonamiento	31
Resolución de problemas	32
Factores moduladores del desarrollo de las FEs	33
Mecanismos mediadores entre contexto y desarrollo cognitivo	38
FEs y escolarización	41
FEs y NSE de los y las pares de clase	42
Estimulación cognitiva	44
Evaluación de las FEs	46
Objetivos	49
Objetivos generales	49
Objetivos específicos	49
Hipótesis de trabajo	50
Metodología general de trabajo	51
Instrumentos utilizados para evaluar las características del hogar	52
INSE	52
Necesidades Básicas insatisfechas (NBI)	53
Instrumentos utilizados para evaluar Funciones Ejecutivas	53
BRIEF-P	53
Tarea tipo Flor-corazón	54
Bloques de Corsi	55
Torre de Londres	55
ToNI	55

Índice compuesto de funcionamiento ejecutivo	56
Juegos de estimulación cognitiva	56
Avioncitos (control inhibitorio y flexibilidad cognitiva)	57
Memo Marote (memoria de trabajo)	57
Fábrica de chocolates (razonamiento lógico)	58
Fantasmitas (rotación mental de imágenes)	58
Plan de análisis estadístico	58
Aspectos éticos	59
Resultados	61
Estudio 1: Asociación entre las medidas de FEs basadas en tareas y cuestionarios en escuelas de distinto nivel sociocultural	62
Problema abordado	62
Participantes	64
Metodología. Aspectos específicos del diseño y procedimientos	65
Análisis de datos	66
Resultados	67
Discusión	95
Limitaciones y direcciones futuras	98
Conclusiones	99
Estudio 2: Variabilidad en el desarrollo de las FEs. Rol de la maduración, el NSE del hogar y el NSE de los pares escolares.	100
Problema abordado	100
Participantes	103
Metodología. Aspectos específicos del diseño y procedimientos	103
Análisis de datos	104
Resultados	105
Discusión	129
Limitaciones y direcciones futuras	138
Conclusiones	138
Estudio 3: Implementación y evaluación de un programa de estimulación del funcionamiento ejecutivo en clases de nivel inicial de escuelas de distinto nivel sociocultural	140
Problema abordado	140
Participantes	142
Metodología. Aspectos específicos del diseño	143
Análisis de datos	146
Resultados	147
Discusión	168
Limitaciones y direcciones futuras	171

Conclusiones	171
Consideraciones finales	172
Referencias	184
ANEXOS	214
Publicación asociada 1	215
Publicación asociada 2	226
Publicación asociada 3	240

Introducción

En nuestro país la infantilización de la pobreza es un problema acuciante: según el último informe del Instituto Nacional de Estadística, más de un quinto de los niños y las niñas¹ crecen en contexto de pobreza evaluada a través de los ingresos del hogar (INE, 2022). Sin embargo, los ambientes de desarrollo marcados por la pobreza presentan particularidades que no se pueden reducir al nivel de ingresos del hogar. Se trata de un fenómeno multidimensional, relacional y dinámico (Lipina & Evers, 2017) que se vuelve concreto en las condiciones físicas de la vivienda, en la cantidad de personas que la habitan, en ingresos insuficientes o irregulares para enfrentar los gastos del hogar, en el tipo de empleo y en la cobertura de salud, en el tiempo del que los cuidadores pueden disponer para las tareas de crianza, en las características de los vínculos entre adultos y niños y niñas, en el nivel educativo de los adultos del hogar, en las características del lenguaje dirigido a las y los niños, en la presencia de juegos y libros, en la exposición a violencia intrafamiliar y territorial, en el acceso a servicios en el barrio y en la presencia de toxinas ambientales, entre otros elementos. Implica la adición e interacción entre una cantidad variable de las adversidades mencionadas, que pueden ocurrir de forma permanente o transitoria. El término pobreza es, por lo tanto, una sobresimplificación que hace referencia a realidades variadas que coinciden en la vulneración de derechos fundamentales, que afecta mayoritariamente a la niñez y a la adolescencia y que, con frecuencia, se transmite de forma intergeneracional (McEwen & McEwen, 2017).

Puesto que las características biológicas de los y las niños y las de sus entornos de crianza confluyen en un entramado que constituye la matriz del desarrollo, las particularidades concretas vinculadas a la pobreza pueden modular las trayectorias de desarrollo. Por ejemplo, en nuestro país las y los niños de 0 a 3 años pertenecientes a los hogares de menores ingresos presentan un rendimiento descendido en pruebas estandarizadas que evalúan comunicación, motricidad fina, resolución de problemas y desarrollo socioemocional (Cabella et al., 2015). Luego, durante la etapa escolar, el nivel socioeconómico del hogar y del centro educativo se asocia con el nivel de

¹ Hemos optado por usar varias fórmulas de lenguaje inclusivo a lo largo del documento.

desempeño en lengua y matemática, con la cantidad de inasistencias y con el acceso, permanencia y egreso de educación media y superior (Cabella et al., 2015).

Estos datos son consistentes con la literatura internacional, que muestra una asociación entre el nivel socioeconómico del hogar, las trayectorias educativas, y el desarrollo cognitivo. Cabe señalar, sin embargo, que la mayoría de los estudios del área se realizan en países blancos, industrializados, ricos y desarrollados (Haft & Hoefl, 2017). Dado que las características materiales y subjetivas de la pobreza varían según los países y las culturas, es relevante estudiar qué mecanismos operan como mediadores entre el nivel socioeconómico y las trayectorias educativas en el contexto local.

Se ha propuesto que las funciones ejecutivas, procesos mentales superiores que permiten la regulación cognitiva, emocional y conductual orientada a objetivos en situaciones que implican incertidumbre (Vogel et al., 2021), vinculan el nivel socioeconómico con el desempeño escolar, puesto que se trata de procesos centrales para el aprendizaje, y son muy sensibles a las características de los entornos de crianza.

Aunque la definición de funciones ejecutivas presentada en el párrafo anterior es mayormente aceptada (es pertinente señalar que recientemente Doebel (2020) plantea una reconceptualización del constructo), en el área perdura un debate candente e irresuelto acerca de cómo evaluarlas. Por un lado, una corriente metodológica propone el uso de tareas individuales para evaluar procesos contexto-independientes, mientras que otra propone el uso de cuestionarios completados por educadoras o adultos responsables para evaluar habilidades contexto-específicas. La baja correlación entre ambos tipos de medidas supone un problema metodológico y conceptual, puesto que si los procesos son la base de las habilidades, la correlación entre ambas medidas debería ser alta. Más aún, es posible que las características de las escuelas incidan en la evaluación de estos procesos, especialmente en los que dependen de la mirada de las educadoras. Esta posibilidad totalmente inexplorada se aborda por primera vez en esta tesis.

A pesar de las dificultades metodológicas señaladas, un cuerpo importante de evidencia muestra una asociación entre el desempeño de las funciones ejecutivas (medidas con cualquier método) y el nivel socioeconómico del hogar, aunque también se reconoce en el campo una alta heterogeneidad en dicha asociación, incluso entre los y las niñas que viven en situación de pobreza (Haft & Hoefl, 2017; Lawson et al., 2018). En consecuencia, un asunto recurrente en la discusión de este fenómeno es la necesidad de caracterizar qué componentes de la ecología de los entornos median y moderan la asociación entre el nivel socioeconómico y las funciones ejecutivas. Recientemente han surgido modelos que intentan desentrañar la intrincada y enmarañada red de características que configuran los entornos adversos para el desarrollo, entre los que se encuentran los contextos de pobreza (Brody et al., 2013; Evans et al., 2013, Ellis et al., 2022, McLaughlin et. al., 2021). Se ha propuesto que en el contexto del hogar la inestabilidad ambiental, la privación material y simbólica, la presencia de situaciones amenazantes y la hostilidad del ambiente (entendida como la imposibilidad de prever la presencia de factores incontrolables que causan discapacidad y/o muerte) pueden modular el desarrollo de las funciones ejecutivas. Esta tesis busca aportar datos que contribuyan a comprender la incidencia del nivel socioeconómico en el desarrollo de las funciones ejecutivas en nuestro país. Es importante señalar que no hay estudios publicados sobre este tema en nuestro país, y que en general el funcionamiento ejecutivo en niños y niñas a nivel nacional se encuentra poco estudiado. Hasta donde sabemos, solo hay dos estudios nacionales en esta temática, ambos evalúan la incidencia de toxinas ambientales en el funcionamiento ejecutivo de escolares (Barg et. al., 2018; Desari et. al., 2020)

Sumado a todo lo anterior, existe evidencia que apunta a que el contexto escolar también es una fuente de variación en el desempeño ejecutivo (Blair, 2017). Si bien la mayoría de los trabajos apuntan a estudiar cómo las currículas escolares pueden modular el desarrollo de las funciones ejecutivas (Diamond & Ling, 2016), más recientemente también se ha comenzado a evaluar el efecto del nivel socioeconómico de los compañeros y compañeras escolares en las funciones ejecutivas. Algunas investigaciones incipientes sugieren que el nivel socioeconómico de los pares puede tener un efecto por sobre el NSE del hogar, lo que puede tener implicaciones

potencialmente importantes para las decisiones relacionadas con la composición del aula en entornos escolares (P. Miller et al., 2017; Weiland & Yoshikawa, 2014). Al momento de escribir este documento, no conocemos ningún estudio en nuestro país que aborde este tópico.

Finalmente, el estado de la cuestión expuesto en los párrafos previos deja claro que, más allá de la caracterización del fenómeno, urge la generación de estrategias y herramientas que apunten a promover el desarrollo de las funciones ejecutivas, especialmente para los niños y niñas que crecen en situaciones de vulnerabilidad. En nuestro país, gracias al Plan Ceibal, los dispositivos digitales son un elemento habitual y cotidiano en la vida de la mayoría de niños y niñas, ya sea en sus hogares o en la escuela. Promover que estos dispositivos constituyan un medio de acceso a experiencias enriquecedoras es atractivo, más aún si se considera la motivación intrínseca que los niños y las niñas sienten por jugar en computadoras y tabletas, lo que permite que las instancias con videojuegos sean naturalmente disfrutables y sostenibles en el tiempo. En consecuencia, la generación de juegos para dispositivos con pantallas (teléfonos, tabletas y computadoras) puede ser una estrategia escalable y económica para incidir positivamente en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Por esta razón, en el transcurso de esta tesis también evaluamos si un programa de estimulación cognitiva mediado por tabletas tiene la capacidad de promover el funcionamiento ejecutivo en niños y niñas que cursan nivel inicial.

Para abordar los problemas planteados empleamos una metodología cuantitativa, de alcance correlacional o explicativo, según los objetivos específicos de cada estudio. Trabajamos con niños, niñas y educadoras de nivel inicial 5 de escuelas públicas de distinto nivel sociocultural de Montevideo; evaluamos el nivel socioeconómico del hogar, el funcionamiento ejecutivo con varias estrategias, y desplegamos y evaluamos un dispositivo de estimulación de las funciones ejecutivas mediado por tabletas del plan Ceibal. Dada la naturaleza anidada de los datos y la presencia de distintos niveles de análisis (nivel niño, nivel hogar y nivel escuela) empleamos técnicas de modelado multinivel para analizar los datos recogidos.

En los capítulos que siguen, el lector encontrará en primer lugar la presentación del marco teórico, el estado del arte de la evidencia en el área, y los problemas conceptuales y metodológicos que persisten dentro de ella y justifican el tema de estudio. Del marco teórico y nudos irresueltos del tema se desprenden las preguntas de investigación, los objetivos que nos hemos planteado, y también las hipótesis en relación a los resultados que esperamos encontrar. Sigue a estas secciones una con la metodología general de trabajo. A continuación presentamos los resultados de los tres estudios, precedidos por algunas puntualizaciones relevantes en relación al tópico y algunas aclaraciones metodológicas específicas. El primer estudio aborda el problema de la conceptualización y medición de las funciones ejecutivas en contextos escolares de distintos niveles socioeconómicos. De este estudio surge un artículo publicado en la revista *Developmental Psychology* (Nin et al., 2022). El segundo estudio presenta la asociación entre la edad, el contexto socioeconómico del hogar, de la escuela y el nivel socioeconómico de los pares escolares en el desarrollo de las funciones ejecutivas. El tercer y último estudio presenta los resultados de un programa de estimulación cognitiva desplegado en escuelas públicas de Montevideo. Dos publicaciones más se asocian a esta tesis, una que describe el programa de estimulación (Nin et al., 2019) y otra que reporta los resultados de la intervención, publicada en la revista *Journal of Cognitive Enhancement* (Nin et al., 2023). Finalmente, la tesis cierra con una discusión general que busca integrar los hallazgos presentados y hacerlos dialogar con aspectos emergentes de la literatura. En particular, ponemos énfasis en discutir los resultados en el contexto de propuestas teóricas novedosas que conceptualizan el desarrollo cognitivo en términos de adaptación a la características del contexto, en contraposición a los modelos imperantes que tienen implícita la noción de trayectorias normativas y trayectorias deficitarias de desarrollo. En el anexo a la tesis se presentan los artículos publicados.

Marco teórico

Parte del contenido de este capítulo ha sido aceptado para su publicación en el capítulo “Una mirada psicobiológica de la autorregulación. Perspectivas e implicancias” en el libro “Aportes de la Ciencias Cognitivas a la Educación” (Delgado & Nin, 2022) y publicado en un artículo de revisión en la Revista Iberoamericana de Tecnología del Aprendizaje (Nin et. al., 2019). Ambos documentos se adjuntan en los anexos.

La Teoría Sistémica del Desarrollo

Las propuestas teóricas más recientes en Psicología del Desarrollo dejan de manifiesto un acuerdo en la disciplina: las trayectorias y desenlaces evolutivos dependen de lo que el niño o niña hereda en su constitución biológica y contextual. Sin embargo, conviven varias teorías que discuten el peso que se le atribuye a los genes, al ambiente y a la interacción entre ambos. Es imprescindible entonces introducir la Teoría Sistémica del Desarrollo (Lerner, 2006), perspectiva dentro de la Psicología del Desarrollo, que nutrida por distintas disciplinas converge hacia una síntesis que constituye el marco teórico de referencia para este trabajo.

El enfoque metateórico de las Ciencias del Desarrollo (Lerner, 2006), que integra la perspectiva Bio-ecológica Relacional de los Sistemas de Desarrollo (Bronfenbrenner, 1994) y la perspectiva contextualista (Bornstein et al., 2008; Overton, 2015), parte de una postura epistemológica que busca superar las dicotomías cartesianas (por ejemplo biología vs. ambiente, continuidad vs. discontinuidad, normal vs. deficitario). Enfatiza que los niños y las niñas son parte de un sistema multinivel integrado y estructurado, histórica y culturalmente situado (Lerner, 2006). De hecho, múltiples disciplinas son necesarias para describir las características de los ‘paisajes bioecológicos’ en los que se desarrollan las personas. En esta teoría, todos los niveles son capaces de influir en el desarrollo (es decir, se asume la multicausalidad o multideterminación del desarrollo), pero además se incluye la noción de causalidad recíproca es decir, la capacidad de modulación bidireccional, simultánea o secuencial, entre niveles. El concepto de causalidad recíproca deriva de otro, el de epigénesis probabilística propuesto por Gilbert Gottlieb (Gottlieb

& Lickliter, 2007). En el centro de este concepto yace la idea de que el desarrollo no es controlado unidireccionalmente por el material genético, sino que los aspectos ambientales (físicos, sociales, culturales) son capaces de producir variantes en los desenlaces ontogénicos. Diversos ejemplos recopilados por este autor muestran que las diferencias ambientales producen cambios a nivel de la expresión génica en varias especies, incluidos los humanos (Gottlieb & Lickliter, 2007). También que individuos con constituciones genéticas idénticas pueden devenir en estructuras o comportamientos diferentes, o no, según el ambiente de desarrollo (Gottlieb & Lickliter, 2007). El autor se refiere a los eventos ambientales con capacidad de alterar cursos de desarrollo como *experiencias vitales relevantes*.

Gottlieb (2007) propone por lo tanto un modelo (esquemático en la figura 1) en el que el desarrollo es un sistema estructurado en niveles (actividad genética, actividad neural, comportamiento y ambiente), en el que cada nivel es capaz de influir secuencialmente en el anterior y posterior, en interacciones bidireccionales a las cuales denomina *coacción* (para evitar el término *interacción*, que posee otro significado en el campo de la estadística).

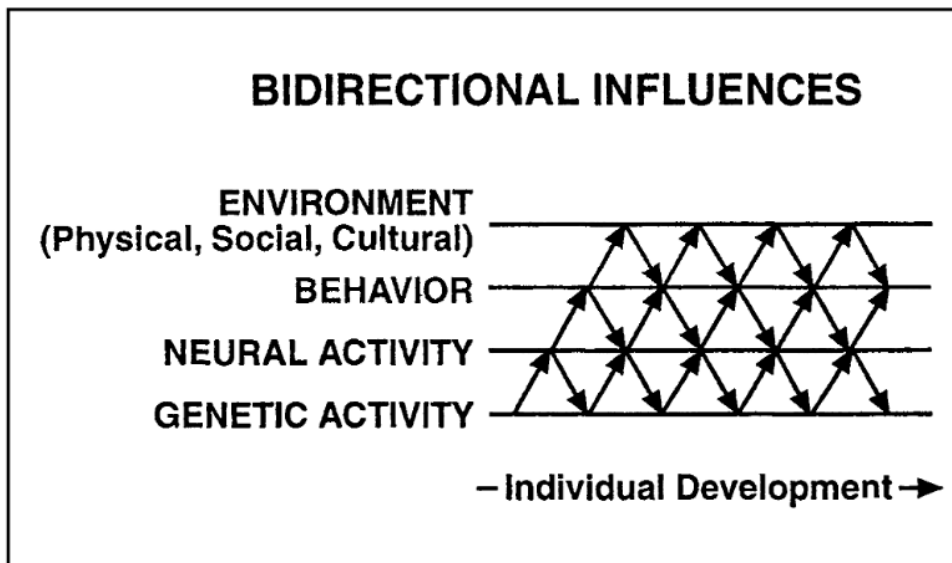


Figura 1. Modelo de niveles e influencias bidireccionales en el desarrollo propuesto por Gottlieb. Tomado de Gottlieb & Lickliter (2007).

Posteriormente, Zelazo amplió el modelo propuesto por Gottlieb (Zelazo, 2013) incorporando nuevos niveles de análisis: disgrega el nivel comportamental en funciones cognitivas, experiencias subjetivas y respuestas motoras, e incluye la capacidad de modulación simultánea entre niveles (en la figura 2 se representa a través de las flechas grises verticales).

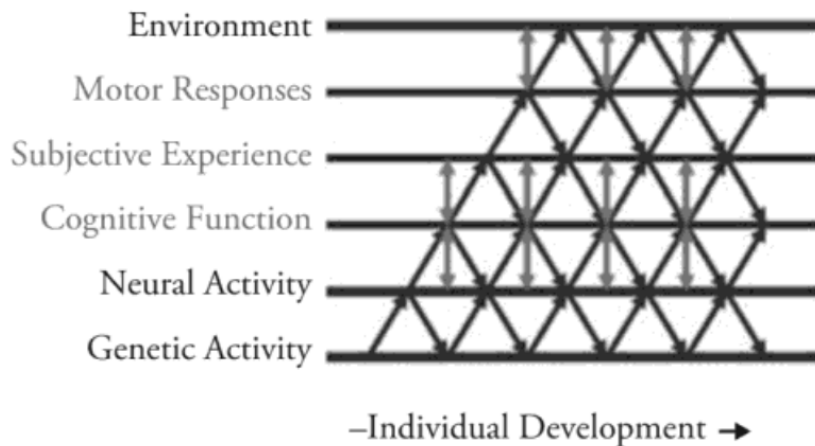


Figura 2. Modificación del modelo de epigenesis probabilística Gottlieb propuesta por Zelazo. Tomado de Zelazo (2013).

Puesto que los niveles recíprocamente modulados están integrados en sistemas, las funciones cognitivas, la experiencia subjetiva y la actividad motora pueden introducir cambios en el ambiente inmediato del niño, lo que a su vez influye en su desarrollo. En otras palabras, las y los niños son agentes activos y no meros receptores de las características ambientales (Lerner, 2006; Overton, 2015).

Otro aspecto central de la TSD es la plasticidad. En esta teoría el término se aplica en dos sentidos. Por un lado hace referencia a los cambios que pueden ocurrir en los sistemas externos al niño (la familia y los estilos parentales, las instituciones, los programas educativos, los contextos socio-históricos, políticos y culturales entre otros). Por otro lado, a nivel neural (ver

figura 2) la plasticidad se refiere a los cambios o adaptaciones del sistema nervioso central, particularmente el cerebro, que es el correlato orgánico del desarrollo observable. Cada vez más estudios ilustran cómo el cerebro cambia a partir de la interacción con el ambiente y en el correr del ciclo vital (Zelazo, 2013). Sin embargo, la plasticidad no es infinita: la capacidad de cambios ambientales de influir en las trayectorias vitales varía, por ejemplo en relación a la edad, siendo particularmente importante la denominada primera infancia (Bjorklund & Causey, 2017). Es gracias a la neuroplasticidad que las características ambientales pueden favorecer o restringir el desarrollo. Así, el estrés, las carencias nutricionales, el acceso reducido a recursos educativos y a experiencias enriquecedoras pueden impactar negativamente en él (Hackman et al., 2010; Lawson & Farah, 2017).

La Teoría Sistémica del Desarrollo tiene dos consecuencias ético-políticas ineludibles. En primer lugar cambia el lugar asignado a la diversidad en las trayectorias evolutivas. En contraposición a perspectivas previas, las diferencias interindividuales en cualquier punto temporal se entienden como el resultado de la interacción entre los múltiples niveles que constituyen al sistema de desarrollo. Al decir de Lerner: ‘para entender el desarrollo humano se debe comprender como las variables asociadas a la persona, lugar y tiempo coliden para dar forma a la estructura y función del comportamiento, y su cambio sucesivo y sistemático’ (Lerner, 2006, pag 7). Por lo tanto, dejan de tener sentido las comparaciones que consideran a ciertos sujetos ‘normales’ y otros ‘deficitarios’ (Lerner, 2006).

La segunda consecuencia de la TSD es que la psicología del desarrollo tiene una vertiente netamente aplicada que debería perseguir fines de justicia social. Esto se debe a la posibilidad de alinear los recursos personales y contextuales para promover un desarrollo pleno a lo largo del ciclo de vida. Por ende, los y las psicólogos del desarrollo conscientes de sus posibles aportes al conjunto de la sociedad, deberían no solo buscar describir y explicar, sino promover un desarrollo pleno (Lerner, 2006).

Desarrollo cognitivo

El término cognición se refiere a las habilidades o procesos mentales que hacen posible adquirir y manipular conocimiento (Bjorklund & Causey, 2017). Esos procesos no son directamente observables, y por lo tanto se infieren a partir de la observación de la conducta de los niños y las niñas. Abarca una gran cantidad de procesos, entre los que se encuentran la percepción, el lenguaje, o la capacidad de pensamiento abstracto, entre muchos otros. Por ser central para la tesis, las secciones subsiguientes se centrarán en el desarrollo de una serie de procesos cognitivos conocidos como Funciones Ejecutivas, fundamentales para el control voluntario de la conducta.

Funciones Ejecutivas

El término ‘Funciones Ejecutivas’ (FEs) hace referencia a una serie de habilidades que permiten controlar de forma consciente la conducta, los pensamientos y las emociones para alcanzar metas; elaborar, ejecutar y corregir los planes de acción necesarios para proceder en situaciones novedosas que no se pueden resolver en forma automática o refleja (Diamond, 2013). Entre las habilidades incluidas dentro de las FEs se encuentran la capacidad de sostener la atención en forma voluntaria, mantener objetivos e información de forma consciente en la mente, controlar impulsos y respuestas inadecuadas, inhibir distracciones, tolerar la frustración, considerar las consecuencias de distintas conductas, reflexionar sobre experiencias pasadas y planificar para el futuro (Diamond, 2013).

A pesar de lo que parece ser una definición clara, en la literatura sobre FEs persiste el debate en torno a su conceptualización y evaluación (Doebel, 2020; Inzlicht et al., 2021). Las dificultades están asociadas, en parte, a que en el estudio de las FEs se distinguen tres niveles de análisis: el conductual (al que se hace referencia en la definición presentada), el cognitivo y el neural. Dos niveles adicionales que impactan en el funcionamiento ejecutivo son el genético y el ambiental; también se hará referencia a ellos en el transcurso de este texto. Por otro lado, una vertiente metodológica emplea tareas dirigidas a evaluar el nivel procesual, mientras que otra recurre a cuestionarios que indagan sobre aspectos conductuales vinculados al funcionamiento ejecutivo. Finalmente, Doebel (2020) ha realizado una propuesta teórica novedosa, en la que sostiene que la

capacidad de autorregulación de la conducta no puede considerarse de forma independiente al contexto específico, los aprendizajes previos de la persona y sus valores y expectativas.

Durante los últimos años varios autores han hecho el esfuerzo de vincular entre sí los distintos niveles con el objetivo de generar un modelo integrador (Blakemore et al., 2011; Pfeifer & Peake, 2012; Zelazo, Chandler, et al., 2016). Más aún, en un esfuerzo por superar la falsa dicotomía cognición-emoción, el grupo de Zelazo ha incorporado las variables emocionales al estudio de las FEs, típicamente instituido dentro del marco 'cognitivo' (Zelazo et al., 2010). A su vez, es imprescindible integrar el factor tiempo en la caracterización de las FEs si se busca describir los mecanismos que hacen posible la mejora evidente que ocurre durante la primera infancia.

El análisis en el nivel cognitivo ha puesto el énfasis en comprender la estructura de las FEs, es decir, cuáles son y cómo se organizan los procesos mentales que permiten las conductas antes referidas. Los trabajos que abordan este problema suelen emplear técnicas de análisis factorial, generando modelos que explican la conducta observada en términos de procesos subyacentes y el grado de solapamiento entre estos. El trabajo seminal de Miyake colaboradores (Miyake et al., 2000) propuso que en adultos las FEs se sustentan en un conjunto de tres procesos mentales básicos: la flexibilidad cognitiva, la memoria de trabajo y el control inhibitorio. A pesar que la literatura posterior cristalizó la noción de tres FEs básicas separables, Miyake colaboradores advierten que estos procesos podrían no ser los únicos que subyacen a las FEs, y que no son completamente dissociables: la dicotomía procesos diversos versus unitarios no es suficiente para describir la estructura de las FEs (Friedman & Miyake, 2017; Miyake et al., 2000). Para algunos autores, como Diamond (2013) y Miyake et. al., (2000), las tres FEs básicas permiten la emergencia de FEs superiores involucradas en la resolución de tareas complejas: la planificación, el razonamiento y la resolución de problemas.

Letho colaboradores (Lehto et al., 2003) obtuvieron una estructura similar de tres factores en niños y niñas de 8 a 13 años. Por otro lado, trabajos realizados con niñas y niños de entre 3 y 4

años de edad encontraron que un modelo de factor único es el que mejor se adapta a los datos comportamentales en edades tempranas (Miller et al., 2012; Wiebe et al., 2011). En conjunto, estos resultados sugieren que en la primera infancia las FEs serían mejor conceptualizadas como un único grupo de habilidades cognitivas que se diferencian en el transcurso del tiempo (Zelazo, Blair, et al., 2016).

La visión tripartita, predominante en la literatura, ha sido recientemente cuestionada por Doebel (2020), que propone conceptualizar las FEs como el resultado de la integración de conocimiento, creencias, valores y expectativas. Para esta autora, que los sujetos puedan controlar sus pensamientos, emociones, procesos motores y perceptuales con el objetivo de alcanzar metas en situaciones específicas (Doebel, 2020) depende de la integración de los elementos mencionados. En este sentido, se ha reportado que la capacidad de controlar el comportamiento propio en una tarea clásica de autorregulación depende de las creencias en relación a las normas grupales (Doebel & Munakata, 2018), la posibilidad de que otros se enteren sobre el comportamiento del sujeto (Ma et al., 2020), y si la tarea se realiza en solitario o acompañado por un par (Koomen et al., 2020). En síntesis, Doebel propone que los niños y las niñas desarrollan la capacidad de controlar sus acciones en situaciones específicas y no un proceso inhibitorio general que se pone en juego en cualquier contexto.

Por su parte, el nivel neural de análisis intenta dar cuenta de las áreas, redes o conexiones cerebrales asociadas a los procesos cognitivos y a las conductas observables. En términos amplios, las FEs dependen de redes distribuidas en la corteza prefrontal, una zona de desarrollo tardío, prolongado, sensible al entorno y que atraviesa importantes cambios en la primera infancia (Friedman & Robbins, 2022). Las redes cerebrales asociadas a los tres procesos cognitivos básicos de las FEs (la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva) serán descritas con más detalle en los apartados siguientes.

Las tres FEs básicas

Como mencionamos, en la literatura es habitual distinguir tres procesos básicos dentro de las FEs. Ellos son el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. A continuación, se profundiza en cada uno de estos conceptos.

Control inhibitorio

El término ‘inhibición’ en psicología es notoriamente polisémico, empleándose para describir una plétora de fenómenos. En psicología cognitiva se emplea para referirse a la inhibición de conductas motoras, inhibición de distractores (también llamado atención selectiva), inhibición de emociones e inhibición mnémica (Aron, 2014), ver figura 3. Más aún, el término ‘inhibición’ también se emplea en neurofisiología con un sentido diferente, dificultando el diálogo entre niveles de análisis. No sorprende entonces que de las tres FEs básicas, el control inhibitorio sea el que presenta más definiciones en la literatura.

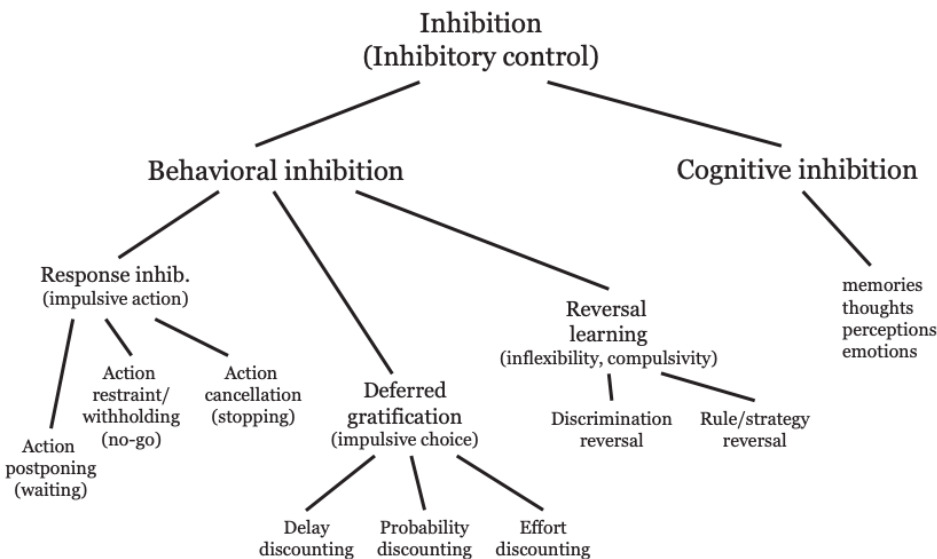


Figura 3. Una clasificación posible de distintos aspectos de la inhibición conductual y cognitiva, junto a algunas tareas que se emplean para evaluarlas. Tomado de Bari & Robbins (2013).

A pesar de la variedad de escenarios en los que se usa el término, se acuerda que una distinción clave es la de inhibición automática versus controlada. En el contexto de la ejecución de tareas, la primera hace referencia a la inactivación no consciente de las operaciones mentales innecesarias o incompatibles con la tarea, mientras que la segunda permite la supresión intencional, consciente de dichas operaciones (Boy et al., 2010). A esta última forma de inhibición se la conoce, dependiendo del autor y su área de investigación como ‘control cognitivo’, ‘autocontrol’, ‘control de las interferencias’, ‘inhibición cognitiva’ o ‘control inhibitorio’, y se pone de manifiesto en las situaciones en las que se debe suprimir una conducta obvia para dar lugar a otra menos evidente, pero más beneficiosa. Estos conceptos, aunque no idénticos, se solapan, se definen usualmente con vaguedad y surgen de diferentes campos y de distintas aproximaciones metodológicas (Aron, 2014; Diamond, 2013).

En esta tesis adoptaremos la definición de *control inhibitorio* propuesta por Blair & Ku, (2022): la capacidad de inhibir una respuesta preponderante o automática durante la realización de una tarea. Esta definición es fácilmente operacionalizable y permite estudiar el proceso en todos los niveles mencionados, así como su interacción con otros procesos cognitivos o emocionales.

Vale la pena señalar la definición planteada por Adele Diamond, (2013), más amplia pero que coincide en varios aspectos con el modelo de Blair. Para ella el control inhibitorio es el proceso voluntario y consciente que permite controlar la atención, la conducta y las emociones para contener tendencias iniciales dando lugar a la reflexión sobre lo que se hace. En este sentido, el control inhibitorio permite la independencia de estímulos externos o impulsos internos, superando los hábitos que guían la conducta en una dirección predeterminada (Diamond & Ling, 2016). Aunque muy aceptada, es difícil de operacionalizar por ser tan amplia e incorporar múltiples aspectos cognitivos y emocionales.

Las áreas cerebrales implicadas en el control inhibitorio se han estudiado a través de tareas que requieren que los participantes supriman una respuesta predominante para generar una respuesta subdominante adecuada. Ejemplos de éstas son la tarea *Stroop*, de flancos, Simon, de

compatibilidad estímulo-respuesta, antisácada, *go/no go* y señal *stop*. Cieslik et al. (2015) realizaron un metaanálisis de ciento setenta y tres trabajos de neuroimagen que emplean las tareas mencionadas con el objetivo de identificar las regiones cerebrales vinculadas al control inhibitorio. Encontraron una red bilateral frontoparietal ampliamente distribuida que se activa en todos los experimentos analizados; ésta incluye la ínsula anterior, el giro frontal inferior, la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza premotora dorsal, así como el surco parietal bilateral extendiéndose a la región superior del lóbulo parietal. También se encontró actividad común a todas las tareas en la unión temporoparietal derecha, el giro occipital inferior izquierdo y el área motora suplementaria extendiéndose hasta la corteza cingulada media anterior. Además, se encontró actividad en regiones subcorticales: en el núcleo talámico derecho y el núcleo caudado derecho.

Las tareas incluidas en el metaanálisis pueden clasificarse en cuatro subtipos de control inhibitorio: frenar una acción motora (*go/no go*), cancelar una acción ya iniciada (señal *stop*), conflicto espacial (*simon*, *flancos*, tarea antisácada y compatibilidad estímulo-respuesta) y conflicto no espacial (*Stroop*). Los autores analizan luego las regiones que se activan en estos subtipos para eliminar los efectos de activación propios de cada tarea. Encuentran que la ínsula anterior y la unión inferior frontal son los dos *clusters* comunes a todos los subtipos de control inhibitorio incluidos en el estudio. Por lo tanto, parecería ser que esas regiones son centrales al control inhibitorio, a las que se suman otras regiones cerebrales dependiendo de la tarea particular que se esté llevando adelante (Figura 4).

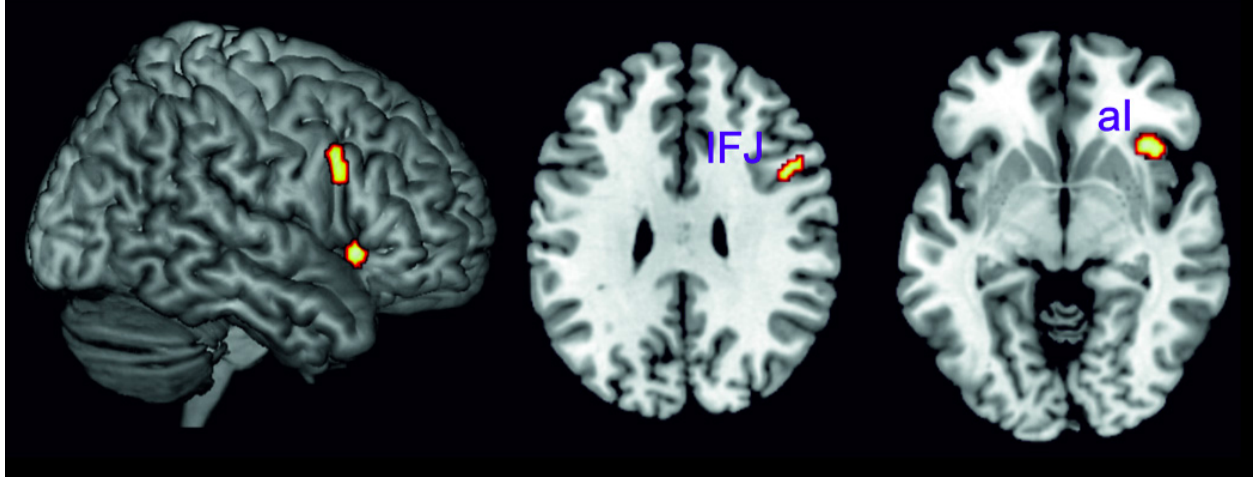


Figura 4. La imagen muestra las regiones cerebrales que se activan en los cuatro tipos de tareas empleadas para evaluar control inhibitorio (Stroop, interferencia espacial, *go/no go* y señal *stop*). Tomado de Cieslik et al. (2015).

Algunas de las tareas paradigmáticas para evaluar control inhibitorio no pueden usarse en niños y niñas pequeñas, por ejemplo, no es posible emplear la tarea *Stroop* antes de la automatización de la lectura. Una de las primeras tareas de laboratorio creadas para evaluar el control inhibitorio en niños y niñas prelectoras es '*Stroop* día - noche'. Consiste en solicitarle a las y los niños que contesten con la palabra *día* a una imagen oscura con luna y estrellas, y con la palabra *noche* a una imagen clara con un sol. Al igual que la tarea *Stroop* típica de adultos, la respuesta correcta supone inhibir la respuesta automática (por ejemplo, decir *día* al ver un sol). El primer trabajo con esta tarea mostró una mejora muy importante en la tasa de respuestas correctas entre los 4 años y medio y los 7 años (Gerstadt et al., 1994). Posteriormente, varias versiones modificadas (revisadas en Montgomery & Koeltzow, 2010) obtuvieron resultados en la misma dirección. Esas versiones incluyen un bloque congruente antes del incongruente (es decir, un bloque que requiere la respuesta automática), más pares antagónicos (niño:niña, perro:gato, grande:chico, arriba:abajo), señalar a una imagen verde al escuchar la palabra *nieve* y a una imagen blanca al escuchar la palabra *pasto* y una versión con animales en la que los y las niñas observan figuras de animales en las que no coinciden el cuerpo y la cabeza. Esta versión es la más parecida a la tarea *Stroop* clásica porque los estímulos presentan dos dimensiones (cabeza y cuerpo), una de las cuales se procesa preferencialmente (en este caso la información del rostro) y los y las niñas deben responder a la dimensión subdominante (contestar qué animal tiene ese cuerpo) (Wright

et al., 2003). En esta última tarea se registran mejoras en el rendimiento desde los 3 a los 16 años (Wright et al., 2003).

En síntesis, el control inhibitorio operacionalizado como la capacidad de inhibir una respuesta automática en favor de una subdominante aumenta drásticamente entre los 3 y los 7 años de edad.

Memoria de trabajo

La memoria de trabajo (MT) es un sistema, o conjunto de procesos, que permiten mantener representaciones mentales activas al servicio del pensamiento y la acción (Oberauer et al., 2018). Se trata de un proceso central a la cognición, y por ende, varios aspectos de la cognición dependen de ésta. Por ejemplo, la memoria de trabajo es crítica para comprender el lenguaje oral y escrito, ya que se debe relacionar cada palabra con la anterior y la siguiente para poder extraer el sentido de la frase, párrafo o discurso. Es también esencial para poder realizar operaciones matemáticas mentalmente y para transformar instrucciones en acciones. Gracias a la MT es posible reordenar elementos, relacionarlos, compararlos, disgregarlos en sus partes constitutivas y analizarlos para encontrar similitudes poco aparentes, actividades mentales fundamentales tanto para el razonamiento como para la creatividad (Cowan, 2016; Diamond, 2013). Las definiciones actuales de memoria de trabajo enfatizan que se trata de un sistema de capacidad estrictamente limitada, y hacen referencia a las propiedades de estabilidad y actualización de sus contenidos (en inglés, *stability* y *updating*). En términos teóricos, desde un punto de vista computacional se propone que esta particularidad en el manejo de los contenidos de la MT se logra gracias a un proceso de cierre y apertura de una barrera (*gating* en inglés). Mientras que el cierre permite proteger los contenidos de la interferencia de estímulos distractores, la apertura permite que los contenidos ya usados o innecesarios sean removidos o sustituidos por nuevos elementos relevantes para la tarea en curso (Trutti et al., 2021).

El modelo de memoria de trabajo más prominente es el de Baddeley, que postula la existencia de un sistema de múltiples componentes que retiene información limitada de forma temporal mientras la procesa.

En el centro del modelo se encuentra el Ejecutivo Central, un sistema responsable de la regulación de la atención y la conducta (Baddeley & Hitch, 1994). El retén episódico es un sistema de representación multidimensional capaz de integrar representaciones temporales provenientes de la propia MT u otros sistemas (Baddeley, 2003). Los otros dos componentes principales del modelo son sistemas especializados en la manipulación y retención de material en modalidades sensoriales específicas. El bucle fonológico consiste en un almacén a corto plazo que permite el ensayo subvocal, es gracias a este proceso de repetición que la MT logra recodificar información no verbal (como dibujos o palabras escritas) a una forma fonológica que le permite ingresar al bucle fonológico. Finalmente, el bucle visuoespacial almacena material en términos de sus características visuales o espaciales (Logie, 1986).

Se han estudiado los correlatos neuronales del modelo de MT de Baddeley a través de técnicas de neuroimagen, identificándose la participación de una red frontoparietal que incluye la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza cingulada anterior y la corteza parietal (Chai et al., 2018). Se ha propuesto que la corteza prefrontal dorsolateral está involucrada en la resolución de tareas que requieren integración de información para la toma de decisiones, el mantenimiento o recuperación de información almacenada y la actualización de los elementos en el almacén mnémico. La corteza cingulada anterior funciona como un “controlador atencional” que evalúa la necesidad de ajustes y adaptación de la información con base en las demandas de la tarea, mientras que en la corteza parietal tiene lugar procesamiento perceptual y sensorial (Chai et al., 2018).

Existe una gran variedad de tareas que se emplean para evaluar distintos aspectos de la memoria de trabajo: recuperación serial (también llamadas tareas de span simple, implican la recuperación de una serie de elementos en el mismo orden en que fueron presentados), recuperación libre,

recuperación en orden inverso, tareas de span complejo, en la que los ítems a ser recordados se alternan con distractores, tareas de detección de cambios y tareas *n-back* en la que se presenta una serie larga de elementos y la persona debe decidir si el elemento actual es el mismo que se presentó *n* elementos atrás (Oberauer et al., 2018). Gathercole y colaboradores (Gathercole et al., 2004) usaron 6 tareas para evaluar el span simple del bucle fonológico y del block visuoespacial y 3 tareas para evaluar el span complejo de niños y niñas de entre 4 y 15 años de edad. Los resultados muestran con claridad una mejora continua a medida que la edad aumenta, aunque los mecanismos que permiten el aumento de capacidad no han sido completamente dilucidados: podría atribuirse a una mayor cantidad de “espacios” (*slots*) en la memoria de trabajo, o a una mejoría en la capacidad de control que permiten que esos *slots* se rellenen con mayor eficiencia (Gathercole et al., 2004).

Flexibilidad cognitiva

En términos generales “flexibilidad” incluye tanto flexibilidad cognitiva, ampliamente definida como la capacidad de modificar el foco atencional, las representaciones mentales, los planes de acción o los pensamientos, y la flexibilidad conductual, que hace referencia a la habilidad de cambiar entre conductas, en ambos casos con fines adaptativos de ajuste a las demandas de las tareas y las restricciones contextuales (Uddin, 2021). Estos constructos están estrechamente ligados, ya que no es posible evaluar la flexibilidad cognitiva sin una respuesta observable, ni suponer que una conducta flexible ocurre sin flexibilidad cognitiva.

Gracias a la flexibilidad las personas logran deponer conductas establecidas para darle lugar a otras nuevas, más eficientes o más adecuadas. Varias propuestas teóricas la ubican en la base de habilidades complejas como la resolución de problemas, la planificación orientada a la consecución de metas o el aprendizaje intencional (Uddin, 2021). Para permitir las habilidades recién referidas, la flexibilidad cognitiva debe reclutar o trabajar en conjunto con las otras FEs: control inhibitorio y memoria de trabajo. La flexibilidad cognitiva supone una ventaja adaptativa ya que permite superar comportamientos estereotipados y explorar alternativas imaginarias o

concretas. Sin embargo, la posibilidad de flexibilizar cognición y conducta conlleva un costo, generalmente observable en tiempos de respuesta más lentos, pues requiere mantener y seleccionar entre opciones simultáneas e incompatibles, o porque requiere optar por algún aspecto específico de un estímulo o situación compleja, o claves ambientales, o representaciones activas en la memoria de trabajo (Legare et al., 2018).

También como en los casos anteriores, varias tareas se emplean para evaluar el mismo constructo al que se hace referencia con nombres diferentes; es usual encontrar trabajos que emplean los términos “cambio de tarea” (*task switching*) o “cambio atencional” (*attentional switching*) o aprendizaje reverso (*reversal learning*). En cualquiera de estos casos, la facilidad con que se logra responder de forma correcta luego de que ocurre un cambio en las reglas o en la asociación estímulo-refuerzo se considera una medida de flexibilidad. Entre las tareas que se utilizan para evaluar flexibilidad, la más paradigmática es el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin (Grant & Berg, 1948). Esta tarea requiere la inferencia de reglas para organizar las tarjetas en mazos, las reglas van cambiando a medida que los ensayos avanzan y por lo tanto los sujetos deben desistir de emplear las reglas que en un momento de la tarea dejan de ser correctas y explorar otras posibilidades para encontrar las reglas nuevas. No obstante, la tarea no resulta adecuada para evaluar flexibilidad en niños y niñas por lo que se han diseñado tareas específicas para la infancia.

Una tarea muy empleada para evaluar flexibilidad en niños y niñas es la tarea de clasificación de cartas con cambio dimensional (Zelazo et al., 2013) (DCCS por su nombre en inglés *Dimensional Change Card Sort*). En esta tarea, los niños y las niñas clasifican estímulos bidimensionales (cartas que varían en forma y color) primero siguiendo un criterio, y luego de varias clasificaciones, se solicita que se clasifique atendiendo a la otra dimensión. Así, el niño o la niña primero clasifican las cartas siguiendo un criterio de color (todas las cartas rojas de un lado y las azules de otro, sin importar la forma), y luego siguiendo un criterio de forma (los camiones de un lado y las flores de otro, sin importar el color). El desempeño en esta tarea es pobre hasta los 4 años aproximadamente: niños y niñas no logran cambiar el criterio de

clasificación. A partir de esa edad, se observa una mejora notable en el desempeño (Weintraub et al., 2013; Zelazo et al., 2013).

El desarrollo de la flexibilidad cognitiva sigue una forma de U invertida, mejorando dramáticamente entre los 3 y los 6 años, alcanzando un pico entre la segunda y tercera década de la vida, con un posterior declive (Uddin, 2021).

Las tres FEs superiores

De acuerdo al modelo propuesto por Miyake (Miyake et al., 2000) y popularizado por Diamond (Diamond, 2013), las tres FEs básicas descritas son necesarias para la ocurrencia de tres procesos cognitivos superiores que se presentan a continuación: planificación, razonamiento y resolución de problemas.

Planificación

Comprende el proceso de formulación, evaluación y selección de una secuencia de pensamientos y pasos para alcanzar una meta. Permite anticipar mentalmente las consecuencias de las acciones, generando la estrategia más eficaz y efectiva para alcanzar un objetivo. La planificación permite adaptar las conductas no solo a la situación actual, sino a situaciones futuras, que pueden o no depender de las propias acciones (McCormack & Atance, 2011). Para ello es necesario combinar un número discreto de pasos en un plan de acción exhaustivo y ejecutar cada paso en el orden correcto (Owen, 1997), así como también monitorear las acciones ejecutadas y las respuestas del entorno a las mismas para cambiar de estrategia si el resultado no es el esperado. Requiere, además, la capacidad de representar eventos en una línea temporal (McCormack & Atance, 2011). La elaboración y ejecución de planes requiere el involucramiento de FEs básicas, la memoria de trabajo permite mantener activos las representaciones mentales de la secuencia de pasos y los resultados esperados para cada uno, la flexibilidad cognitiva es necesaria para cambiar la estrategia si ésta no resulta en el estado final deseado y el control

inhibitorio permite evitar perseverar en la ejecución de una secuencia de pasos inconducentes (Miyake et al., 2000).

Las tareas usualmente empleadas para evaluar planificación durante la infancia se clasifican en tres categorías: tareas del tipo “puzzle de torre”, planificación de recorridos, y tareas de guionar situaciones “reales”. Dentro de las primeras, las tareas de Torre de Hanoi y Torre de Londres, se basan en transformar la configuración inicial de un objeto en otra final, siguiendo reglas predefinidas. Por ejemplo, en la Torre de Londres (Schallice, 1982), se deben mover de 3 a 5 discos de distintos colores, ubicados en 3 varillas de distinta altura, a otra configuración moviendo solo un disco a la vez, y no pudiendo el disco estar en un lugar que no sea la mano o la varilla. Senn y colaboradores (2004) mostraron, usando esta tarea, que la capacidad de planificación mejora notablemente durante la etapa escolar. Las tareas de planificación de ruta pueden ser tan sencillas como la resolución de un laberinto, u otras más complejas como seleccionar la ruta más eficiente para recoger ciertos artículos en la maqueta o diagrama de una tienda con estantes y productos. Finalmente, la última categoría de tareas implica solicitarle al niño o niña que describa la serie de pasos necesarios para realizar una acción que le resulte familiar, por ejemplo, prepararse para ir a hacer las compras. En los niveles más sencillos de este tipo de tarea, los niños o niñas apelan a la memoria a largo plazo para recordar el orden de acciones que les son conocidas, en niveles más complejos, se solicita que describan la secuencia de pasos necesarios para realizar acciones novedosas dentro de estas situaciones conocidas, por ejemplo, que planifiquen cómo hacer las compras para una fiesta de cumpleaños (misma cita).

Razonamiento

Es el proceso mental que hace posible extraer conclusiones o realizar inferencias a partir de la información disponible para el sujeto. El razonamiento requiere operar con la información, manipulándola, analizando sus partes, para poder realizar inferencias lógicas de forma inductiva o deductiva (Bruner, 2006). Esta actividad puede desarrollarse con diferentes niveles de conciencia, ocurriendo tanto de forma implícita como explícita (Evans & Over, 1996). Dado que el razonamiento requiere un procesamiento lógico y analítico de la información, suele

catalogarse como un aspecto cognitivo de “dominio general”. Se ha propuesto la existencia de cuatro formas de razonamiento: deductiva, inductiva, abductiva y analógica. El razonamiento deductivo refiere a la serie de pasos que permite arribar a conclusiones a través de un proceso lógico que parte de condiciones o premisas conocidas. El razonamiento inductivo es aquel que permite arribar a abstracciones o generalizaciones a partir de observaciones particulares; en otras palabras, permite recorrer un camino de lo particular a lo general. De forma similar, el razonamiento abductivo, también llamado razonamiento hipotético, supone arribar a una conclusión para un evento observado apelando a una regla conocida. Finalmente, el razonamiento analógico o a través de analogías permite arribar a una conclusión a partir de la detección de similitudes entre observaciones (Conner et al., 2014).

Existen varias tareas para evaluar las distintas formas de razonamiento, aquí presentaremos brevemente las de uso más frecuente en niños y niñas. El razonamiento inductivo suele evaluarse a través de tareas de completar series. En este tipo de tareas se debe identificar qué elemento de entre varias opciones completa una serie, a partir de la identificación de las reglas que guían las relaciones entre los elementos dados. Las tareas más habituales para evaluar razonamiento inductivo son las tareas de matrices, en las que la serie que se debe completar tiene varias columnas y filas. Las matrices progresivas de Raven y el Test de Inteligencia no Verbal (ToNI) son ejemplos de tareas de tipo matiz. Por otra parte, las tareas del tipo A es a B lo que C es a ... (una abeja es a un panal lo que una persona es a un ...) permite evaluar razonamiento analógico tanto con estímulos orales como pictográficos (De Van, Vo & Csapó, 2022).

Resolución de problemas

Un problema puede ser definido como una situación en la que la serie de acciones que es necesario ejecutar para alcanzar una meta es desconocida (Newell & Simon, 1972). Este proceso va desde el reconocimiento de una situación problema hasta su resolución; en él se pueden describir al menos cuatro fases. La primera requiere la representación del problema, donde se establece el “espacio del problema”, se analizan restricciones, los planes de acción posibles y se

definen las eventuales soluciones. La segunda es la planificación de una secuencia de acciones, es decir, la selección de un plan de acción específico entre muchos posibles; la tercera es la ejecución de esas acciones y la cuarta y última es la evaluación donde se contempla la detección y corrección de errores (Zelazo et al., 1997). Aprender a resolver problemas requiere la adquisición tanto de conocimiento procedural (qué acciones son necesarias y cómo realizarlas) como de conocimiento conceptual (por qué esas acciones son necesarias para resolver el problema) (van Gog et al., 2020). Evidentemente, existe una gran variedad de problemas, por lo que su clasificación no es sencilla y escapa a los objetivos de esta tesis. Diremos, no obstante, que los problemas pueden variar en su naturaleza, la forma en que se presentan y representan, sus componentes, las relaciones entre componentes, y por supuesto, las estrategias necesarias para su resolución (Jonassen, 2000). Así, resolver un ensayo de la Torre de Londres es un problema que requiere principalmente habilidades de planificación, mientras que resolver una matriz requiere capacidad de razonamiento inductivo.

La resolución de problemas no es una capacidad estática, se desarrolla a través de la experiencia y mejora con la práctica y el conocimiento adquirido. Forma junto al razonamiento parte de la inteligencia fluida, un excelente predictor del desempeño académico y profesional (Bailey, 2007).

Factores moduladores del desarrollo de las FEs

Como se describe en la primera sección de este capítulo, las trayectorias de desarrollo surgen como consecuencia de las interacciones bidireccionales entre varios niveles (entre otros, el nivel biológico, cognitivo y ambiental). El hogar y centro educativo, enmarcados en redes socioculturales más amplias brindarán experiencias altamente relevantes para el desarrollo. Los estilos parentales (Hughes & Devine, 2019), la estimulación cognitiva (Rosen et al., 2020), y el nivel socioeconómico del hogar (Noble et al., 2007) son variables que modulan el neurodesarrollo durante los primeros años de vida.

Desde hace casi dos décadas, la acumulación de estudios que analizan la influencia del nivel socioeconómico de los hogares en el desarrollo cognitivo ha conducido a uno de los hallazgos más consolidados: la pobreza no impacta en todos los procesos cognitivos por igual (Noble et al., 2007). Estos estudios, realizados generalmente en un contexto controlado y neutro de laboratorio, muestran que mientras que algunos procesos se ven fuertemente afectados (Lawson et al., 2018), otros mantienen niveles de funcionamiento muy similar entre poblaciones de NSE diferente (Frankenhuis et al., 2020). La pobreza suele asociarse con desempeños disminuidos en tareas de funcionamiento ejecutivo (principalmente en la memoria de trabajo y el control inhibitorio), control atencional, memoria declarativa y lenguaje desde edades muy tempranas (Blair et al., 2013; Blair & Raver, 2012; Lipina et al., 2005, 2013; McEwen & McEwen, 2017; Mezzacappa, 2004; Noble et al., 2005, 2007, 2015; Ursache et al., 2015, 2016) (para un meta análisis, ver Lawson et al. (2018)).

Durante la última década también se ha generado evidencia de vínculos entre el NSE y aspectos de la estructura y función cerebral que subyacen a los procesos cognitivos afectados por la pobreza. Por ejemplo, los patrones electroencefalográficos vinculados a enfocar la atención e ignorar distractores se asocian con el NSE del hogar (D'Angiulli et al., 2008; D'angiulli et al., 2012; Pavlakis et al., 2015). Los estudios de Resonancia Magnética Funcional muestran que el reclutamiento de áreas vinculadas al funcionamiento ejecutivo y al lenguaje difiere en niños provenientes de hogares con distintos recursos económicos (revisado en Farah, 2017). También hay reportes que muestran asociaciones entre el NSE y varios aspectos de la estructura cerebral: volumen cortical, área de la superficie y grosor de la corteza (Butterworth et al., 2012; Gianaros et al., 2013, 2017; Hanson et al., 2011; Javanbakht et al., 2015; Mackey et al., 2015; Noble et al., 2015) aunque la consistencia entre reportes no es completa (por una revisión reciente consultar Farah, 2017).

En resumen, la evidencia acumulada a la fecha señala que el NSE del hogar se correlaciona con cambios estructurales y funcionales en varias regiones cerebrales, que incluyen a la corteza prefrontal, parietal, temporal, occipital y el sistema límbico. Sin embargo, la gran variedad de diseños experimentales y algunas inconsistencias en los resultados hacen que sea prematuro, sino arriesgado, realizar aseveraciones categóricas y universales acerca de las huellas que deja la pobreza en el cerebro.

Los hallazgos descriptivos reseñados tienen el mérito de hacer visibles las relaciones entre distintas características del ambiente y las trayectorias de desarrollo, sin embargo, no arrojan luz sobre los mecanismos que explican cómo es que la pobreza impacta en la cognición. Tal como se mencionara anteriormente, para abordar este problema haremos referencia al modelo ecológico de desarrollo presentado en la sección “La Teoría Sistémica del Desarrollo”. Recapitulando brevemente, los postulados de esta perspectiva proponen que las personas se desarrollan en ecosistemas conformadas por múltiples contextos ambientales subsumidos y en constante interacción, que pueden ser organizados (tomando al niño o niña como centro del ecosistema) desde microsistemas proximales a macrosistemas distales (Bronfenbrenner, 1994). En consonancia con esta perspectiva teórica, se han identificado características que modulan las trayectorias de desarrollo de las funciones ejecutivas en cada uno de los niveles de la ecología de desarrollo. Así, se ha visto que las características de las prácticas de crianza, propias del microsistema (Lopez et al., 2021), y las características y dinámicas barriales y culturales, propias del macrosistema, son elementos que impactan el desarrollo cognitivo en general y el ejecutivo en particular (Hyde et al., 2020). Por ejemplo, varios aspectos de la maternidad (o parentalidad, de acuerdo al término genérico en inglés *parenting*), entre los que se incluyen las prácticas de andamiaje, la calidez del vínculo o las estrategias de disciplinamientos se asocian al desarrollo de las funciones ejecutivas (Fay-Stammach et al., 2014). De manera adicional, también hay evidencia de una asociación entre las características de los programas de educación inicial y el desarrollo de las funciones ejecutivas (Blair, 2016). Más recientemente, y de forma aún emergente, algunos estudios sugieren que el nivel socioeconómico de los y las compañeras de

clase inciden en la capacidad de autorregulación a través de la modulación del control inhibitorio y la memoria de trabajo (Weiland & Yoshikawa, 2014). En síntesis, la perspectiva contemporánea del desarrollo propone que la pobreza es un ecosistema que se asocia con particularidades específicas en los niveles micro, meso y macro sistémicos que operan como mecanismos conectores entre la realidad socioeconómica de un hogar y el desarrollo cognitivo.

Una de las aproximaciones teóricas más aceptadas para caracterizar la ecología de la pobreza es el de las “adversidades tempranas”, que propone que tanto la intensidad como la frecuencia de eventos adversos impacta en el desarrollo de las personas (Felitti et al., 1998). Ejemplos de eventos adversos son el abuso físico, sexual y emocional, la negligencia física y emocional, la presencia de violencia basada en género intrafamiliar y de enfermedades mentales en la familia, el abuso de sustancias psicoactivas en el hogar, separación de los padres, y el encarcelamiento de un miembro de la familia (Nelson, 2017). Aunque muchos de éstos no son exclusivos de los contextos socioeconómicos bajos, la presencia de otras adversidades (como carencias habitacionales, hacinamiento, y dificultad para acceder a servicios de calidad) pueden resultar en una mayor acumulación y frecuencia de adversidades tempranas en situaciones de pobreza (Lopez et al., 2021). A pesar que la perspectiva basada en las adversidades buscó originalmente explicar la relación entre las adversidades tempranas y los procesos de salud - enfermedad física, luego se expandió hacia el terreno psicosocial, incluyendo consecuencias en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Johnson et al., 2021).

La perspectiva de las adversidades originalmente fue operativizada a través de la aproximación del riesgo acumulado, es decir, la suma de adversidades presentes en un momento determinado. Sin embargo, esta perspectiva tiene la limitante de asignarle el mismo valor a todos los tipos de adversidades posibles, y no permite, por lo tanto, discernir los mecanismos por los cuales las adversidades impactan en el desarrollo individual (Evans et al., 2013). Recientemente, se han propuesto dos modelos que buscan profundizar en *cuáles* dimensiones de la adversidad influyen en *qué áreas* del desarrollo. Los denominados modelos dimensionales proponen que hay

aspectos de la experiencia que pueden medirse en un continuo, en lugar de organizar las experiencias en categorías discretas y binarias. Por un lado, McLaughlin y Sheridan (2016) el denominado Modelo Dimensional de Adversidades y Psicopatología. En este modelo las adversidades se caracterizan a través de dos dimensiones: amenaza y deprivación. La primera refiere a aquellas experiencias que implican daño real o la amenaza de un daño (por ejemplo, ser testigo o víctima de violencia), y la segunda a aquellas que refieren a la ausencia de experiencias esperables (exposición al lenguaje o presencia de vínculos estables). Un cuerpo creciente de evidencias muestra que la pobreza impacta el neurodesarrollo tanto a través de elementos de deprivación (menor estimulación cognitiva, carencias nutricionales) como de factores amenazantes (estrés parental, presencia de toxinas ambientales) (Blair & Raver, 2012; Johnson et al., 2016; Vogel et al., 2021). Sin embargo, la relación entre la dimensión amenaza y el desarrollo ejecutivo es menos clara, ya que parece que es modulada no solo por la presencia sino también por la intensidad de ésta: evidencia emergente sugiere que niveles bajos de amenaza podrían promover el desarrollo de algunos aspectos ejecutivos, en particular, la memoria de trabajo (Mittal et al., 2015; Young et al., 2018).

El otro modelo dimensional de adversidades al que haremos referencia es el que deriva de la propuesta teórica “Historia de vida” (*Life History* en inglés), de raíz evolutiva, que plantea que varios rasgos de las conductas vinculadas a la supervivencia de la especie se ajustan a dos dimensiones ambientales: la dureza u hostilidad y la impredecibilidad. La primera dimensión refiere a los niveles de morbilidad-mortalidad de origen externo a los sujetos (por ejemplo a causa de accidentes, enfermedades, enfrentamientos). La segunda, a la variación en el tiempo y espacio de la hostilidad, que justamente refiere a la imposibilidad de prever qué espacios o momentos son seguros o inseguros (Ellis et. al., 2009).

Recientemente, Ellis, McLaughlin y colaboradores (2022) presentaron un trabajo en el que hacen un primer intento de sintetizar ambas propuestas. Sugieren allí que hay dos formas de hostilidad ambiental, una que surge del daño impuesto por otros (hostilidad basada en la amenaza) y otra

que causa una morbilidad elevada por estímulos ambientales insuficientes (hostilidad basada en la deprivación). La dimensión de imprevisibilidad se mantiene tal como se propone en la teoría “Historia de vida”. Esta propuesta integradora aborda *por qué* ciertos contextos se asocian con ciertos patrones conductuales (en términos de ventajas adaptativas que determinados rasgos confieren en ambientes específicos), *cuáles* dimensiones del ambiente influyen distintas áreas del desarrollo y *cómo* es que esto ocurre (es decir, los mecanismos a través de los cuales el ambiente influye). Es, hasta el momento, la propuesta teórica contemporánea que mejor entrelaza las observaciones que provienen de estudiar la evolución filogenética y ontogenética de nuestra especie.

Mecanismos mediadores entre contexto y desarrollo cognitivo

Hasta aquí hemos descrito someramente una conceptualización de los aspectos ambientales que pueden mediar entre la experiencia de la pobreza y el desarrollo. Sin embargo, no hemos hecho referencia aún a los mecanismos biológicos que embeben a las experiencias en las redes neurales que subyacen a la cognición (Hyde et al., 2020). Lupien (2001) empleó la expresión *cómo la pobreza se mete bajo la piel* para referirse metafóricamente a dichos mecanismos biológicos. Las consecuencias de las experiencias de adversidad (siendo la pobreza es una forma específica de adversidad conceptualizable a través de una aproximación categórica o dimensional) son particularmente perdurables y fuertes cuando ocurren en edades tempranas, producto de la alta plasticidad neural que caracteriza al cerebro durante la niñez y la adolescencia (Ellis et. al, 2022). No obstante, los mecanismos propuestos para vincular la adversidad a sus consecuencias son distintos en el marco teórico de riesgo acumulado (que, como mencionamos, propone estudiar la adversidad a través de categorías aditivas) y en los basados en una aproximación dimensional (qué en cambio proponen dimensiones continuas de adversidad) (McLaughlin et. al., 2021).

En el modelo de riesgo acumulado se postula la existencia de un único mecanismo global que explica cómo y por qué la sumatoria de adversidades conlleva un aumento en la severidad de las

consecuencias. En este sentido, vasta evidencia acumulada muestra que la fisiología de la respuesta al estrés es un mecanismo biológico que permite entender cómo la adversidad modula el desarrollo cognitivo. Décadas de investigación en neurociencias (tanto en modelos animales como estudios realizados en humanos) dan cuenta de la presencia de circuitos neurales evolutivamente conservados que permiten orquestar respuestas defensivas en múltiples niveles frente a los estímulos estresantes (LeDoux, 20212). En mamíferos, la respuesta al estrés se efectúa mediante dos sistemas distintos, pero interrelacionados: el sistema simpático-adrenomedular, parte de la división simpática del sistema nervioso autónomo, y el eje hipotalámico-pituitario-adrenocortical (HPA). El primer sistema libera, en respuesta a estímulos estresantes, adrenalina y noradrenalina en la circulación general, con acción en los tejidos periféricos (pues se trata de sustancias que no atraviesan la barrera hematoencefálica). Como resultado de la acción de estos neurotransmisores, se facilita la rápida movilización de fuentes de energía, se modifica el ritmo respiratorio, la frecuencia cardíaca y la dilatación pupilar, entre otros, orquestando así la respuesta de lucha/huida. En el cerebro, el estrés también provoca la liberación de noradrenalina, en este caso a nivel del *locus coeruleus*, un grupo de neuronas en el tronco del encéfalo que, entre otras acciones, controla el nivel de activación del organismo (Gunnar & Quevedo, 2007). En paralelo, se activa el eje HPA, provocando que el hipotálamo secrete hormona liberadora de corticotropina, que a su vez provoca la liberación de corticotropina a nivel de la adenohipófisis. Esta hormona actúa sobre la corteza de la glándula suprarrenal, provocando la síntesis y liberación de glucocorticoides (en humanos, cortisol) hacia la circulación general. Los glucocorticoides sí atraviesan la barrera hematoencefálica y tienen una acción significativa en el cerebro. Este eje, de respuesta más lenta que el dependiente del sistema simpático, provoca sendos cambios dependientes de glucocorticoides en la expresión génica en múltiples tejidos (por ejemplo, el muscular y el adiposo) y también sobre el sistema inmunológico y el nervioso (Gunnar & Quevedo, 2007). Aunque el abanico de respuestas producto del sistema nervioso autónomo y el eje HPA a las demandas ambientales son adaptativas en el corto plazo (el fenómeno de ajuste de las variables fisiológicas susceptibles al estrés en nuevos parámetros estables se conoce como alostasis), pueden tener altos costos a largo plazo (lo que se ha denominado sobrecarga alostática, McEwen, 2017). La activación crónica o

repetida de la respuesta fisiológica al estrés repercute en la expresión génica en el organismo en su conjunto y el sistema nervioso en particular (Evans & Kim, 2013). Por ejemplo, el estrés crónico se ha asociado a cambios en el funcionamiento de la memoria a través de modificaciones en el hipocampo, en el sistema de respuestas a las amenazas a través de modificaciones en la amígdala, y en el funcionamiento ejecutivo mediado por modificaciones en regiones prefrontales (McEwen, 2017). En conjunto, las modificaciones mencionadas promueven un cambio en el procesamiento cognitivo de un funcionamiento reflexivo a otro reactivo, tanto cuando el estrés se presenta de forma aguda como crónica (Arnsten, 2009).

Por otro lado, las propuestas dimensionales de la adversidad postulan que las respuestas fisiológicas al estrés no son el único mecanismo que explica la influencia de ambientes adversos en el desarrollo (McLaughlin et. al. 2021), aunque no desconocen la importancia de este mecanismo, vinculado principalmente a la dimensión hostilidad ambiental-amenaza. En este sentido, McLaughlin y colaboradores (2019) revisan la evidencia que da cuenta de cómo el estrés asociado a las experiencias adversas tempranas modelan los circuitos neurales vinculados al procesamiento de las amenazas, en las que la amígdala cerebral ocupa un lugar central.

Pero mencionamos que las propuestas dimensionales de la adversidad complejizan el abanico de formas a través de los que el ambiente modula el desarrollo. Estos modelos retoman el concepto de plasticidad guiada por la experiencia (*experience-driven plasticity*), y refieren a múltiples mecanismos tanto dependientes como expectantes de experiencia, independientes del estrés (Ellis et. al., 2022; McLaughlin et. al. 2021). Por ejemplo, McLaughlin y colaboradores (2019) revisan la evidencia sustancial que sugiere que las experiencias tempranas de adversidad en la dimensión hostilidad-deprivación influyen en el desarrollo de varios aspectos de la estructura, conectividad y funcionalidad del sistema nervioso (McLaughlin et al., 2014). Así, el encuentro (o ausencia de encuentro) entre el organismo y estímulos específicos y esperables para la especie (plasticidad expectante de la experiencia) y estímulos que varían entre ambientes (plasticidad dependiente de la experiencia) provoca cambios en la mielinización de las fibras nerviosas, en la

supervivencia neuronal, en la cantidad de sinapsis que se establecen entre neuronas, y en la eficiencia sináptica (McLaughlin et. al., 2021). Estos mecanismos parecerían explicar, por ejemplo, la relación entre el ambiente lingüístico al que está expuesto el o la niña y la estructura y función de los circuitos especializados en el procesamiento del lenguaje (Romeo & Leonard, 2018). No obstante, es importante señalar que los mecanismos que subyacen a la plasticidad dependiente de la experiencia en los procesos cognitivos de alto nivel es aún incipiente.

FEs y escolarización

Las funciones ejecutivas son centrales en los procesos de aprendizaje formales que tienen lugar en contextos educativos. Para ilustrar esta aseveración comenzaremos haciendo referencia a una escena escolar típica: cuando una maestra le pide a sus estudiantes que hagan un ejercicio, los niños y niñas deben prestar atención a las instrucciones, retenerlas en la memoria de trabajo y emplearlas para ejecutar la tarea. Luego, al finalizar la tarea, los mismos niños y niñas deberán apelar a su flexibilidad para empezar una nueva. Más aún todo el tiempo deberán resistir la tentación de conversar con sus compañeros o distraerse en los planes para el próximo recreo. Todas estas conductas que permiten aprender y mantener vínculos respetuosos con adultos y pares requieren de habilidades ejecutivas. Resulta entonces intuitivo suponer que las FEs son necesarias e importantes en el ámbito escolar y en cualquier otro entorno en que sea necesario abordar desafíos, solucionar problemas y en términos amplios aprender destrezas nuevas.

No sorprende, por lo tanto, que desde hace décadas se verifican asociaciones entre el rendimiento en tareas que evalúan FEs y el desempeño escolar en lengua y matemática (ya sea en pruebas estandarizadas o en calificaciones alcanzadas) (Cragg et al., 2017; McClelland et al., 2007; McClelland & Cameron, 2011; Monette et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006). Más aún, la asociación entre desempeño escolar y FEs es mayor que con medidas de coeficiente intelectual (Blair & Razza, 2007; Diamond et al., 2007; Razza et al., 2012, Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007; Razza, Martin, & Brooks-Gunn, 2012; Blair & Razza, 2007; Diamond, 2007).

Estudios más recientes también han abordado la relación entre las FEs en la etapa de educación inicial (aquí definida como los años previos a primer grado) y habilidades preliterarias, prenuméricas e incluso logros académicos años después (Burrage et al., 2008; Morrison et al., 2010; Viterbori et al., 2015). Las FEs básicas en educación inicial explican parte de la varianza en el desempeño en matemática y lectura en primero (Morgan et al., 2017), segundo (Morgan et al., 2019) y tercer año (Nguyen, Tutrang & Grag J., Duncan, 2019) de la educación primaria.

Sumado a su vinculación con los logros académicos, se han publicado varios trabajos que dan cuenta de la asociación entre FEs y conductas externalizantes como agresión, oposición e impulsividad en preescolares y escolares (Pauli-Pott & Becker, 2011; Romero-López et al., 2017; Schoemaker et al., 2013). En este caso, no es sorprendente que la asociación más fuerte se de con el componente de inhibición de las FEs, y que la asociación inhibición-conductas externalizantes sea mayor en poblaciones con diagnóstico de hiperactividad que en poblaciones de desarrollo típico (Pauli-Pott & Becker, 2011). Tales asociaciones se han reportado en niños y niñas de varios países (Olson et al., 2011).

En síntesis, las FEs parecen jugar un papel significativo en aspectos relevantes para la inserción en ámbitos educativos formales. Sin embargo, los trabajos descritos hasta el momento son de naturaleza correlativa y no permiten sacar conclusiones sobre una plausible relación causal entre desarrollo de las FEs y logros académicos o comportamientos adaptativos en el ámbito escolar. Para ello es necesario manipular las habilidades ejecutivas y evaluar el impacto en distintos ámbitos vinculados a la escolarización. Sobre este punto profundizaremos más adelante.

FEs y NSE de los y las pares de clase

De manera adicional a la evidencia revisada en la sección anterior, algunas investigaciones recientes apuntan a un posible efecto del NSE de los compañeros y compañeras escolares en el desempeño académico en general. En este sentido, investigaciones de distintas disciplinas

(Sociología, Economía y Ciencias de la Educación) sugieren que el promedio del NSE del aula puede tener un efecto sobre el NSE del hogar (Miller et al., 2017; Weiland & Yoshikawa, 2014). Un meta análisis publicado por Ewijk & Slegers (2010) sostiene que tener un mayor porcentaje de compañeros de nivel socioeconómico bajo está asociado con resultados escolares menores en niñas y niños de primaria y secundaria, aún controlando por el NSE del hogar del propio niño. En la misma línea, Schechter y Bye (2007) mostraron que asistir a clases con una composición de NSE heterogénea, en lugar de un NSE predominantemente bajo, se asocia con un mayor crecimiento en el vocabulario de los niños y niñas en edad preescolar. Además, tener una mayor proporción de compañeros que no provienen de hogares de ingresos bajos tiene efectos positivos en el lenguaje, las matemáticas y la lectoescritura para todas y todos los niños de la clase (Reid & Ready, 2013).

Se han propuesto mecanismos tanto directos como indirectos para explicar el efecto del NSE de los compañeros en el rendimiento académico. Por un lado, los mecanismos directos proponen que los niños y niñas aprendan unos de otros, por lo tanto, tener pares con mejor desempeño puede fomentar ganancias en el aprendizaje. Por otro lado, los efectos indirectos pueden surgir de las diferencias en el clima del aula o en las prácticas desplegadas por los docentes, ya que estas pueden depender de la composición socioeconómica de la clase, lo que repercute en el desempeño personal (Justice et al., 2011; Weiland & Yoshikawa, 2014).

Dada la vinculación entre NSE, FEs y desempeño escolar, es plausible que la composición del aula pueda influir en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Por ejemplo, de Wilde et al., (2016) demostraron que el nivel de calidez y conflicto entre pares modula el desarrollo del control inhibitorio y la memoria de trabajo. Holmes et al., (2016) aportan evidencia que los problemas con los compañeros a los 6 años predicen el control inhibitorio a los 10 años. Dado que el NSE también se asocia con conductas externalizantes (Bøe et. al., 2014; Highlander & Jones, 2022; Peverill et. al., 2021), compartir un aula con una mayor proporción de compañeros de NSE bajo podría afectar las funciones ejecutivas a través de una ruta de relación de conflicto/calidez. Además, Weiland y Yoshikawa (2014) encontraron que por encima de cierto

umbral, tener más compañeros con un NSE alto se asocia con mejores niveles de desempeño en tareas de vocabulario y funciones ejecutivas. Por otro lado, se ha descrito que el NSE se asocia con la presencia de conductas externalizantes en la infancia, aunque una gran cantidad de elementos modulan dicha asociación (Perverill et. al., 2021). Un estudio en Holanda encontró que los hijos de padres con menor nivel educativo (un proxy de menor NSE) presentaron dificultades en los dominios conductuales, emocionales y de relacionamiento de pares (Horoz et. al., 2022). Finalmente, Parker y colaboradores (Parker et. al. 2022) muestran que es más probable que los niños y niñas que asisten a escuelas de contexto socioeconómico más ventajoso presenten menos problemas de conductas, menos problemas con los pares, y más conductas prosociales de acuerdo a los reportes de los educadores. En definitiva, aunque el conocimiento sobre el efecto del NSE de los compañeros de clase sobre el funcionamiento ejecutivo es aún emergente, y más aún es la comprensión de los mecanismos que vinculan ambas variables, es posible especular que el NSE de los pares podría modular el desarrollo de las funciones ejecutivas. En definitiva, el conocimiento sobre el efecto del NSE de los compañeros de clase sobre el funcionamiento ejecutivo es aún emergente.

Estimulación cognitiva

Los últimos años han sido testigos de una proliferación de trabajos publicados donde se reportan una variedad impresionante de intervenciones orientadas a estimular el funcionamiento ejecutivo. Es que, lejos de ser monolíticos, la plasticidad de los sustratos nerviosos de las FEs permite una alta sensibilidad a las características del entorno. La literatura reporta una gran amplitud de abordajes con formatos variables, duraciones distintas, y con participantes de edades y extracciones sociodemográficas diversas. El estado del arte de un área tan variada no permite aún establecer con certeza qué tipo de intervención resulta más efectiva para qué poblaciones y contextos particulares.

Las propuestas para promover el desarrollo de las FEs pueden ser tan distintas como jugar sesiones de videojuegos, planes curriculares o el trabajo comunitario con familias. Una clasificación provisional podría establecer las siguientes cinco categorías: intervenciones a nivel

curricular, intervenciones basadas en actividad y ejercicios físicos, basadas en la práctica de yoga y meditación (*mindfulness*), intervenciones familiares enfocadas principalmente en apoyar las prácticas de crianza, y de fortalecimiento de habilidades específicas (Pandey et al., 2018). Más aún, dada la relación entre FEs y pobreza, una parte importante de la investigación sobre estimulación de las FEs busca evaluar si podrían beneficiar especialmente a los estudiantes provenientes de hogares de recursos limitados.

De hecho, la evidencia acumulada señala que las habilidades ejecutivas pueden mejorarse, por ejemplo, a través del uso repetido de actividades *ludificadas* (una neologismo que refiere al término *gamified*) (Blair et al., 2013). El entrenamiento de la memoria de trabajo ha sido objeto tanto de juegos basados en tareas desarrollados por investigadores (Jaeggi et al., 2008; Titz & Karbach, 2014) como de actividades comerciales *ludificadas*. Un ejemplo de plataforma que unifica ambos orígenes es Cogmed Working Memory Training^{RM}, que consiste en una variedad de tareas gamificadas adaptativas y computarizadas para entrenar memoria de trabajo (Roche & Johnson, 2014).

Otras actividades *ludificadas* de estimulación FEs que se enfocan en procesos cognitivos más allá de la memoria de trabajo también se han probado en circunstancias muy controladas en entornos escolares. Por ejemplo, Mate Marote, una plataforma gratuita en línea de actividades gamificadas para la capacitación en EF, logró mejorar tanto la FEs como las calificaciones en una población de estudiantes de primer grado de bajo nivel socioeconómico que recibieron capacitación intensiva en pequeños grupos que se retiraron de sus aulas para la actividad (Goldin et al., 2014).

Las publicaciones que reportan entrenamiento de FEs a través de actividades *ludificadas* en niñas y niños de 3 a 6 años, que aún transitan la educación inicial son escasas. Sin embargo, un meta

análisis encontró evidencia de eficiencia en esta población (Scionti et al., 2020). Más escasa aún es la evidencia de cómo el nivel socioeconómico modula los efectos del entrenamiento de las FEs (Foy & Mann, 2014; Rojas-Barahona et al., 2015). En resumen, la eficiencia de las actividades de este estilo de promover el desarrollo de las FEs en niñas y niños previo al ingreso a la educación primaria es emergente.

Además, aunque estos trabajos son pruebas de concepto importantes sobre el potencial de las actividades mediadas por pantallas, la mayor parte de los estudios se han desarrollado en circunstancias altamente controladas, en general de laboratorio pero también en escuelas. Mientras tanto, la evidencia sobre la eficiencia de este tipo de intervenciones cuando se despliegan embebidos en las dinámicas escolares, con todo el ruido experimental que ello implica, es limitada (Green, et al., 2019). Cuando las intervenciones se realizan en escuelas los investigadores no controlan la asistencia de los niños y niñas, ni la presencia de factores externos que pueden afectar el estado de ánimo o la motivación de niñas y niños, ni una plétora de características institucionales cuya variabilidad es tan natural como inevitable. De hecho, descifrar si es posible emplear actividades gamificadas en ámbitos escolares reales es uno de los mayores desafíos del área (Green, et al., 2019). Para ello, es imprescindible trasladar las actividades de estimulación del laboratorio a las escuelas.

Evaluación de las FEs

Hasta este punto hemos revisado la literatura que apoya la noción de la importancia de las FEs en varios aspectos de las vidas de niños y niñas. Más aún, las FEs poseen valor predictivo para detectar tempranamente aquellos niños y niñas en riesgo de, por ejemplo, desempeños escolares descendidos (Morgan et al., 2017, 2019; Nguyen, Tutrang & Grag J., Duncan, 2019). Y además, hemos visto que el desempeño en tareas que requieren FEs cambia con el tiempo (Anderson, 2003; Zelazo et al., 2013), con las características del hogar (Noble et al., 2005, 2007) y con la práctica sostenida (Diamond & Ling, 2016). Estos hallazgos permiten suponer que si fuese

posible distinguir aquellos niñas y niños cuya maduración de las FEs los pone en una situación de desventaja a la hora de transitar por espacios de formación, se podrían poner en marcha intervenciones que promuevan la adquisición de habilidades ejecutivas.

Para lo anterior, es ineludible evaluar las FEs. En la literatura se identifican al menos dos perspectivas claras de evaluación. Por una parte, la tradición de origen clínico, muy extendida también en la psicología experimental, propone una serie de tareas que se administran de forma individual y que pueden ser de contenido neutro o no. Ejemplos de tareas de contenido emocional neutro para evaluar MT son los bloques de Corsi y el *span* de dígitos en sus versiones directa y reversa. En esta perspectiva metodológica, la capacidad de inhibición suele evaluarse a través de tareas de incongruencia semántica (la tarea *Stroop* es el ejemplo paradigmático) o tareas de incompatibilidad espacial como Simon. Las tareas de flexibilidad en general implican alternar entre consignas, por ejemplo la tarea *Dimensional Change Card Sort* o el bloque mixto de la tarea flor-corazón que requiere respuestas diferentes para dos tipos de estímulos que se alternan. Ejemplos de tareas con contenido emocional son la Iowa *Gambling task* y su versión adaptada para niños y niñas, la *Children Gambling Task*, o el test del malvavisco. Cualquiera de estas tareas requiere FEs, pero los contextos motivacionales en tareas neutras y activantes suponen el reclutamiento de zonas prefrontales diferentes (Nin et al., 2022).

Por otro lado, una tradición alternativa de evaluación propone el uso de escalas, que en el caso de las niñas y los niños, son completadas por padres, cuidadores o maestras. Dentro de esta línea se destacan los cuestionarios sobre temperamento desarrollados por el grupo de Rothbart (Rothbart et al., 2001), que contienen una subescala de control inhibitorio que refleja componentes de regulación cognitiva y emocional. Otra escala que está ganando popularidad en la literatura es la BRIEF y su versión BRIEF-P para preescolares (Gioia et al., 2000; Isquith et al., 2004). Presenta ítems que evalúan qué tan habituales son ciertas conductas, agrupados en 3 índices: autocontrol inhibitorio (conformado por las escalas inhibición y control emocional), flexibilidad (compuesto por las escalas alternancia y control emocional), metacognición emergente (compuesto por las escalas de memoria de trabajo y planificación) y un valor compuesto que refleja los el

funcionamiento ejecutivo global. Los ítems de ambos cuestionarios pretenden evaluar las conductas y las reacciones de los y las niñas en situaciones cotidianas, que en general no son emocionalmente neutras.

En países de bajos recursos, la posibilidad de evaluar las FEs a través de escalas es atractiva porque no requiere de personal específicamente entrenado y es por lo tanto más barato. Además, requiere menos tiempo que aplicar baterías de pruebas de forma individualizada. Por otro lado, es importante mencionar algunos posibles inconvenientes que surgen en relación a la evaluación realizada por maestros. En primer lugar, las evaluaciones de FEs realizadas por maestros pueden sufrir lo que se conoce como ‘efecto de grupo de referencia’, el hecho que cada maestro juzgará las habilidades de un niño en relación a las de sus pares (Fuhs et al., 2015; Mashburn & Henry, 2004). Aunque este tipo de efecto se ha descrito principalmente para estudios de comparaciones culturales, la posibilidad de que también esté presente en evaluaciones de maestros ha sido planteada (Fuhs et al., 2015; Mashburn et al., 2006; Mashburn & Henry, 2004). En segundo lugar, la estructura del BRIEF no es directamente alineable con tareas de evaluación individuales, y aunque contiene 3 índices, no necesariamente reflejan la estructura tripartita propuesta por Miyake (Miyake et al., 2000). Finalmente, como mencionamos antes, las medidas individuales más empleadas suelen medir FEs frías, mientras que los cuestionarios abordan situaciones ecológicamente relevantes que requieren FEs calientes. Por consiguiente, no queda claro cómo se relacionan las medidas individuales y las evaluaciones hechas por cuidadores.

Objetivos

Objetivos generales

Aportar evidencia sobre la relación que guardan la evaluación, el desarrollo y la estimulación de las FEs en niños y niñas que cursan educación inicial con el contexto socioeconómico del hogar y de las escuelas.

Objetivos específicos

- 1) Estudiar la relación entre medidas de las Funciones Ejecutivas basadas en tareas y basadas en cuestionarios y la modulación por el nivel socioeconómico de la escuela.
- 2) Evaluar la asociación entre NSE del hogar, el NSE de los compañeros de clase y el rendimiento en tareas que evalúan el desempeño de distintas Funciones Ejecutivas.
- 3) Evaluar el efecto del programa de estimulación de las Funciones Ejecutivas mediado por videojuegos en contexto escolar.

Hipótesis de trabajo

- 1) Esperamos encontrar un nivel de asociación de bajo a medio entre las evaluaciones de las Funciones Ejecutivas realizadas a través de cuestionarios y de tareas. No es posible adelantar hipótesis en relación a la modulación por el nivel socioeconómico de las escuelas.

- 2) Los niños y niñas de hogares de menor nivel socioeconómico presentarán niveles de desempeño en las tareas empleadas para evaluar Funciones Ejecutivas, en promedio menor, al de sus pares de contexto socioeconómico medio alto. También esperamos encontrar una gran variabilidad en los niveles de desempeño.

- 3) Suponemos que la intervención para estimular las Funciones Ejecutivas tendrá un efecto positivo en todas las escuelas y una eficacia mayor en las escuelas de menor nivel socioeconómico.

Metodología general de trabajo

El trabajo de campo de esta tesis se realizó en grupos de nivel 5 de escuelas o jardines públicos de Montevideo durante los años 2016 y el 2017. Las escuelas de Uruguay son clasificadas por la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) de acuerdo al índice de Nivel Sociocultural (NSC). El puntaje de cada escuela no es público, pero sí en qué quintil de la distribución se ubican: las escuelas del primer quintil son escuelas de contexto de vulnerabilidad social, mientras que las escuelas del quinto quintil suelen ubicarse en barrios con mayores recursos. Se seleccionaron escuelas de quintil 1 y 5 con el objetivo de acceder a niñas y niños de hogares de nivel socioeconómico variado. Las escuelas también fueron seleccionadas por contar con buena conectividad a internet y por cercanía geográfica. La cantidad de niños y niñas que participaron en las distintas fases de esta tesis fue variable, para facilitar la lectura, el análisis descriptivo de la muestra se presenta por separado, en los capítulos que presentan los resultados de cada estudio.

A los niños/as se les administró una batería de tareas de EF en sus escuelas, durante 2 sesiones (dos o tres tareas por sesión) en momentos del horario escolar que no interfirieron con las comidas y actividades regulares. Las pruebas se realizaron una semana antes de iniciar y luego de terminada la intervención (tanto para el grupo control como para el experimental). En todos los casos, un grupo de asistentes de investigación entrenados en el uso de la plataforma se encargó de ingresar a los niños y niñas en la plataforma, dónde solo era posible acceder a las tareas correspondientes a la sesión. Los asistentes verificaron que los niños y niñas escucharan las instrucciones que se brindaban embebidas en las propias tareas. Los asistentes podían realizar aclaraciones únicamente sobre la mecánica de la tarea si notaban que el niño o niña no comprendía la tarea o si estaba distraído/a. Pasados los primeros dos ensayos, los asistentes dejaban a los niños completar la tarea sin más indicaciones o comentarios.

En términos generales, el primer y el segundo estudio presentan un diseño correlacional que emplea análisis multinivel (el primer nivel contiene las variables de los y las niñas, el segundo

nivel incluye variables a nivel de la clase o la escuela), con un plan analítico guiado por las hipótesis de los trabajos y la estructura anidada de los datos.

El diseño metodológico seleccionado para el tercer estudio fue de tipo experimental, con medias previa y posteriores a una intervención para promover el desarrollo de las FEs. Durante las medidas previas a la intervención (la línea de base) las y los niños niñas fueron evaluados a través de tareas individuales, mediante cuestionarios completados por las maestras y se realizó una entrevista telefónica para indagar sobre las características del hogar. Para la fase de intervención, los niños y niñas de cada clase fueron asignados aleatoriamente a un grupo control o a un grupo de intervención. Todos los procedimientos para ambos grupos fueron idénticos a excepción de los juegos utilizados. La figura 5 presenta el esquema del diseño empleado. Finalmente, los niños y niñas fueron evaluados una vez más a través de las tareas o el cuestionario.

Los instrumentos empleados en los estudios 1 a 3 y los juegos de estimulación empleados en el estudio 3 se describen a continuación.



Figura 5. Esquema del diseño experimental empleado en la tesis. Los estudios 1 y 2 se realizaron con los datos recabados en las medidas pre-intervención, en el estudio 3 se compararon las diferencias entre las medias post-intervención y pre-intervención para el grupo control y el grupo estimulación cognitiva.

Instrumentos utilizados para evaluar las características del hogar y la escuela

Índice de Nivel Socioeconómico (INSE)

El Nivel Socioeconómico del hogar (NSE) fue calculado a partir del ‘Índice de Nivel Socioeconómico’. Este instrumento recoge información sobre la zona de residencia, el nivel educativo y asistencia médica del principal sostenedor del hogar, cantidad de personas mayores y menores de edad que viven en el hogar y cantidad de personas que reciben ingresos; características materiales del hogar y accesos a elementos básicos del confort. El puntaje total puede variar entre 0 y 100. Los hogares pueden ser categorizados en estratos ‘bajo’, ‘medio’ y ‘alto’ según el puntaje obtenido. Para esta tesis se usó la revisión del año 2012 (Llambí & Pi, 2012) del instrumento, que ajusta los valores de corte: de 0 a 32 para el estrato ‘bajo’, 33 a 54 para el estrato ‘medio’ y superior a 55 para el estrato ‘alto’.

Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se calcularon a partir de ítems seleccionados del Censo 2011 según los criterios establecidos por el Atlas Sociodemográfico de la Desigualdad en Uruguay (Borras et al., 2013). Se establecen 6 dimensiones de necesidades básicas: vivienda decorosa, abastecimiento de agua potable, servicio sanitario, energía eléctrica, educación y elementos básicos del confort. Las respuestas de los ítems se codifican de forma dicotómica en presencia (1) o ausencia (0) de los elementos considerados, luego se suman agrupados en las dimensiones mencionadas. La presencia de al menos un indicador por dimensión determina que ese aspecto sea considerado una necesidad básica insatisfecha.

Nivel sociocultural escolar (NSC)

ANEP construye el índice NSC a partir de la valoración y agregación de tres dimensiones vinculadas a la condiciones socioculturales y socioeconómicas de los hogares a través de un

relevamiento de carácter censal a nivel de escuelas y muestral al interior de ellas (ANEP-CODICEN, 2016).

La primera dimensión es el nivel educativo en la escuela, para lo que se toma como indicador el saldo educativo, que computa, para cada escuela o establecimiento, la diferencia entre el porcentaje de alumnos cuyas madres tienen al menos educación media completa y el porcentaje con madres que, como máximo, finalizaron la enseñanza primaria.

La segunda dimensión es socioeconómica e incluye 4 indicadores: hacinamiento, acceso a agua potable, situación de evacuación de excretas del hogar, y equipamiento de los hogares y se realiza con base en una encuesta de Necesidades básicas insatisfechas y otra sobre disponibilidad de distintos bienes en el hogar.

La tercera dimensión se denomina Integración Social y se compone de dos indicadores: integración educativa (el porcentaje de alumnos en hogares con al menos un niño entre 4 y 15 años que no asiste a educación) e integración social (el porcentaje de niños en hogares ubicados en asentamientos irregulares)

Finalmente, ANEP construye el índice de nivel sociocultural a partir del análisis factorial de los indicadores anteriormente descritos. Esta metodología permite reducir a un solo factor la información de los indicadores, asignando a cada escuela/local, un valor o puntaje de Contexto Sociocultural, a partir del cual se ordenan los establecimientos educativos.

Instrumentos utilizados para evaluar Funciones Ejecutivas

BRIEF-P

El cuestionario *Behavioral Rating Inventory of Executive Functions - Preschool version* (BRIEF-P por su sigla en inglés, Isquith et. al., 2004) es un cuestionario que permite evaluar la

frecuencia de problemas conductuales cotidianos vinculados con las Funciones Ejecutivas en niños y niñas de 2 a 5 años y 11 meses. Contiene 5 escalas que se agrupan en 3 índices: autocontrol inhibitorio (compuesto por las escalas de inhibición y control emocional), flexibilidad (compuesto por las escalas de alternancia y control emocional), metacognición emergente (compuesta por las escalas de memoria de trabajo y planificación) y un valor compuesto que refleja el ejecutivo general (GEC, por su sigla en inglés *Global Executive Composite*). Fue completado por las maestras y por lo tanto refleja aspectos de las Funciones Ejecutivas observables en el centro escolar.

Tarea tipo Flor-corazón

La tarea flor-corazón (Diamond et al. 2007) se emplea para evaluar control inhibitorio y flexibilidad cognitiva. Consiste en pulsar uno de dos botones de acuerdo con el estímulo que aparezca en la pantalla y su ubicación, habiendo dos estímulos (limón/bicicleta) y dos ubicaciones posibles (derecha/izquierda). La tarea completa incluye tres bloques a través de los cuales cambian las reglas asociadas al tipo de estímulo que se presenta, aumentando progresivamente la dificultad de las demandas de control inhibitorio. La última, además, agrega el componente de flexibilidad cognitiva.

Bloque 1: congruente. Consiste en doce ensayos en los que sólo aparece una figura (por ejemplo, el corazón) y la consigna es presionar el botón del mismo lado en que aparece el corazón.

Bloque 2: incongruente. Consiste en doce ensayos en los que sólo aparece la otra figura (por ejemplo, la flor) y la consigna es presionar el botón del lado opuesto al que aparece la flor.

Bloque 3: Mixta. Es la condición en la que se combinan estímulos congruentes e incongruentes. Consiste en veinticuatro ensayos en los que puede aparecer una o otra figura de forma aleatoria.

En todas los bloques los estímulos se presentan durante 2500 ms, seguidos por una pantalla en blanco por 1500 ms, una pantalla con una cruz de fijación central por 1500 ms. Previo a comenzar los bloques, se presentan 8 ensayos de práctica en los que el o la participante recibe

feedback visual y auditivo. En caso que no supere el 50% de aciertos en la práctica, se repite el video y la práctica antes de pasar al bloque correspondiente.

Para calcular el índice de aciertos se consideraron incorrectas las respuestas con un tiempo de reacción menor a 250 ms (ya que indican fallas en el control inhibitorio (Davidson 2006) y las respuestas omitidas. El índice de aciertos se obtiene dividiendo el número de respuestas correctas con tiempos de reacción mayores a 250 ms entre el número total de ensayos para el bloque. En los análisis posteriores sobre el rendimiento en la tarea se incluyó a los participantes que completaron el 75% de los ensayos. Cuando se presentan resultados por bloque, se incluyeron los participantes que completaron al menos el 75% del bloque.

Bloques de Corsi

Para evaluar memoria de trabajo visuoespacial empleamos una versión adaptada de la tarea Bloques de Corsi (Corsi 1972). En esta tarea los niños y niñas tienen que reproducir una secuencia de estímulos (luces que se encienden secuencialmente en una matriz) de 3 x 3). A medida que avanzan los ensayos, el número de elementos a retener y reproducir aumenta. Se presentan 5 ensayos con la misma cantidad de elementos a recordar que van aumentando monótonicamente de a un elemento. Utilizamos el máximo número de ítems recordados como medida del *span* de memoria de trabajo.

Torre de Londres

Para evaluar planificación empleamos la tarea Torre de Londres (Shallice, 1982). En esta tarea, dada una configuración inicial de 3 pozos con bolitas de tres colores en ellos, el niño o niña debe alcanzar una configuración final presentada, respetando las siguientes reglas: sólo pueden mover una bolita a la vez, nunca pueden tener más de una bolita en movimiento, y el ensayo debe resolverse en el menor número de movimientos posibles (que se indica en la pantalla). La tarea aumenta progresivamente su nivel de dificultad al incrementarse el número de movimientos

necesarios para alcanzar la configuración final. Para cada participante se registra cuál fue el mayor número de movimientos en ensayos resueltos correctamente.

ToNI

Para medir la inteligencia fluida del niño empleamos el Test de Inteligencia No Verbal (ToNI, por su sigla en inglés) (Brown, Sherbenou, & Johnsen, 1982). Se trata de una prueba de 45 matrices que mide la capacidad para resolver problemas de razonamiento con estímulos visuales abstractos que van aumentando en dificultad. El niño debe elegir entre diferentes opciones la que completa de mejor manera la secuencia lógica. Se computa en número total de ensayos resueltos de forma correcta.

Índice compuesto de funcionamiento ejecutivo

Se calculó a través del promedio simple del desempeño en las tres tareas empleadas para evaluar las FEs básicas.

Juegos de estimulación cognitiva

Los juegos de estimulación usados en la presente investigación son adaptaciones de tareas clásicas que intentan transformarlas en actividades entretenidas y desafiantes al mismo tiempo. Se busca que las y los niños jueguen en el límite de su capacidad bajo la suposición de que si el juego es demasiado fácil, no habrá estimulación; si, por el contrario, es demasiado difícil, el niño no podrá resolverlo y la actividad le resultará frustrante. Para lograr que los juegos se adecuen a las capacidades del niño, cada uno de ellos incluye mecanismos adaptativos que regulan el progreso de la dificultad. Todos los juegos comienzan de forma sencilla y se complejizan a medida que el niño logra resolver exitosamente los niveles a los que se enfrenta. Esto significa que cada niño avanza rápidamente en los niveles que le resultan fáciles de solucionar y luego se enfrenta a niveles más complejos, y por ende con una demanda superior en las habilidades

requeridas. Para mantener al niño en los niveles más complejos que puede resolver sin ayuda, los niveles se vuelven más sencillos si el niño pierde un número determinado de ensayos de forma consecutiva. A través de esta estrategia se intenta evitar la frustración y mantener la dificultad en el “techo”, modificando el juego para que el progreso se dé de manera individualizada, según las habilidades de cada niño. La descripción exhaustiva de la plataforma y los juegos fue publicada en (Nin et al., 2019), una de las publicaciones asociadas a esta tesis, disponible en el Anexo.

Durante el transcurso de la investigación se emplearon 4 juegos de estimulación cognitiva que se describen a continuación.

Avioncitos (control inhibitorio y flexibilidad cognitiva)

Avioncitos fue diseñado para la estimulación del control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. El niño debe responder lo más rápido posible en qué dirección vuela un avión. En la condición congruente los aviones son de color amarillo y la respuesta correcta (y automática) coincide con la dirección del avión. En la condición incongruente los aviones son rojos y la respuesta correcta es la dirección contraria a la que vuela el avión. Este último escenario requiere suprimir una respuesta automática para ofrecer una respuesta subdominante y es por lo tanto más difícil (se ve reflejado en una menor tasa de aciertos) y requiere más tiempo para emitir una respuesta acertada (Lopez-Rosenfeld et al., 2013). Por lo tanto, la condición incongruente pone en juego la capacidad de control inhibitorio. A medida que el juego avanza los aviones rojos y amarillos se intercalan, sumando entonces la complejidad de alternar entre las reglas que aplican a cada color. En esta situación de alternancia es necesario contar con flexibilidad cognitiva para aplicar la regla correspondiente al ensayo, aunque esto implique cambiar de regla. A medida que el juego avanza se suman también elementos distractores en la pantalla que aumentan las demandas de inhibición de la información irrelevante. Además, las ventanas de tiempo en las que se puede emitir la respuesta se vuelven más cortas. Finalmente, en los últimos ensayos del juego los aviones pueden aparecer invertidos (“dados vuelta”) y en ese caso hay que aplicar la regla opuesta a la aprendida (tornándose una tarea de *reversal learning*).

Memo Marote (memoria de trabajo)

Este juego se basa en una tarea de “Señalamiento auto-ordenado” del inglés Self-Ordered Pointing (Petrides & Milner, 1982). El objetivo del juego es recordar todos los elementos que aparecen en la pantalla, con la dificultad de que cada vez que se selecciona un elemento, todos desaparecen y vuelven a aparecer en ubicaciones diferentes. La nueva ubicación de cada elemento varía aleatoriamente. Los y las niñas deben señalar un elemento diferente cada vez sin repetir los que hayan seleccionado previamente, hasta seleccionar todos los elementos del conjunto. El avance en cada jugada requiere que el niño ejecute una secuencia de respuestas, las recuerde y monitoree su desempeño. En los niveles iniciales, con pocos elementos, los niños y niñas pueden intentar recordar qué elementos ya seleccionaron o cuáles les falta seleccionar, pero a medida que el juego avanza y la dificultad aumenta, los niños y niñas deben desarrollar otra estrategia (por ejemplo, ordenar, agrupar, categorizar). La cantidad de elementos a recordar va aumentando de acuerdo al desempeño del niño.

Fábrica de chocolates (razonamiento lógico)

Es una adaptación del juego de caja Chocolate Fix® de Think Fun Inc®. El objetivo del juego es completar una caja de chocolates de acuerdo a las instrucciones proporcionadas. Cada pantalla muestra un tablero de 3x3 posiciones en el que faltan algunas piezas, un tablero con ‘pistas’ y las piezas que se deben ubicar en la caja. El niño deberá colocar las piezas faltantes de acuerdo a sus atributos y a las pistas que se brindan. En los niveles más sencillos, el número de piezas a colocar es bajo y la información contenida en las pistas es alta. A medida que el juego avanza, la dificultad se incrementa ya sea porque aumenta el número de fichas a colocar, disminuye la información brindada para solucionar el problema, se incorporan pistas parciales (que indican solo el color o la forma de la pieza) o una combinación de estos elementos.

Fantasmitas (rotación mental de imágenes)

Se trata de un juego de rotación mental de imágenes en desarrollo. En este juego se presenta un número creciente de pares de siluetas de fantasmas con distintos grados de rotación. El niño/a debe seleccionar en la ventana de tiempo asignada al nivel una silueta y su par rotada, en el orden que desee. Los datos recabados se utilizaron para probar el juego, no son parte de esta tesis.

Plan de análisis estadístico

Todos los análisis fueron realizados en el software R (R Core Team, 2020), con los paquetes lme4 (Bates et al., 2015), emmeans (Lenth, R, 2020), y sjstats (Lüdecke D, 2021). Los puntajes obtenidos a partir de los cuestionarios (NSE, BRIEF-P, estimulación cognitiva en el hogar) y la puntuación obtenidas en las tareas de evaluación cognitiva se escalaron y centraron para obtener los puntajes z. El quintil de la escuela es una variable categórica de dos niveles. La cantidad de necesidades básicas insatisfechas podría emplearse como variable ordinal, pero ese tratamiento resultaría en una distribución desbalanceada de la población entre niveles por lo que se definió tratarla como una variable categórica de dos niveles: sin NBI y con al menos una NBI. El NSE del hogar se trata en algunos análisis como una variable continua y en otros como una variable categórica (hogares de nivel bajo, medio y alto, con los puntos de corte que se especifican en el instrumento).

En términos generales, los dos primeros estudios se analizaron a través de modelos lineales multinivel. Género y edad se incluyeron como covariables, la edad fue centrada en el valor más bajo de la muestra. Los factores fijos fueron en el nivel 1 el nivel socioeconómico del hogar y en el nivel 2 el nivel socioeconómico de la escuela. Se incluyó un factor aleatorio con un intercepto aleatorio y los niños/as anidados en sus clases.

Para evaluar la intervención utilizamos también modelos lineales mixtos como se describen en el párrafo anterior, pero en este caso los puntajes de las evaluaciones provienen de las dos instancias de evaluación: previa y posterior a la intervención. Para facilitar la lectura, los detalles del análisis se describen en profundidad en el capítulo que presenta los resultados.

Aspectos éticos

Todos los procedimientos involucrados en el proyecto se adecuaron a los principios éticos establecidos en relación con el cuidado y el respeto de los derechos de los niños, niñas y adolescentes. El proyecto fue aprobado por el comité de Ética de Facultad de Psicología (UdelaR), incluyendo los anexos de Hoja de Información y Consentimiento Informado para padres donde se describieron aspectos generales de la investigación, información sobre el uso y la confidencialidad de los datos, las características de la tareas experimental, la duración del proyecto y un correo electrónico y teléfono de contacto. Una vez que los padres recibieron la información, se realizaron reuniones en cada centro de educación donde se respondieron dudas y se volvió a explicar el proyecto. Sólo participaron de la investigación las niñas y niños cuyos padres una vez debidamente informados firmaron el consentimiento. De manera adicional, se explicó a cada niño en qué consistía la investigación en términos comprensibles para su edad, y se les preguntó explícitamente si deseaban participar. Solo participaron las y los niños que así lo expresaron. Los niños y niñas que no desearon participar no lo hicieron, aunque sus padres hubieran firmado la hoja de consentimiento. Asimismo, los niños y niñas podían suspender las actividades de la investigación en cualquier momento, con solo manifestarlo (por voluntad propia), sin que esto representara ningún perjuicio para al niño o niña y/o los padres o tutores.

Resultados

Los resultados se presentan en tres capítulos vinculados a cada uno de los tres objetivos específicos de investigación planteados en esta tesis. El primer capítulo aborda aspectos conceptuales y metodológicos en la medición de las FEs. El segundo capítulo presenta resultados sobre la relación entre el NSE, del hogar y de los pares de clase, y el desempeño en tareas que requieren FEs. El tercer capítulo presenta los resultados de la evaluación de la intervención realizada a través de Mate Marote.

Estudio 1: Asociación entre las medidas de FEs basadas en tareas y cuestionarios en escuelas de distinto nivel sociocultural

(Los resultados de este estudio fueron publicados en: Nin, V., Delgado, H., Muniz-Terrera, G., & Carboni, A. (2022). Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status. *Developmental Science*, e13241. La versión publicada se adjunta en el anexo)

Problema abordado

La definición más habitual de las Funciones Ejecutivas (FEs) refiere a la capacidad de alinear voluntaria y conscientemente pensamientos y emociones con el comportamiento en la búsqueda de objetivos (Diamond, 2013; Zelazo, 2015, 2020). El trabajo de Miyake y colaboradores (2000) constituye un punto de inflexión en cuanto a la conceptualización de las FEs. Su trabajo seminal tuvo como objetivo identificar parte de los procesos cognitivos que subyacen al rendimiento en tareas que se utilizan con frecuencia para evaluar EF. Los resultados mostraron que las FEs pueden dissociarse parcialmente en tres componentes: memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva, y un factor unitario. Aunque publicaciones posteriores no siempre apoyaron la propuesta del modelo tripartito en adultos (Karr et al., 2018), la reducción de las habilidades ejecutivas a estos 3 componentes específicos se popularizó en la literatura.

Esta visión predominante ha sido cuestionada recientemente por Doebel (2020), quien propone que las FEs deberían conceptualizarse como la integración de conocimientos, creencias y valores al aplicar el control sobre los procesos cognitivos, motores y perceptivos para la consecución de objetivos en situaciones específicas. Esta autora propone que los niños y niñas no desarrollan simplemente un proceso inhibitorio que luego pueden aplicar en una amplia gama de situaciones, sino que lo que desarrollan es una habilidad para usar el control en situaciones particulares.

Estas dos formas diferentes de conceptualizar las FEs están a su vez relacionadas con dos perspectivas claras respecto a la medición de las FEs (Malanchini et al., 2019; Toplak et al., 2013). La primera, arraigada en la psicología clínica y experimental, emplea tareas que se administran individualmente, en condiciones experimentales óptimas, y que pueden o no ser emocionalmente neutras, para medir procesos cognitivos específicos.

Por otro lado, la segunda tradición de evaluación propone el uso de cuestionarios, que en el caso de las y los preescolares suelen ser completados por padres o profesores, para indagar sobre situaciones cotidianas que no reflejan situaciones emocionalmente neutras ni controladas, y que requieren la coordinación de múltiples procesos subyacentes, conocimiento contextual y motivación. Un ejemplo es el Inventario de Evaluación del Comportamiento de las Funciones Ejecutivas (BRIEF) (Gioia et al., 2000) y su versión preescolar BRIEF-P (Isquith et al., 2004). Ambos presentan ítems que evalúan qué tan comunes son ciertos comportamientos, agrupados en 5 escalas y 3 índices.

Teniendo en cuenta las diferencias descritas para las evaluaciones basadas en el desempeño y las basadas en cuestionarios, no sorprende que varios estudios sobre la validez convergente de este tipo de medidas sugieran que se correlacionan débilmente (Duckworth & Kern, 2011; Enkavi et al., 2019, Mahone & Hoffman, 2007; Malanchini et al., 2019; Saunders et al., 2017; Toplak et al., 2013). Toplak y Alabara. (2013) revisaron específicamente la relación entre tareas BRIEF y EF en poblaciones clínicas y no clínicas y encontraron asociaciones significativas, aunque bajas, entre ambas.

Otra preocupación con respecto a las medidas basadas en informantes radica en el hecho de que las respuestas están sujetas no solo a errores típicos de medición, sino también a efectos de expectativas y sesgos que afectan a los evaluadores (Fuhs et al., 2015; Mashburn et al., 2006). Por ejemplo, las evaluaciones de las FEs por parte de los maestros pueden estar sujetas a lo que se conoce como el "efecto del grupo de referencia", el hecho de que cada maestro juzgará las habilidades de un niño en relación con sus compañeros (Fuhs et al., 2015). La percepción que

tienen los docentes en relación con las habilidades de sus alumnos está a su vez asociada con el contexto del aula: los docentes de escuelas desfavorecidas tienden a subestimar las habilidades de alfabetización de sus alumnos (Ready & Wright, 2011). Hasta donde sabemos, se desconoce si este hallazgo es válido para las evaluaciones de habilidades básicas realizadas por maestros de niñas y niños más pequeños.

A la luz de estos asuntos no resueltos, comprender la relación entre las medidas de las FEs a través de tareas y cuestionarios puede arrojar luz sobre la relación entre procesos cognitivos específicos y la resolución de desafíos de la vida real para niñas y niños de diversos entornos socioeconómicos. El presente estudio busca aportar evidencia en relación a dos cuestiones claves. Primero, sobre si las medidas individuales de FEs basadas en pruebas y las medidas proporcionadas por los maestros a través del cuestionario BRIEF-P implican los mismos procesos subyacentes, es decir, si una puede predecir la otra. Con base en los hallazgos previos reportados en la literatura y recopilados en esta introducción, planteamos la hipótesis de que surgiría una asociación de baja a moderada para las medidas de control inhibitorio, flexibilidad y planificación basadas en el desempeño en tareas y en cuestionarios. La segunda cuestión es si las características socioeconómicas de la escuela están asociadas y moderan la relación de las medidas de FEs obtenidas a través de ambos tipos de instrumentos. La ausencia de estudios previos al respecto, y los múltiples factores que pueden influir en la evaluación que los docentes hacen de sus alumnos, dificulta adelantar una hipótesis al respecto: no podemos anticipar si surgirá una modulación de las asociaciones para cada proceso específico.

Participantes

Para este estudio incluimos, además de la población descrita en la sección “metodología general”, niños y niñas que fueron evaluados con la misma batería de tareas en el contexto de otra investigación del equipo de trabajo. Un total de 308 niños (150 niñas) fueron reclutados para el estudio de 14 clases de jardín de infantes en 10 escuelas públicas en Montevideo, Uruguay, clasificados como el quintil más bajo o más alto del Nivel Sociocultural (SCL) por la

Administración Nacional de Educación Pública. Los datos de 4 niños/as se eliminaron de la muestra analítica porque eran valores atípicos según su edad (edad superior/inferior a la edad promedio de las muestras de 3 SD). Se solicitó a las educadoras que completaran el BRIEF-P para cada niño y niña en el salón de clases (ver más abajo); los cuestionarios de 7 niños/as no fueron devueltos y 1 cuestionario estaba incompleto. Se excluyeron los niños o niñas cuyos cuestionarios BRIEF-P tenían puntajes de inconsistencia inaceptables (se presentan los detalles sobre el tratamiento BRIEF-P en el párrafo correspondiente en esta sección). La muestra final consistió por tanto en 261 niños (129 niñas) de nivel inicial con una edad media de 5,6 años y un desvío estándar de 0,4 años. No todos los participantes asistieron a todas las sesiones de evaluación; la muestra para cada análisis se informa en la sección de resultados. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres/cuidadores de acuerdo con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República.

Metodología. Aspectos específicos del diseño y procedimientos

Se administró una batería de tareas de EF en las escuelas, durante 2 sesiones (dos o tres tareas por sesión) en momentos en que el personal técnico-docente indicó, de forma que no interfirieran con las comidas y actividades regulares. Las tareas utilizadas en este artículo han sido reportadas anteriormente (Goldin et al., 2014), y se describieron en la sección de metodología general. Además, los maestros completaron el Inventario de Calificación de Comportamiento de la Función Ejecutiva-Versión Preescolar (BRIEF-P) (Isquith et al., 2004) para cada niño en su salón de clases. No incluimos en el análisis 35 cuestionarios con puntajes de inconsistencia inaceptables según las instrucciones del manual. No encontramos diferencias en la frecuencia de puntuaciones de inconsistencia inaceptables entre las escuelas nivel socioeconómico bajo y alto según una prueba de chi cuadrado ($\chi^2 = 2,0909$, $df = 1$, $p\text{-valor} = 0,1$). Quince cuestionarios tenían valores superiores al criterio de corte en la escala de negatividad. Los analizamos cuidadosamente y encontramos que todos tenían puntajes T superiores a 65 en al menos un índice, valores considerados clínicamente significativos (Isquith et al., 2004). Dado que las poblaciones clínicas pueden tener puntajes de negatividad altos, y de acuerdo con las

recomendaciones de Sherman y Brooks, decidimos incluir los cuestionarios con un puntaje de negatividad alto que también presentarían puntajes T superiores a 65 en cualquier escala (Sherman & Brooks, 2010). Puesto que algunos niños/as no participaron de todas las instancias de evaluación, los números de participantes finales para cada análisis se presentan en la sección de resultados.

Análisis de datos

Dada la estructura anidada de los datos, utilizamos análisis multinivel, una metodología estadística que permite desentrañar la varianza dentro y entre clases, y la inclusión de predictores tanto a nivel individual como escolar.

Antes de ejecutar el plan analítico para verificar nuestras hipótesis, ejecutamos varios modelos para investigar si la calidad de los datos adquiridos durante las sesiones de evaluación era adecuada. Para hacerlo, en primer lugar corrimos regresiones logísticas con el conjunto de datos completo (es decir, todos los ensayos para todos los niños y niñas incluidos en la muestra final) con los niños/as anidados en sus clases. Los resultados de estos análisis corroboraron que los datos siguen el comportamiento esperado para cada tarea. La metodología y los resultados se presentan a continuación. Luego, realizamos un análisis multinivel para determinar si las medidas BRIEF pueden predecir las medidas clásicas de EF, si el desempeño en las tareas puede predecir las calificaciones BRIEF-P y cómo el entorno socioeconómico influye en estas asociaciones. Todos los modelos se ajustaron usando el programa estadístico R (R Core Team, 2020) usando los paquetes lme4 (Bates et al., 2015), emmeans (Lenth, R, 2020) y sjstats (Lüdtke D, 2021).

Construimos los modelos incluyendo secuencialmente variables a nivel del niño, luego variables a nivel escolar y finalmente un término de interacción entre la variable desempeño y nivel sociocultural de la escuela. Las variables de interés en el nivel niño fueron las puntuaciones T del cuestionario BRIEF-P y el desempeño en las tareas seleccionadas, las covariables a nivel del

niño fueron la edad, el género y el nivel socioeconómico (NSE) del hogar, y la variable de nivel escolar fue el nivel sociocultural (NSC) escolar. Debido a la alta correlación entre el nivel socioeconómico del hogar y de la escuela, el primero se incluyó solo si mejoraba significativamente el ajuste del modelo. Las medidas de los niños/as se anidaron dentro de sus clases a través de un factor de intercepto aleatorio. Ajustamos varios modelos: un modelo nulo sin predictores para calcular la correlación intraclase, un modelo con variables del nivel del niño y un modelo que agregó la variable de la escuela. También ajustamos un modelo con un término de interacción entre la escuela (una variable ingresada como nivel sociocultural alto o bajo) y las variables de interés. La edad se centró calculando la diferencia en relación con el niño más pequeño de la muestra, es decir, el niño más pequeño ingresó con una edad de 0. Las medidas de desempeño de tareas de FEs y NSE del hogar se transformaron a valores z y los puntajes brutos del BRIEF-P a puntuaciones T siguiendo la recomendación del manual. Utilizamos un análisis de varianza tipo III con el método de Satterthwaite para calcular los valores estimados p de los efectos fijos. El procedimiento descrito se llevó a cabo para optimizar el ajuste teniendo en cuenta la estructura de datos en un enfoque basado en hipótesis para el análisis de datos (Meteyard & Davies, 2020).

Las líneas de código genéricas en R fueron:

```
FE_z ~ (1|clase)
```

```
FE_z ~ edad_c + género + NSE_hogar + BRIEF_T + (1|clase)
```

```
FE_z ~ edad_c + género + NSE_hogar + BRIEF_T + NSC_escuela + (1|clase)
```

```
FE_z ~ edad_c + género + NSE_hogar + BRIEF_T * NSC_escuela + (1|clase)
```

También se analizó un conjunto similar de modelos intercambiando FE_z por $BRIEF_T$.

Resultados

La composición demográfica básica para ambos grupos de escuelas se muestra en la Tabla 1. No hubo diferencias en la edad o la frecuencia de géneros entre las escuelas con NSC alto y bajo.

Encontramos que, como se esperaba, el puntaje SES de los hogares en las escuelas de SCL bajo estaba en promedio 1.4 SD por debajo de los hogares en las escuelas de SES alto ($t = -15.48$, $df = 254.93$, valor de $p < 0.001$). Sin embargo, es importante notar que los niños y niñas que asisten a escuelas públicas con SCL alto provienen de hogares clasificados como NSE medio a medio-alto y no representan el NSE más alto en términos absolutos. Esto es de hecho esperado porque los niños y niñas de clase alta en Uruguay tienden a asistir a escuelas privadas. Las estadísticas descriptivas para todas las variables y las correlaciones de orden cero entre todas las variables se muestran en las Tablas 2 y 3.

Tabla 1 Variables demográficas

Variable	School SCL		p
	Low, N = 141 [†]	High, N = 120 [†]	
Gender			0.5
F	67(48%)	62(52%)	
M	74(52%)	58(48%)	
Age, years	5.61 (0.45)	5.65 (0.36)	0.6
Home SES	27 (10)	46 (10)	<0.001

[†]n(%); Mean (SD)

Tabla 2. Estadística descriptiva para las variables Ingresadas en los modelos.

Variable	N = 261 [†]
TOL max moves	3.07 (1.36, 2.00, 4.00)
Corsi span	2.88 (1.29, 2.00, 4.00)
PCA_B1	0.75 (0.22, 0.67, 0.92)

PCA_B2	0.65 (0.27, 0.50, 0.83)
PCA_B3	0.57 (0.25, 0.38, 0.79)
Inh_T	49 (10, 41, 53)
EC_T	49 (9, 43, 49)
WM_T	49 (9, 43, 53)
Shif_T	49 (10, 42, 51)
PO_T	49 (10, 41, 55)
GEC_T	49 (10, 42, 53)

¹Mean (SD, IQR)

TOL máx. moves: cantidad de movimientos del ensayo más largo resuelto con éxito, Corsi span: mayor largo de la secuencia recordada, PCA_B1: Proporción de respuestas correctas en la tarea tipo Flor-corazón, bloque 1, PCA_B2: Proporción de respuestas correctas en la tarea tipo Flor-corazón, bloque 2, PCA_B3: Proporción de respuestas correctas en la tarea tipo Flor-corazón, bloque 3, Inh_T: valores T de la escala de inhibición (BRIEF-P), EC_T: valores T de la escala de control emocional (BRIEF -P) WM_T: valores T de la escala WM (BRIEF-P), PO_T: valores T de la escala Planificación y organización (BRIEF-P), Inh_T: valores T Inhibiciones de la escala (BRIEF-P), Shif_T: valores T de la escala Shifting (BRIEF-P), GEC_T: valores T de Global Executive Composite (BRIEF-P)

Tabla 3. Correlaciones de orden cero para las variables usadas en los modelos multinivel.

	<i>Age</i>	<i>Home SES</i>	<i>WM Span</i>	<i>Tol Max</i>	<i>PCA_B1</i>	<i>PCA_B2</i>	<i>PCA_B3</i>	<i>WM_T</i>	<i>PO_T</i>	<i>Inh_T</i>	<i>EC_T</i>	<i>Shif_T</i>	<i>GEC_T</i>
<i>Age</i>													
<i>HomeSES</i>	-0.18*												
<i>WMSpan</i>	0.29***	0.13											
<i>TolMax</i>	0.15*	0.26***	0.24**										
<i>PCA_B1</i>	0.09	0.17*	0.16*	0.23**									
<i>PCA_B2</i>	0.18*	0.13	0.27***	0.24**	0.47***								
<i>PCA_B3</i>	0.18*	0.29***	0.33***	0.26***	0.52***	0.63***							
<i>WM_T</i>	-0.21**	-0.16*	-0.22**	-0.31***	-0.14	-0.31***	-0.20*						
<i>PO_T</i>	-0.16*	-0.05	-0.14	-0.29***	-0.02	-0.17*	-0.06	0.89***					
<i>Inh_T</i>	-0.13	0.00	-0.08	-0.26***	-0.01	-0.17*	-0.12	0.67***	0.69***				
<i>EC_T</i>	-0.06	0.00	-0.04	-0.17*	0.03	-0.13	-0.07	0.55***	0.61***	0.77***			

<i>Shif_T</i>	-0.02	0.04	-0.07	-0.19*	-0.01	-0.12	-0.04	0.61***	0.71***	0.50***	0.59***	
<i>GEC_T</i>	-0.15	-0.06	-0.14	-0.29***	-0.05	-0.23**	-0.13	0.90***	0.91***	0.88***	0.81***	0.74***

La correlación se calculó utilizando el método de Pearson con eliminación por lista.

*Nota. *, $p < 0,05$, **, $p < 0,01$, *** $p < 0,001$*

HSES: NSE del hogar, WM: Span en bloques de Corsi, ToL: Movimientos máximos en la tarea de la Torre de Londres, PCA_B1, Proporción de respuestas correctas en la tarea Flor-corazón, bloque 1, PCA_B2: Proporción de respuestas correctas en la tarea Flor-corazón, bloque 2, PCA_B3: Proporción de respuestas correctas en la tarea Flor-corazón, bloque 3, WM_T: valores T escala WM (BRIEF-P), PO_T: valores T escala de planificación y organización (BRIEF-P), Inh_T: Escala de inhibiciones de valores T (BRIEF-P), Shif_T: Escala de cambio de valores T (BRIEF-P), GEC_T: Compuesto ejecutivo global de valores T (BRIEF-P)

Control inhibitorio.

Contamos con datos de un total de 230 niños y niñas en el segundo bloque de la tarea Flor-corazón y el cuestionario BRIEF-P. Evaluamos la calidad del conjunto de datos a través de una serie de regresiones logísticas. Encontramos que se cumplían una serie de condiciones que dan cuenta de la calidad de los datos: la chance de error aumenta con el progreso de los bloques (Tabla 4), la tasa de error es mayor para los estímulos incongruentes (Tabla 5) y finalmente, el tiempo de respuesta para los estímulos incongruentes es cerca de 250 ms mayor (Tabla 6). Una prueba de chi cuadrado para comparar la proporción de niños y niñas de escuelas de quintiles bajo y alto que realizaron la prueba no mostró diferencias en la pérdida de datos ($\chi^2 = 0,89$, $df = 1$, valor de $p = 0,3$).

Tabla 4. Chequeo de la calidad de los datos para la tarea Flor-corazón. Se empleó una regresión logística para calcular los Odds Ratios de las respuestas correctas en función del bloque. El bloque 1 se usó como el nivel de referencia.

<i>Predictors</i>	trial result		
	<i>Odds Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	3.57	3.09 – 4.13	<0.001
Block [2]	0.53	0.47 – 0.59	<0.001
Block [3]	0.39	0.36 – 0.43	<0.001
Random Effects			
σ^2	3.29		
τ_{00} Participant	1.07		
ICC	0.25		

N_{Participant} 293

Observations 13933

Marginal R² / 0.032 / 0.270

Conditional R²

Tabla 5. *Chequeo de la calidad de los datos en la tarea Flor-corazón. Se empleó una Regresión logística para estimar los Odds Ratios de respuestas correctas en función del tipo de estímulo. Los estímulos congruentes se tomaron como el nivel de referencia.*

	trial result		
<i>Predictors</i>	<i>Odds Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	2.40	2.11 – 2.73	<0.001
stimulus_type [incongruent]	0.62	0.58 – 0.67	<0.001
Random Effects			
σ^2	3.29		
τ_{00} Participant	1.02		
ICC	0.24		
N _{Participant}	293		

Observations 13934

Marginal R² / 0.013 / 0.247

Conditional R²

Tabla 6. *Chequeo de calidad de los datos para la tarea Flor-corazón. Se muestran los resultados de un modelo mixto para estimar el efecto del tipo de estímulo en el tiempo de respuesta (únicamente para respuestas correctas). Los estímulos congruentes son el nivel de referencia.*

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	rt	
		<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1310.81	1280.55 – 1341.06	<0.001
stimulus_type [incongruent]	144.72	125.34 – 164.10	<0.001
Random Effects			
σ^2	200377.09		
τ_{00} Participant	56131.44		
ICC	0.22		
$N_{Participant}$	293		
Observations	8633		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.020 / 0.234		

Luego de realizar estos controles, comenzamos analizando si las puntuaciones del BRIEF-P predicen la Proporción de Respuestas Correctas (PCA) en el bloque incongruente de la tarea. Ejecutamos un modelo nulo para determinar el PCA atribuible a la pertenencia a la clase y encontramos que es solo del 10 % (ICC=0,1). La inclusión de la edad y el sexo mejoró el ajuste del modelo en todos los casos y por ende fueron incluidos. La adición del NSE del hogar no mejoró el ajuste y, por lo tanto, no se incluyó. El siguiente paso, la adición de las puntuaciones T de la escala Inhibición dio como resultado un mejor ajuste ($p<0.01$), la pendiente estimada muestra el signo apropiado y explica significativamente la variación en el rendimiento del bloque

incongruente. Luego, incluimos la variable de interés en el segundo nivel, nivel sociocultural escolar (NSC), que también resultó en un mejor ajuste ($p < 0.05$), y también explicó parte del desempeño en la tarea. Los resultados del modelo se presentan en la Tabla 7. Como puede verse, ambas variables de interés, la evaluación BRIEF-P y el NSC escolar son predictores del control inhibitorio. El último paso fue la introducción del término de interacción entre el NSC escolar y la percepción de las habilidades de control inhibitorio medidas con el cuestionario. El término de interacción no resultó en una mejora del ajuste ($p = 0,2$), lo que sugiere que BRIEF-P tiene un valor predictivo similar para las escuelas de NSC alto y bajo. De hecho, los parámetros de este modelo que se muestran en la Tabla 8 indican que el término de interacción no es estadísticamente significativo y su inclusión socava la significancia estadística de los términos aislados.

Tabla 7. Asociación de la Proporción de respuestas correctas (PCA) del bloque incongruente de la tarea Flor-corazón y las escalas Inhibición y Control emocional del BRIEF-P.

<i>Predictors</i>	B2 PCA_z			B2 PCA_z		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.19	-0.67 – 1.05	0.658	-0.11	-0.95 – 0.74	0.804
age	0.21	-0.12 – 0.54	0.212	0.22	-0.11 – 0.55	0.197
Gender [M]	0.47	0.22 – 0.73	<0.001	0.43	0.18 – 0.69	0.001
Inh_T	-0.02	-0.03 – -0.01	0.005			
SchoolSCL	0.11	0.01 – 0.20	0.027	0.12	0.03 – 0.21	0.011
EC_T				-0.01	-0.03 – -0.00	0.043

Random Effects

σ^2	0.87	0.89
τ_{00}	0.06 _{Class}	0.06 _{Class}
ICC	0.07	0.06
N	14 _{Class}	14 _{Class}
Observations	230	230
Marginal R ² / Conditional R ²	0.132 / 0.192	0.115 / 0.169

Tabla 8. Interacción entre las escalas Inhibición o Control emocional del BRIEF-P y el NSC de la escuela en los modelos para predecir el rendimiento en el bloque incongruente de la tarea flor-corazón.

<i>Predictors</i>	B2 PCA_z			B2 PCA_z		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.27	-1.45 – 0.90	0.647	-0.46	-1.66 – 0.74	0.451
age	0.22	-0.12 – 0.55	0.201	0.22	-0.11 – 0.56	0.193
Gender [M]	0.47	0.22 – 0.73	<0.001	0.42	0.17 – 0.68	0.001
Inh_T	-0.01	-0.03 – 0.01	0.320			
SchoolSCL	0.32	-0.05 – 0.69	0.095	0.27	-0.10 – 0.64	0.154
Inh_T * SchoolSCL	-0.00	-0.01 – 0.00	0.251			

EC_T		-0.01	-0.03 – 0.01	0.520
EC_T * SchoolSCL		-0.00	-0.01 – 0.00	0.409
Random Effects				
σ^2	0.87			0.89
τ_{00}	0.06 _{Class}			0.06 _{Class}
ICC	0.07			0.06
N	14 _{Class}			14 _{Class}
Observations	230			230
Marginal R ² / Conditional R ²	0.135 / 0.195			0.118 / 0.174

El control inhibitorio también podría estar asociado con la capacidad de los niños y niñas para controlar sus emociones (Carlson & Wang, 2007). Para comprobar esta posibilidad, corrimos modelos similares a los descritos en el párrafo anterior, esta vez con la escala de Control Emocional (CE) del cuestionario BRIEF-P. La inclusión de la escala de Control Emocional mejoró el ajuste ($p < 0,05$), y la inclusión de NSC también ($p < 0,05$). Los resultados se resumen en la Tabla 7. En el siguiente paso, el término de interacción no resultó en una mejora del ajuste ($p = 0.4$), lo que sugiere que la escala BRIEF-P EC tiene un valor predictivo similar del desempeño de la tarea tanto en escuelas de NSC bajo y alto. Nuevamente, los parámetros de este modelo, que se muestran en la Tabla 8, indican que el término de interacción no es estadísticamente significativo y su inclusión socava la significancia de los términos aislados.

Luego, evaluamos la asociación en la dirección opuesta, es decir, si el PCA puede predecir las habilidades más amplias reflejadas en las escalas de Inhibición y Control Emocional del BRIEF-P. Seguimos los mismos pasos descritos en el párrafo anterior. El ICC en ambos casos es 0.2, por lo tanto, el efecto de la pertenencia a la clase es el doble cuando consideramos las calificaciones de los maestros. Una vez más, agregar el NSE del hogar no mejoró el ajuste ($p =$

0.9 para las escalas Inhibición y Control emocional). Sin embargo, la inclusión de PCA en el bloque incongruente mejoró aún más el ajuste ($p < 0,01$ y $p < 0,05$ para las escalas Inhibición y Control emocional) y explicó significativamente parte de la variación en las calificaciones de las escalas de Inhibición y Control emocional. En contraste con lo que encontramos en los modelos para predecir el rendimiento en el bloque incongruente de la tarea tipo Flor-corazón, agregar el NSC escolar no explicó varianza adicional en ninguno de los modelos ($p = 0.3$ y $p = 0.7$ para las escalas IC y EC) en las calificaciones del BRIEF-P. Todas las estimaciones del modelo se muestran en la Tabla 9. La incorporación del término con la interacción entre variables de interés no mejoró el ajuste, por lo que no reportamos los resultados de ese modelo.

Tabla 9. Asociación de la escala de Inhibición y de Control emocional con la PCA del bloque incongruente de la tarea Flor-corazón.

<i>Predictors</i>	EC_T			Inh_T		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	45.92	39.91 – 51.93	<0.001	46.03	40.02 – 52.05	<0.001
age	1.84	-1.42 – 5.11	0.268	2.15	-1.07 – 5.36	0.190
Gender [M]	3.82	1.54 – 6.11	0.001	5.17	2.93 – 7.41	<0.001
Block 2 PCA_z	-1.19	-2.36 – -0.02	0.047	-1.71	-2.86 – -0.56	0.004
SchoolSCL	-0.24	-1.53 – 1.05	0.718	-0.75	-2.06 – 0.57	0.265
Random Effects						
σ^2	70.42			67.84		

τ_{00}	18.36 _{Class}	19.28 _{Class}
ICC	0.21	0.22
N	14 _{Class}	14 _{Class}
<hr/>		
Observations	230	230
Marginal R ² / Conditional R ²	0.057 / 0.252	0.124 / 0.318

Flexibilidad.

El tercer bloque, mixto, de la tarea tipo Flor-Corazón requiere que los y las participantes alternen respuestas entre estímulos congruentes e incongruentes presentados en un orden pseudo aleatorio. Se ha argumentado que, por lo tanto, este bloque requiere un componente de flexibilidad (Camerota et al., 2019; Davidson et al., 2006). Analizamos si la escala de alternancia del BRIEF-P es un predictor válido de la flexibilidad cognitiva evaluada por el PCA en el bloque mixto. Doscientos veintiocho niños y niñas completaron la tarea, para quienes seguimos el mismo procedimiento que antes. De manera similar a lo reportado antes, una pequeña, aunque mayor proporción de varianza de PCA en el tercer bloque de la tarea se explica por la pertenencia al grupo (ICC=0.16). A diferencia de los resultados anteriores, encontramos que el NSE del hogar mejoró significativamente el ajuste y, por lo tanto, también se incorporó ($p < 0.001$). Luego incorporamos los valores T de la Escala de Alternancia, a diferencia de los resultados descritos hasta este punto, no encontramos una mejora en el ajuste ($p = 0.3$). Para comprobar si el NSC escolar explica parte del rendimiento, se procedió a incorporar el término del NSC escolar, lo que mejoró el ajuste ($p < 0,05$). En resumen, los resultados que se muestran en la Tabla 10 indican que el puntaje obtenido en la Escala de Alternancia no está asociado con el rendimiento en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón pero sí con el NSC escolar. Debido a la falta de efecto principal de la escala del BRIEF-P, no incluimos un término de interacción.

A continuación, ejecutamos los modelos para evaluar si el rendimiento en el bloque mixto tiene valor predictivo de la escala Alternancia del BRIEF-P. De nuevo, el ICC para el modelo nulo fue mayor en este caso (ICC=0,24). A diferencia de los modelos anteriores, el NSE del hogar no mejoró el ajuste ($p=0,6$) y, por lo tanto, no se incluyó. La inclusión de las puntuaciones z en el bloque mixto no mejoró el ajuste ($p=0,3$), y tampoco la adición de NSC escolar, lo que sugiere que el rendimiento en el bloque mixto de la tarea no explica las calificaciones en la escala Alternancia del cuestionario BRIEF-P, y tampoco lo hace el NSC de la escuela. Las estimaciones de este último modelo se muestran en la Tabla 11. Sumado a la ausencia de efectos principales, la incorporación del término de la interacción no mejoró el ajuste, por lo que no reportamos el resultado de ese modelo.

Tabla 11. Asociación entre la escala Alternancia del BRIEF-P y la PCA en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón.

<i>Predictors</i>	B3 PCA_z		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.79	-1.57 – -0.01	0.048
Age	0.33	0.03 – 0.63	0.031
Gender [M]	0.33	0.10 – 0.55	0.004
SES_z	0.18	0.01 – 0.34	0.034
Shif_T	-0.01	-0.02 – 0.01	0.294
SchoolSCL	0.10	0.00 – 0.20	0.047
Random Effects			
σ^2	0.70		

τ_{00} Class	0.05
ICC	0.06
N_{Class}	14
<hr/>	
Observations	228
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.184 / 0.236

Memoria de trabajo.

Contamos con datos de doscientos veintitrés niños/as para la tarea bloques Corsi y cuestionarios BRIEF-P. Una prueba de chi cuadrado para comparar la proporción de niños/as de escuelas de NSC bajo y alto que realizaron la prueba no mostró diferencias en la deserción ($\chi^2 = 0,19$, $df = 1$, valor de $p = 0,7$). La calidad del conjunto de datos permitió proseguir con el análisis más detallado. En este sentido, la Tabla 11 muestra que la probabilidad de contestar los ensayos de forma correcta disminuye con el largo del conjunto a ser recordado. En segundo lugar, la Tabla 12 muestra que, tal como esperamos, a mayor edad mayor chances de recordar secuencias más largas

Primero ajustamos el modelo nulo ($ICC=0.11$). La inclusión del NSE del hogar no mejoró el ajuste ($p=0,1$) y, por lo tanto, no se incorporó. Luego incluimos la variable de interés a nivel de niño, la puntuación T de la escala de Memoria de Trabajo, que mejoró el ajuste del modelo ($p<0,01$). A continuación, incluimos el NSC escolar, lo que mejoró aún más el ajuste ($p<0,01$). En el último paso incluimos un término de interacción entre el NSC escolar y la escala WM del cuestionario, que también mejoró el ajuste ($p<0.01$). Utilizamos este último modelo para evaluar la capacidad predictiva del índice de Memoria de Trabajo del cuestionario BRIEF-P y si varía para escuelas de NSC alto y bajo. Como se muestra en la Tabla 13, la relación entre ambas medidas muestra el signo adecuado, aunque no es estadísticamente significativo. Sin embargo, como también se puede ver en la Figura 6, la relación entre ambas variables es modulada por el

NSC de la escuela. Para entender mejor la modulación por el NSC, calculamos las pendientes para ambos tipos de escuelas y encontramos que la pendiente para las escuelas de NSC bajo era -0,00819 (IC 95 % [-0,0262 a 0,00981]) y la pendiente para las escuelas de NSC alto fue -0,05401 (IC 95 % [-0,0830 a -0,02503]), lo que significa que la pendiente en las escuelas de NSC alto es aproximadamente 7 veces más pronunciada. Es importante destacar que el intervalo de confianza al 95 % para las escuelas de NSC alto no contiene cero, pero para las escuelas de NSC bajo sí lo hace. Estos resultados indican que la escala WM del BRIEF-P tiene valor predictivo del rendimiento en los Bloques Corsi solo en las escuelas de NSC alto. Además, la diferencia entre las pendientes fue significativa (relación $t=2,69$, $p<0,01$).

Tabla 11. Chequeo de la calidad de los datos para la tarea bloques de Corsi.

Resultados de una regresión logística para estimar los Odds ratio de respuestas correctas en función del largo del conjunto.

<i>Predictors</i>	trial result		
	<i>Log-Odds</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	5.09	4.39 – 5.79	<0.001
stimulus_amount [2]	-3.60	-4.06 – -3.13	<0.001
stimulus_amount [3]	-4.15	-4.71 – -3.60	<0.001
stimulus_amount [4]	-5.38	-6.02 – -4.75	<0.001
stimulus_amount [5]	-7.32	-8.24 – -6.41	<0.001
stimulus_amount [6]	-8.81	-12.74 – -4.89	<0.001
Random Effects			
σ^2	3.29		
τ_{00} Participant	13.30		

ICC	0.80
N _{Participant}	270
<hr/>	
Observations	2992
Marginal R ² / Conditional R ²	0.227 / 0.847

Tabla 12. Chequeo de la calidad de los datos para bloques de Corsi.

Resultados de una regresión logística para estimar los Odds Ratio de respuestas correctas en función de la edad.

<hr/>			
trial result			
<i>Predictors</i>	<i>Odds Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
<hr/>			
(Intercept)	0.18	0.07 – 0.45	<0.001
Age	10.14	5.33 – 19.28	<0.001

Random Effects

σ^2	3.29
τ_{00} Participant	2.90
ICC	0.47
N _{Participant}	270
<hr/>	
Observations	2992
Marginal R ² / Conditional R ²	0.133 / 0.540

Table 13. Asociación entre la escala WM del BRIEF-P y el span en la tarea bloques de Corsi

MaxSpan_z	MaxSpan_z
------------------	------------------

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.07	-0.92 – 1.06	0.888	-1.15	-2.46 – 0.17	0.088
Age	0.47	0.14 – 0.80	0.005	0.48	0.15 – 0.80	0.004
Gender [M]	-0.02	-0.27 – 0.22	0.851	0.03	-0.22 – 0.27	0.826
SchoolSCL	0.12	0.03 – 0.20	0.005	0.66	0.26 – 1.07	0.001
WM_T	-0.02	-0.04 – -0.01	0.008	0.00	-0.02 – 0.03	0.780
WM_T * SchoolSCL				-0.01	-0.02 – -0.00	0.007
Random Effects						
σ^2	0.83			0.81		
τ_{00}	0.04 _{Class}			0.03 _{Class}		
ICC	0.04			0.04		
N	14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	223			223		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.161 / 0.197			0.185 / 0.217		

Luego seguimos los mismos pasos pero para la asociación opuesta. Nuevamente, encontramos que el ICC para las calificaciones de las maestras para la memoria de trabajo es el doble del valor para la medida que surge de la tarea (ICC=0.23). En este caso, agregar el NSE del hogar no mejoró el ajuste ($p = 0.2$). La adición de la variable de interés, el *span* en los bloques Corsi, resultó en un mejor ajuste ($p < 0,01$), no así la adición del NSC escolar ($p = 0,1$). La incorporación del término con la interacción entre variables de interés no mejoró el ajuste, por lo que no reportamos los modelos con el término de interacción. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Asociación entre el span en los bloques de Corsi y los puntajes en la escala WM del BRIEF-P

<i>Predictors</i>	WM_T		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	52.88	47.47 – 58.28	<0.001
Age	-1.89	-4.94 – 1.17	0.226
Gender [M]	2.27	0.22 – 4.32	0.030
MaxSpan_z	-1.59	-2.68 – -0.50	0.004
SchoolSCL	-0.90	-1.99 – 0.19	0.104
Random Effects			
σ^2	56.02		
$\tau_{00 \text{ Class}}$	12.68		
ICC	0.18		
N_{Class}	14		
Observations	223		
Marginal R^2	/	0.128 / 0.289	
Conditional R^2			

Planificación

Debido a un problema técnico en dos escuelas de NSC bajo y dos de NSC alto, se perdieron algunos puntos de datos para la tarea Torre de Londres (TOL), por lo tanto, evaluamos una muestra más pequeña que consta de 191 niños y niñas. Una prueba de chi cuadrado para comparar la proporción de niños y niñas de escuelas con SCL bajo y alto que realizaron la prueba no mostró diferencias en la pérdida de datos ($\chi^2 = 0,12$, $df = 1$, valor de $p = 0,7$). Luego ejecutamos un conjunto de análisis similar al de los bloques Corsi para verificar la calidad de nuestro conjunto de datos. Los resultados que se muestran en las Tablas 15 y 16 dan cuenta de la

calidad de los datos: la probabilidad de acierto disminuye a medida que aumenta la dificultad de la tarea, y es más probable que los niños y niñas de mayor edad avancen más en la tarea.

Tabla 15. Chequeo de la calidad de los datos para la tarea Torre de Londres. Resultados de una regresión logística para estimar los Odds ratios (en escala logit) de las respuestas correctas en función del número de movimientos esperados.

<i>Predictors</i>	trial result		
	<i>Log-Odds</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1.13	0.92 – 1.34	<0.001
expected_movement_number [2]	-0.55	-0.77 – -0.32	<0.001
expected_movement_number [3]	-1.35	-1.62 – -1.08	<0.001
expected_movement_number [4]	-1.94	-2.26 – -1.61	<0.001
expected_movement_number [5]	-3.23	-3.65 – -2.82	<0.001
expected_movement_number [6]	-4.81	-5.83 – -3.80	<0.001
expected_movement_number [7]	-14.90	-121.87 – 92.08	0.785
Random Effects			
σ^2	3.29		
τ_{00} Participant	1.25		

ICC	0.27
N _{Participant}	259
<hr/>	
Observations	3668
Marginal R ² / Conditional R ²	0.192 / 0.414

Tabla 16. *Chequeo de la calidad de los datos de la tarea Torre de Londres. Resultados de una regresión logística para estimar los Odds Ratios de las respuestas correctas en función de la edad.*

<hr/>			
trial result			
<i>Predictors</i>	<i>Odds Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
<hr/>			
(Intercept)	1.04	0.80 – 1.34	0.779
age	1.34	1.12 – 1.59	0.001
Random Effects			
σ^2	3.29		
τ_{00} Participant	0.07		
ICC	0.02		
N _{Participant}	259		
<hr/>			
Observations	3668		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.005 / 0.026		

Finalmente, procedimos a correr la misma secuencia de modelos para probar nuestra hipótesis. El ICC para TOL en el modelo nulo fue de 0,25, la varianza más alta atribuible al agrupamiento en clases en nuestro estudio. La introducción de género y edad mejoró el ajuste del modelo ($p < 0,05$), también la inclusión del NSE del hogar ($p < 0,01$) y la variable de interés, la escala

Planificar/Organizar de BRIEF-P también lo hizo ($p < 0,01$). A diferencia de las tareas anteriores, la inclusión de la variable NSC escolar no mejoró el ajuste del modelo ($p = 0,8$). Probamos si este resultado se explicaba por la alta correlación entre el NSE del hogar y el NSC de la escuela. Para ello, corrimos un modelo eliminando el NSE del hogar y manteniendo el NSC escolar, sin embargo, en este modelo el efecto principal del NSC escolar no alcanzó significación ($p = 0,4$), ni su inclusión mejoró el ajuste ($p = 0,3$). Todas las estimaciones y los valores de p correspondientes en cada uno de estos modelos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Valor predictivo de la escala Planificar/Organizar del BRIEF-P del máximo número de movimientos correctos (*Max_z*) en la tarea Torre de Londres

<i>Predictors</i>	<i>Estimate</i> <i>s</i>	Max_z			Max_z			Max_z		
		<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	
(Intercept)	0.46	-0.48 – 1.39	0.338	0.51	-0.53 – 1.54	0.336	0.22	-0.86 – 1.29	0.694	
Age	0.39	0.03 – 0.76	0.035	0.40	0.03 – 0.76	0.034	0.39	0.01 – 0.77	0.047	
Gender [M]	-0.11	-0.37 – 0.14	0.380	-0.11	-0.37 – 0.14	0.379	-0.08	-0.34 – 0.18	0.534	
SES_z	0.25	0.08 – 0.41	0.004	0.25	0.07 – 0.44	0.007				
PO_T	-0.02	-0.04 – -0.01	0.005	-0.02	-0.04 – -0.01	0.005	-0.02	-0.04 – -0.01	0.009	
SchoolSCL				-0.02	-0.16 – 0.13	0.826	0.07	-0.08 – 0.22	0.353	
Random Effects										
σ^2	0.68			0.68			0.72			
τ_{00}	0.17 _{Class}			0.17 _{Class}			0.24 _{Class}			

Predictors	Max_z			Max_z			Max_z		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	0.46	-0.48 – 1.39	0.338	0.51	-0.53 – 1.54	0.336	0.22	-0.86 – 1.29	0.694
Age	0.39	0.03 – 0.76	0.035	0.40	0.03 – 0.76	0.034	0.39	0.01 – 0.77	0.047
Gender [M]	-0.11	-0.37 – 0.14	0.380	-0.11	-0.37 – 0.14	0.379	-0.08	-0.34 – 0.18	0.534
SES_z	0.25	0.08 – 0.41	0.004	0.25	0.07 – 0.44	0.007			
ICC	0.20			0.20			0.25		
N	14 _{Class}			14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	191			191			191		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.133 / 0.305			0.126 / 0.299			0.097 / 0.324		

A continuación, ejecutamos los modelos para evaluar el valor predictivo del desempeño en la tarea TOL de los comportamientos vinculados a la habilidad de planificación en el cuestionario. El ICC del modelo nulo de la escala Planificar/Organizar fue de 0,25. La inclusión del NSE del hogar no mejoró el ajuste ($p=0,8$), pero sí lo hizo la adición del rendimiento en TOL ($p<0,01$). De nuevo, la inclusión del SCL escolar no mejora el modelo ($p=0,2$), por lo que no se procedió a incluir el término de interacción; las estimaciones se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Asociación entre la cantidad máxima de movimientos Correctos (Max_z) en la tarea Torre de Londres y la escala

Planificar/Organizar del cuestionario BRIEF-P.

<i>Predictors</i>	PO_T		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	51.47	45.08 – 57.86	<0.001
Age	-1.51	-5.04 – 2.02	0.402
Gender [M]	3.13	0.78 – 5.47	0.009
Max_z	-1.75	-3.05 – -0.46	0.008
SchoolSCL	-0.77	-2.06 – 0.51	0.237
Random Effects			
σ^2	61.19		
$\tau_{00 \text{ Class}}$	17.99		
ICC	0.23		
N_{Class}	14		
Observations	191		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.113 / 0.315		

Funcionamiento Ejecutivo Global

La resolución exitosa del bloque mixto de la tarea Flor-Corazón requiere flexibilidad cognitiva para alternar entre reglas, control inhibitorio para abstenerse de la respuesta automática y memoria de trabajo para mantener ambas reglas en la conciencia (Davidson et al., 2006); por lo que podría considerarse un indicador de funcionamiento ejecutivo global. El cuestionario BRIEF-P combina todas sus escalas en un Compuesto Ejecutivo Global (GEC). Evaluamos la relación entre ambas medidas siguiendo el mismo procedimiento analítico. Los primeros pasos

de la construcción del modelo se describieron en la sección referente a la flexibilidad, por lo que continuamos con la inclusión de valores GEC-T en el modelo, lo que resultó en un mejor ajuste ($p < 0,01$). La incorporación del NSC escolar no resultó en una mejora del ajuste ($p = 0,1$), lo que no sorprende en vista de la alta correlación entre el NSE del hogar y el NSC escolar. De hecho, un modelo que incluye el NSC escolar pero no el NSE del hogar resulta en que esta variable explica una proporción significativa de la varianza. Los resultados de estos modelos se muestran en la Tabla 19. Cabe destacar que el GEC es un predictor estadísticamente significativo de la PCA en el bloque mixto en los tres modelos. Finalmente, también ejecutamos un modelo con el término de interacción entre el NSC escolar y el GEC. En este modelo el término de interacción no alcanzó significación ($p = 0,8$), por lo tanto, la relación entre ambas formas de evaluar el funcionamiento ejecutivo global no se encuentra modulada por el NSC escolar (Tabla 20).

Tabla 19. Poder predictivo del compuesto GEC del BRIEF-P de la PCA en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón.

Predictors	Block 3 PCA_z			Block 3 PCA_z			Block 3 PCA_z		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	0.03	-0.74 – 0.79	0.947	-0.38	-1.20 – 0.44	0.364	-0.26	-1.07 – 0.56	0.534
Age	0.33	0.04 – 0.62	0.026*	0.27	-0.02 – 0.56	0.065	0.31	0.02 – 0.60	0.035*
Gender [M]	0.37	0.15 – 0.60	0.001 **	0.39	0.16 – 0.61	0.001 **	0.37	0.15 – 0.60	0.001* *
GEC_T	-0.02	-0.03 – -0.01	0.005*	-0.02	-0.03 – -0.00	0.011 *	-0.02	-0.03 – -0.00	0.011*
HomeSES_z	0.25	0.12 – 0.38	<0.001* **				0.18	0.02 – 0.33	0.028*
SchoolSCL				0.15	0.07 – 0.23	<0.001 ***	0.09	-0.01 – 0.18	0.083

Random Effects

σ^2	0.67	0.68	0.67
τ_{00}	0.05 _{Class}	0.04 _{Class}	0.04 _{Class}
ICC	0.07	0.06	0.06
N	14 _{Class}	14 _{Class}	14 _{Class}
Observations	228	228	228
Marginal R ² /	0.171 / 0.226	0.194 / 0.242	0.209 / 0.253
Conditional R ²			

Tabla 20. *Interacción entre el compuesto GEC y el NSC escolar en un modelo para predecir el rendimiento en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón.*

B3 PCA_z			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.46	-1.60 – 0.68	0.428
age	0.28	-0.02 – 0.58	0.071
Gender [M]	0.39	0.16 – 0.62	0.001
GEC_T	-0.02	-0.04 – 0.00	0.135
SchoolSCL	0.19	-0.16 – 0.55	0.284
GEC_T * SchoolSCL	-0.00	-0.01 – 0.01	0.799

Random Effects

σ^2	0.69
τ_{00} Class	0.06
ICC	0.08
N _{Class}	14
Observations	228

Marginal R^2 / 0.191 / 0.256
 Conditional R^2

Finalmente, evaluamos si el rendimiento en el tercer bloque de la tarea Flor-corazón es un buen predictor del compuesto GEC de la escala BRIEF-P. Para comenzar, estimamos que el ICC para las calificaciones GEC del BRIEF-P fue de 0,3, casi el doble que el ICC para el desempeño en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón. La adición de las covariables dio como resultado un mejor ajuste ($p < 0,001$), el NSE del hogar no ($p = 0,3$) y el rendimiento en el bloque mixto mejoró el ajuste ($p < 0,01$). Similar a todos los modelos en los que solíamos explicar la varianza de BRIEF-P, la inclusión de SCL escolar no resultó en una mejora del modelo ($p = 0.3$). Las estimaciones de este último modelo se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Predicción del compuesto GEC a partir del desempeño en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón.

<i>Predictors</i>	GEC		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	81.06	64.61 – 97.51	<0.001
Age	1.19	-6.70 – 9.07	0.768
Gender [M]	11.99	6.63 – 17.36	<0.001
Block 3 PCA_z	-4.42	-7.52 – -1.31	0.005
SchoolSCL	-1.71	-5.50 – 2.09	0.378
Random Effects			
σ^2	385.54		
τ_{00} Class	172.06		
ICC	0.31		
N_{Class}	14		
Observations	228		

Marginal R^2 / Conditional R^2 0.109 / 0.384

La figura 6 presenta los gráficos que ilustran la modulación del NSC escolar de la capacidad predictiva del BRIEF-P del desempeño en las tareas empleadas para evaluar FEs.

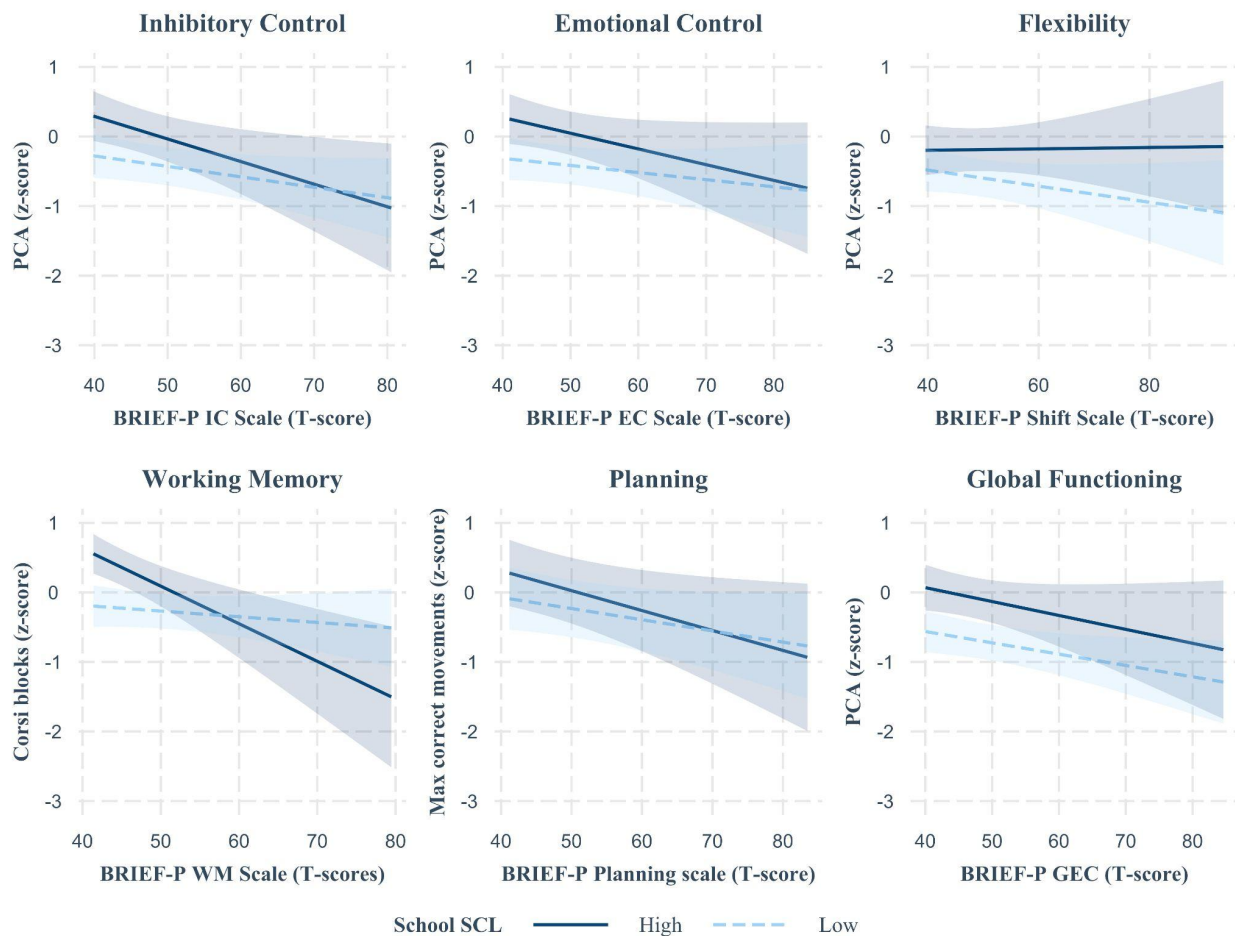


Figura 6. Gráficas de interacción que muestran la modulación del valor predictivo del cuestionario BRIEF-P del rendimiento en las tareas empleados para evaluar FEs por el NSC de las escuelas. Tomado de (Nin et. al., 2022)

Discusión

A través de este estudio buscamos proporcionar evidencia empírica para contribuir a la discusión en curso sobre los enfoques metodológicos utilizados para medir las FEs. En primer lugar, evaluamos el grado de capacidad predictiva de la versión docente del BRIEF-P respecto al

desempeño en tareas neurocognitivas clásicas, y viceversa, mediante análisis multinivel. Luego, realizamos análisis para comprender si las características socioeconómicas escolares (aquí referidas como nivel sociocultural escolar, NSC) modulan la asociación entre la evaluación de las FEs basada en tareas y en cuestionarios. Hasta donde sabemos, este es el primer trabajo que considera las características de la escuela al analizar la convergencia de medidas de FEs basadas en tareas e informantes. Encontramos un conjunto heterogéneo de resultados que pasamos a discutir.

Para los constructos de control inhibitorio y planificación, nuestros resultados son consistentes con estudios que reportan asociaciones bajas pero significativas entre medidas basadas en el desempeño y basadas en informantes (Garon et al., 2016; Tamm & Peugh, 2019; Toplak et al., 2013). Para estos constructos podría interpretarse que los ítems de las escalas del BRIEF-P correspondientes a Inhibición, Control Emocional y Planificación/Organización capturan situaciones que sí requieren, al menos parcialmente, la capacidad de contener acciones preponderantes y conducta autoorganizada. La situación opuesta también es cierta, a partir de nuestros resultados, parece que el proceso cognitivo básico capturado por las tareas son bloques de construcción para los comportamientos en las situaciones complejas encontradas en la escuela que requieren autorregulación y organización.

En cuanto a la flexibilidad, mientras que el BRIEF-P indaga principalmente sobre la capacidad de los niños y niñas para adaptarse a nuevas situaciones sociales y cambios en la rutina, el bloque mixto de la tarea Flor-corazón involucra la flexibilidad en términos de un cambio de regla. Encontramos que el puntaje en la escala Alternancia no predice el desempeño en la tarea, ni el desempeño en el bloque mixto de la prueba Flor-corazón se relaciona con un comportamiento flexible en situaciones sociales. Tamm y Peugh (2019) informaron hallazgos consistentes utilizando un conjunto más amplio de tareas. Estos resultados sugieren que ambas medidas no reflejan el mismo constructo subyacente, posiblemente porque el tipo de situaciones representadas en los ítems del BRIEF-P requieren una amplia gama de habilidades socioemocionales que no están involucradas en la tarea Flor-corazón, al mismo tiempo que

sugieren que la flexibilidad medida en el bloque mixto de la tarea no juega un papel en situaciones sociales complejas que requieren que los y las niñas se adapten a situaciones nuevas.

La situación del constructo memoria de trabajo es distinta. La memoria de trabajo es, en términos generales, un sistema o conjunto de procesos que contienen representaciones mentales para su uso en el pensamiento y la acción (Oberauer et al., 2018). Las diferencias entre los bloques Corsi y la escala BRIEF-P WM son quizás las más evidentes. Mientras que la tarea bloques de Corsi es un tipo de tarea de recuperación de una serie (también conocida como de *span* simple), los elementos BRIEF-P abordan el rendimiento en una amplia gama de situaciones, generalmente relacionadas con la distracción y la capacidad de permanecer en la tarea. A pesar de la gran distancia entre ambas evaluaciones, la escala WM del BRIEF-P sí predice el *span* de memoria de trabajo, sorprendentemente, solo para niños que asisten a escuelas de NSC alto.

¿Por qué? El análisis de los ítems contenidos en la escala de WM del BRIEF-P sugiere que refleja no solo la capacidad de WM, sino también habilidades de autorregulación que están, a su vez, fuertemente asociadas a factores socioeconómicos (Blair, 2010; Evans & Kim, 2013; McEwen & McEwen, 2017). En los niños y niñas de escuelas más privilegiadas parecería que coincide que las y los niños presentan mayor *span* de memoria de trabajo y más capacidad de autocontrol, lo que resulta en una mejor capacidad para lidiar con situaciones cotidianas que son un desafío para la memoria de trabajo. En consecuencia, la asociación entre ambas medidas está presente, como se ha demostrado para adultos (McCabe et al., 2010). No obstante, para los niños y niñas que asisten a escuelas de NSC bajo, el componente de autocontrol de la memoria de trabajo podría verse comprometido y dado que el desempeño en situaciones cotidianas no solo requiere un buen *span* de memoria, sino también la capacidad de controlar la atención y el comportamiento, la asociación entre el *span* y el comportamiento real se podría perder.

Dada la capacidad heterogénea de las escalas del BRIEF-P para predecir el rendimiento en las tareas, nos sorprendió encontrar una asociación significativa del GEC con el rendimiento en el bloque mixto de la tarea tipo Flor-corazón. Esto puede implicar que los procesos cognitivos

necesarios para la ejecución exitosa en el bloque mixto también forman parte de las bases necesarias para los comportamientos complejos requeridos en las situaciones del aula. Por otro lado, el compuesto GEC del BRIEF-P captura situaciones que requieren la integración de la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio.

Finalmente, encontramos que para todas las tareas, el NSC escolar explica parcialmente el desempeño; sin embargo, ninguna de las calificaciones de las escalas BRIEF-P muestra una asociación con el NSC escolar. Por lo tanto, parece que las tareas son sensibles a las características del contexto escolar pero el cuestionario no lo es. Una posible explicación de esta discrepancia es que los docentes juzgan a los niños y niñas en relación con sus compañeros/as, lo que se conoce como efecto del grupo de referencia (Fuhs et al., 2015). El hecho de que todos los modelos BRIEF-P muestren CCI más altos que sus contrapartes de tareas sugiere que, de hecho, las medidas de los docentes carecen de la granularidad que se obtiene con las tareas. Por otro lado, también se ha mostrado que en Estados Unidos, los docentes subestiman las habilidades de alfabetización de los niños/as en escuelas desfavorecidas (Ready & Wright, 2011). Sin embargo, expandir el concepto de "sesgo del maestro" al constructo de FEs es complicado debido a los problemas de validez convergente informados en estudios previos y confirmados aquí. El único proceso en el que encontramos que las calificaciones de los maestros en las escuelas con NSC bajo tendían a estar por debajo de la contraparte de la tarea fue para MT. Sin embargo, como se discutió anteriormente, no tenemos elementos para interpretar este resultado como un sesgo del docente, sino que el análisis de los ítems del BRIEF-P sugiere que esta escala evalúa lo que se conoce como el "ejecutivo central" en el modelo de Baddeley y Hitch (Baddeley & Hitch, 1994) en lugar del *span* de la memoria de trabajo.

Limitaciones y direcciones futuras

La generalización de los hallazgos presentados aquí a otras medidas basadas en el desempeño en tareas es prematura. La batería de tareas que usamos se limita a una por dominio, y sus asociaciones (o falta de) con la puntuación obtenida en el cuestionario, por lo tanto, se

circunscriben a esa tarea en particular. A pesar de que las que las tareas seleccionadas están ampliamente reportadas en la literatura, no incluimos una medida típica de flexibilidad cognitiva, como la clasificación de cartas con cambio dimensional.

Otra limitación del presente estudio es que no hemos proporcionado evidencia de un posible efecto de la edad en las asociaciones informadas. La edad de nuestra muestra se encuentra en el límite superior para el BRIEF-P, situación que limita la posibilidad de seguir esta cohorte con el mismo instrumento. Además, este estudio no tuvo como objetivo determinar si un tipo de medición tiene un mejor valor predictivo para el rendimiento escolar en el futuro.

Conclusiones

En resumen, nuestro trabajo presenta evidencia consistente con una concordancia parcial entre el BRIEF-P y el desempeño en tareas individuales, dependiente tanto del proceso considerado, el contexto socioeconómico de la escuela y la dirección de la predicción. En este sentido, aportamos evidencia de la importancia de considerar variables del nivel escolar al momento de evaluar las FEs, especialmente si estas se basan en el juicio de los docentes. Además, nuestros resultados son relevantes porque la posibilidad de evaluar FEs a través de cuestionarios es cada vez más atractiva, ya que no requiere personal específicamente capacitado y requiere menos tiempo que aplicar baterías de pruebas individuales, lo que reduce los costos generales de las pruebas. Por último, pero no menos importante, de ninguna manera afirmamos que una medida es mejor que la otra, sino que una no puede ser sustituida por la otra.

Estudio 2: Variabilidad en el desarrollo de las FEs. Rol de la maduración, el NSE del hogar y el NSE de los pares escolares.

(Los resultados de este estudio forman parte de un trabajo en preparación para su publicación en una revista arbitrada).

Problema abordado

De acuerdo con las teorías contemporáneas, las trayectorias de desarrollo son el producto de un sistema dinámico de múltiples niveles cultural e históricamente situado, en el que varios factores biológicos y ambientales se modulan entre sí a lo largo del tiempo (Blair & Raver, 2012; Gonen et al., 2019; Haft & Hoefl, 2017; Howard et al., 2020; Lerner, 2006). La diversidad de entornos que se subsumen bajo el término “pobreza”, habitualmente medido a partir de ingresos o necesidades básicas insatisfechas, suelen asociarse de forma negativa con el desarrollo (Hackman et al., 2015; Hair et al., 2015; Lipina et al., 2005). Los estudios de Kimberly Noble y Martha Farah (2005, 2007) fueron fundamentales en la evaluación del impacto que tiene crecer en hogares de diferentes niveles socioeconómicos en varios sistemas cognitivos. Estas investigadoras reportaron que en niños y niñas entre 5 y 6 años de edad, el lenguaje, la memoria declarativa, la memoria de trabajo y el control inhibitorio eran los dominios cognitivos más sensibles al nivel socioeconómico (Noble et al., 2005). De manera similar, también encontraron un desempeño disminuido en tareas de lenguaje y funciones ejecutivas en niños y niñas de 10 a 13 años de hogares de nivel socioeconómico más bajo (Noble et al., 2007). A partir de entonces, varios grupos de investigación independientes de diferentes lugares del mundo replicaron los resultados (Lawson et al., 2018). En ocasiones, estos resultados se sintetizan bajo el rótulo “modelos de déficits” pues el lenguaje que se emplea tiende a señalar que un grupo (el de niños y niñas pobres) rinde por debajo del otro grupo, el normativo (que en general es un grupo de niños y niñas de clase media/alta, de origen étnico caucásico).

Un aspecto metodológico importante común a los estudios referidos en el párrafo anterior es que los niños/as fueron evaluados en entornos tranquilos y controlados, condiciones que difieren

ampliamente de la imprevisibilidad habitual de los entornos de escasos recursos. En este sentido, algunos estudios recientes han comenzado a arrojar luz sobre la potencial limitación, imperceptible hasta ahora, vinculada a ese aspecto metodológico: estos hallazgos sugieren que cuando los niños y niñas son evaluados en situaciones que recapitulan situaciones de incertidumbre, o utilizando estímulos “ecológicos”, los que provienen de un NSE bajo pueden desempeñarse tan bien e incluso mejor que sus pares de un NSE más alto en tareas que requieren memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (Ellis et al., 2022; Fields et al., 2021; Frankenhuis et al., 2020).

Por ejemplo, Young y colaboradores (Young et al., 2022) encontraron que adolescentes de entornos más pobres se desempeñan por debajo de sus pares en pruebas de actualización de la memoria de trabajo sólo cuando las pruebas utilizan estímulos abstractos. Cuando se utilizan estímulos con relevancia socio-afectiva para los adolescentes (dinero, caras de enfado), se produce una igualación en el rendimiento. Estos resultados están, en parte, alineados con otros artículos que muestran que las niñas y niños criados en entornos con distintas adversidades pueden superar a sus compañeros, también en las evaluaciones de la memoria de trabajo, cuando se emplean paradigmas de incertidumbre (Young et al., 2018). Sin embargo, otros investigadores (Nweze et al., 2019) han encontrado un mejor rendimiento de la memoria de trabajo entre los jóvenes africanos institucionalizados aún sin estímulos ecológicos o manipulaciones de incertidumbre.

Los resultados presentados en los párrafos anteriores han sido interpretados a la luz de una propuesta novedosa, denominada “talentos ocultos”, que postula que la cognición está moldeada por las características ambientales de manera que permitan una mejor adaptación; como resultado de estas adaptaciones, la adversidad puede mejorar las habilidades adaptadas al estrés y ser detrimental para las habilidades adaptadas a la estabilidad (Frankenhuis et al., 2020). En conjunto, estos resultados complementan y desafían los "modelos de déficit" tradicionales, incorporando la posibilidad de que la adversidad pueda moldear la cognición en formas más sutiles que las reconocidas anteriormente.

Además del reconocimiento reciente de que la adversidad podría promover el desarrollo de algunos procesos cognitivos, también se acepta una alta heterogeneidad en el desempeño ejecutivo relacionado con el NSE, incluso entre las y los niños que viven en situaciones de pobreza (Haft & Hoeft, 2017; Lawson et al. , 2018). En consecuencia, que tanto impacta el NSE en el desarrollo de las FEs puede depender de características locales que no necesariamente son similares en los países del norte y sur global. Más aún, la variabilidad reportada en la asociación ha devenido en un área de estudio interesada en comprender qué componentes de los ambientes y vínculos de la crianza median o moderan la asociación entre el NSE y las funciones ejecutivas.

Además de todo lo anterior, existe evidencia que apunta a que el entorno escolar también es una fuente que incide en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Blair et al., 2013). La mayoría de los artículos evalúan el efecto de distintos currículos escolares o programas de estimulación cognitiva (Diamond & Ling, 2016), no obstante, más recientemente también se ha comenzado a evaluar el efecto del NSE de los compañeros y compañeras escolares en las funciones ejecutivas. de Wilde y colaboradores (2016) mostraron que el nivel de calidez y conflicto entre pares modula el desarrollo del control inhibitorio y la memoria de trabajo. Holmes y colaboradores (2016), aportan evidencia que los problemas con los compañeros a los 6 años predicen el control inhibitorio a los 10 años. Dado que el NSE también está asociado con conductas externalizantes, compartir un aula con una mayor proporción de compañeros de NSE bajo podría afectar las funciones ejecutivas a través de un mecanismo vinculado al conflicto/calidez de los vínculos (Holmes et. al., 2016). Además, Weiland y Yoshikawa (2014) encontraron que tener más compañeros con un NSE alto se asocia con mejores niveles de desempeño en tareas de vocabulario y funciones ejecutivas, no en términos genéricos sino cuando el porcentaje de compañeros de NSE alto supera un umbral. En definitiva, la investigación sobre el NSE de los pares es aún emergente, aunque apunta a una posible contribución al desarrollo de las funciones ejecutivas.

En vista de los antecedentes revisados, nos propusimos evaluar i) la relación entre el NSE del hogar, la edad y el desempeño en tareas de memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva en una población de niños y niñas que cursan nivel inicial y ii) si el NSE de los pares explica variación en el desempeño de las tareas ejecutivas por encima del NSE del hogar. Nuestras hipótesis son que todas las funciones ejecutivas mostrarán una asociación con el NSE del hogar, y que cuanto menor sea el nivel del NSE de los pares, menor será el desempeño en las tareas de funciones ejecutivas, incluso controlando por el NSE del hogar.

Participantes

Un total de 183 niños (81 niñas) fueron reclutados para el estudio de 9 clases de nivel inicial 5 en 6 escuelas públicas en Montevideo, Uruguay. Las escuelas se seleccionaron con base en el Nivel Sociocultural (NSC) reportado por la Administración Nacional de Educación Pública, participaron escuelas de quintil 1 y 5. Los datos de un niño se eliminaron de la muestra analítica porque era un valor atípico según su edad (edad superior/inferior a 3 SD de la edad promedio de las muestras). La muestra final estuvo compuesta por 182 niños (80 niñas) con un promedio de edad de 5,5 años y un desvío estándar de 0,4 años. No todos los niños/as asistieron a todas las sesiones de evaluación; el número de participantes para cada análisis se informa en la sección de resultados.

Metodología. Aspectos específicos del diseño y procedimientos

A los niños/as se les administró una batería de tareas de EF en sus escuelas, durante 2 sesiones (dos o tres tareas por sesión) en momentos informados por los maestros para que no interfirieran con las comidas y actividades regulares. La validación de las tareas utilizadas en este capítulo se reportó en el estudio 1 y en una publicación (Nin et al., 2022). Un adulto referente de cada niño contestó las preguntas del INSE, tal como se describió en las secciones anteriores. A partir de las respuestas se calculó el NSE del hogar de cada niño.

El NSE de los pares se calculó utilizando datos sobre el NSE de las y los compañeros de aula del participante (transformados a valores z), sin incluir los valores propios del niño o niña. Esta estrategia elimina el problema de correlación "parte-todo" que está presente cuando el puntaje del niño o niña es parte del puntaje a nivel de pares (Weiland & Yoshikawa, 2014). Elegimos usar valores z por dos razones: primero, expresar diferencias en NSE en términos de desviación de la media en lugar de expresarlo en las unidades absolutas del instrumento permite interpretar con más facilidad los resultados, y en segundo lugar, es preferible usar valores centrados para el análisis estadístico con modelos multinivel.

Análisis de datos

Realizamos análisis multinivel para determinar si el NSE del hogar y de los compañeros de clase se asocia con las medidas de funcionamiento ejecutivo. Todos los modelos se ajustaron usando R (R Core Team, 2020) usando los paquetes lme4 (Bates et al., 2015) y sjstats (Lüdtke D, 2021). Construimos los modelos secuencialmente incluyendo solo el efecto aleatorio (que da cuenta de la estructura de los datos agrupados en las aulas), luego agregando las variables del nivel del niño y finalmente la variable del NSE de los pares. Como en el capítulo anterior, las variables de interés a nivel de los niños/as fueron el NSE del hogar, la edad y el desempeño en las tareas de funciones ejecutivas. La variable de segundo nivel fue el NSE de los pares. En todos los modelos, las medidas de los niños/as se anidaron dentro de sus clases por medio de un término de intercepto aleatorio. Por lo tanto, ajustamos 4 modelos: un modelo nulo sin predictores para calcular la correlación intraclase, un modelo con variables a nivel del niño, un modelo que incluía un término de interacción entre la edad y el SES del hogar, y un modelo que también agregaba el nivel del aula, es decir, la variable NSE de los pares. La edad se centró calculando la diferencia con relación al valor más bajo de la muestra, por lo tanto el niño más pequeño ingresó con una edad de 0. Las medidas de desempeño de las tareas de FE y el NSE del hogar se transformaron a valores z . Utilizamos un análisis de varianza tipo III con el método de Satterthwaite para calcular los valores p de los efectos fijos. Elegimos este procedimiento

secuencial, guiado por las hipótesis, porque permite optimizar el ajuste de los modelos teniendo en cuenta la estructura de los datos y las preguntas de investigación (Meteyard & Davies, 2020).

Las líneas de código de R genéricas son:

```
FE_z ~ (1|clase)
```

```
FE_z ~ género + edad_c + NSE_hogar_z + (1|clase)
```

```
FE_z ~ género + edad_c*NSE_hogar_z + (1|clase)
```

```
FE_z ~ género + edad_c + NSE_hogar_z + NSE_pares_z + (1|clase)
```

Resultados

Variables demográficas.

La información demográfica básica para las escuelas de NSC bajo y alto se muestra en la Tabla 22. No hubo diferencias en la frecuencia de género en las escuelas pertenecientes al quintil 1 y 5. La diferencia de edad entre el niño más pequeño y el más grande de nuestra muestra fue de 2,5 años. Hubo una diferencia significativa, de 3 meses de edad, entre los grupos de quintiles 1 y 5. Encontramos, como era de esperar, una diferencia significativa en el NSE de los hogares que componen las escuelas de NSC bajo y alto ($W = 7228$, valor $p < 0.0001$). El 18% de nuestra muestra provino de hogares de nivel socioeconómico bajo, el 62% de nivel medio y el 20% de nivel socioeconómico alto. En nuestra muestra, el 86% de los niños/as de hogares de NSE bajo, el 5% de los niños/as de hogares de NSE alto y el 58% de los niños de hogares de ingresos medios asisten a escuelas clasificadas en el quintil escolar más bajo. Por lo tanto, aproximadamente la mitad de los niños/as de hogares de ingresos medios asisten a escuelas de NSC bajo y la otra mitad a escuelas de NSC alto. El NSE promedio de los compañeros en las escuelas de NSC bajo es 0,59 SD ($\pm 0,12$) por debajo de la media de la muestra, mientras que en las escuelas con SCL alto está 0,67 SD ($\pm 0,47$) por encima de la media, una diferencia significativa ($W = 8256$, valor $p < 0,0001$). Por lo tanto, la estrategia de muestrear a niños/as de

escuelas con SCL alto y bajo nos permitió captar con éxito a niños/as con un NSE familiar similar pero con un NSE de compañeros muy diferente. Hubo una pequeña, aunque significativa, diferencia de edad (de 3 meses aproximadamente) entre los niños/as de escuelas de NSC bajo y alto. Las correlaciones de orden cero entre todas las variables se muestran en las Tablas 23 y las estadísticas descriptivas en la Tabla 24.

Tabla 22. *Variables demográficas del estudio 2*

School SCL			
Variable	1, N = 96¹	5, N = 86¹	p-value²
gender			0.6
F	44(46%)	36(42%)	
M	52(54%)	50(58%)	
age	5.35 (0.45)	5.61 (0.37)	<0.001
SES	32 (8)	47 (10)	<0.001
SES_cat			<0.001
L	30(31%)	4(4.7%)	
M	64(67%)	48(56%)	
H	2(2.1%)	34(40%)	
SES_peer	-0.59 (0.12)	0.67 (0.47)	<0.001

¹ n(%); Mean (SD)

² Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

SES: home SES expressed as a continuous variable

SES_cat: home SES expressed categorically. :L: low, M: medium and H: high.

SES_peer: classroom SES excluding child's own home SES

Tabla 23. Correlaciones de orden cero para las variables del estudio 2

	<i>Corsi_span</i>	<i>Inc_block</i>	<i>Mix_block</i>	<i>ToL</i>	<i>ToNI</i>	<i>age</i>	<i>SES</i>	<i>SES_peer</i>
<i>Corsi_span</i>								
<i>Inc_block</i>	0.21							
<i>Mix_block</i>	0.26*	0.60***						
<i>ToL</i>	0.23*	0.36**	0.49***					
<i>ToNI</i>	0.32**	0.42***	0.37***	0.31**				
<i>age</i>	0.42***	0.22	0.10	0.13	0.37***			
<i>SES</i>	0.09	0.27*	0.42***	0.57***	0.18	-0.01		
<i>SES_peer</i>	0.07	0.26*	0.35**	0.53***	0.09	-0.10	0.68***	

Computed correlation used pearson-method with listwise-deletion.

Corsi_span:max amount of items remembered,*Inc.block*: Percentage of correct answers in the incongruent block of the Flowers and Hearts like test, *Mix.block*: Percentage of correct answers in the mixed block of the Flowers and Hearts like test, *ToL*: max amount of movements correctly solved, *ToNI*: total score in the Test of Nonverbal Intelligence, *SES_peer*: classroom SES excluding child's own home SES

Tabla 24. Estadística descriptiva para las variables obtenidas en la evaluación cognitiva

Variable	N = 182 ¹
Corsi_span	
1	59 (39%)
2	45 (30%)
3	20 (13%)
4	21 (14%)
5	6 (4.0%)
Inc_block	0.67 (0.33, 0.83)
Mix_block	0.50 (0.38, 0.79)
ToL	
1	28 (26%)
2	26 (24%)
3	26 (24%)
4	16 (15%)
5	8 (7.5%)
6	3 (2.8%)
ToNi	10 (7, 13)
¹ n (%); Median (IQR)	

Memoria de trabajo

Para evaluar la asociación entre el NSE del hogar, el NSE de los compañeros y la memoria de trabajo (WM), corrimos 3 modelos secuenciales con datos de los 158 niños y niñas que fueron evaluados con bloques Corsi (10 % de pérdida de datos, 18 % de niños y niñas en escuelas de NSC bajo y 7 % en escuelas de NSC alto). A pesar de la mayor pérdida de datos en las escuelas de NSC bajo, la composición de la muestra final para las medidas de memoria de trabajo fue similar a la muestra original (Tabla 25).

Tabla 25. Estadística descriptiva de la muestra con datos de memoria de trabajo

Variable	School SCL		p-value ²
	1, N = 78 ¹	5, N = 80 ¹	
gender			>0.9
F	33(42%)	34(42%)	
M	45(58%)	46(57%)	
age	5.35 (0.44)	5.62 (0.37)	<0.001
SES	32 (8)	47 (10)	<0.001
SES_cat			<0.001
L	23(29%)	4(5.0%)	
M	54(69%)	47(59%)	
H	1(1.3%)	29(36%)	
SES_peer	-0.61 (0.12)	0.65 (0.47)	<0.001

¹ n(%); Mean (SD)

² Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

El primer paso para abordar nuestras preguntas de investigación consistió en construir un modelo incondicional. La principal razón para ajustar este modelo es que nos permite calcular el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Como se mencionó en el estudio 1, el ICC se usa en modelos mixtos para estimar cuánta varianza se explica por la estructura de agrupación de la población, en nuestro caso, la variación entre clases. En nuestro caso, el modelo incondicional para la memoria de trabajo indicó que el 17% de la variabilidad en el rendimiento en la tarea bloques de Corsi es atribuible a la pertenencia a la clase, resultado que sugiere que existen variables a nivel de aula con poder explicativo. A continuación, ajustamos un modelo que incluía las variables a nivel del niño o niña, la edad y el NSE del hogar. El siguiente paso fue incorporar un término de interacción entre la edad y el NSE, para evaluar indirectamente la posibilidad de que la memoria de trabajo se desarrolle siguiendo diferentes trayectorias en diferentes contextos socioeconómicos. Finalmente, corrimos un cuarto modelo con la edad y el NSE de los pares, la variable a nivel aula, para verificar si los factores socioeconómicos más allá del NSE del hogar pueden afectar la memoria de trabajo.

La inclusión de variables a nivel del niño o niña mejoró el ajuste del modelo sobre el modelo incondicional ($\chi^2=12.229$ $df=2$, $p<0.001$). Como se esperaba, la edad tuvo un efecto significativo en la memoria de trabajo, sin embargo, no encontramos un efecto del NSE del hogar (que se muestra en la figura 7). Curiosamente, la introducción del término de interacción mejoró el ajuste ($\chi^2=4.2749$, $df=1$, $p<0.05$). Esto puede verse con claridad en la Figura 8, que muestra que el efecto de la edad es más prominente en las niñas y los niños de NSE más alto. Finalmente, la inclusión del NSE de los pares no mejoró el ajuste del modelo ($\chi^2=0.8661$, $df=1$, $p=0.3$). Las estimaciones de los modelos para todos los modelos se muestran en la Tabla 26 y la Figura 9.

Tabla 26. Estimaciones para el modelo incondicional, el modelo con las variables en el nivel niño y el modelo con las variables en el nivel de aula en el análisis de la memoria de trabajo.

<i>Predictors</i>	WM (z)			WM (z)			WM (z)		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-1.08	-1.74	0.001	-1.14	-1.81	0.001	-1.05	-1.72	0.002
		–			–			–	
		-0.42			-0.48			-0.39	
age_c	0.70	0.31	<0.001	0.73	0.34	<0.001	0.68	0.29 –	0.001
		–			–			1.07	
		1.08			1.11				
SES_z	0.06	-0.12	0.529	-0.66	-1.36	0.063	0.02	-0.18	0.826
		–			–			-0.22	
		0.24			0.04				
age_c	*			0.45	0.03	0.037			
SES_z					–				
					0.87				
SES_peer							0.17	-0.22	0.396
								-0.55	
Random Effects									
σ^2	0.84			0.82			0.84		
τ_{00}	0.09 _{class}			0.09 _{class}			0.09 _{class}		
ICC	0.09			0.10			0.10		
N	9 _{class}			9 _{class}			9 _{class}		
Observations	158			158			158		

Marginal R^2 / 0.091 / 0.175

0.107 / 0.200

0.106 / 0.193

Conditional

R^2

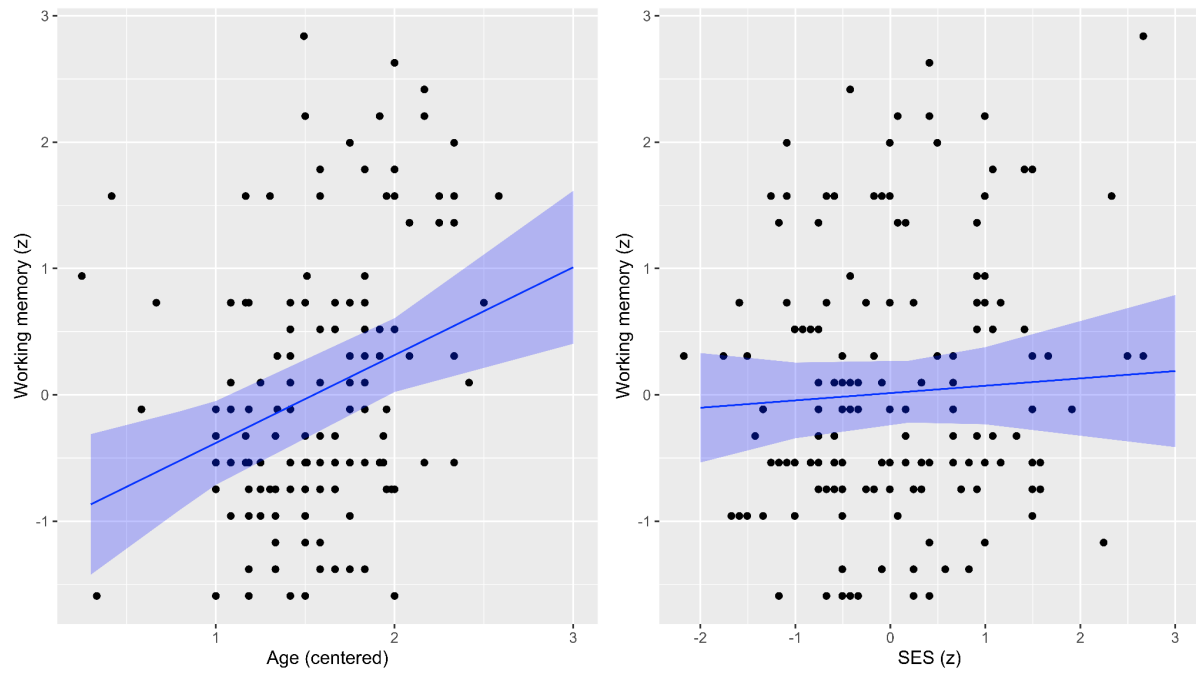


Figura 7. Las gráficas muestran los datos de memoria de trabajo (*working memory*) y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

Interacción edad x NSE hogar

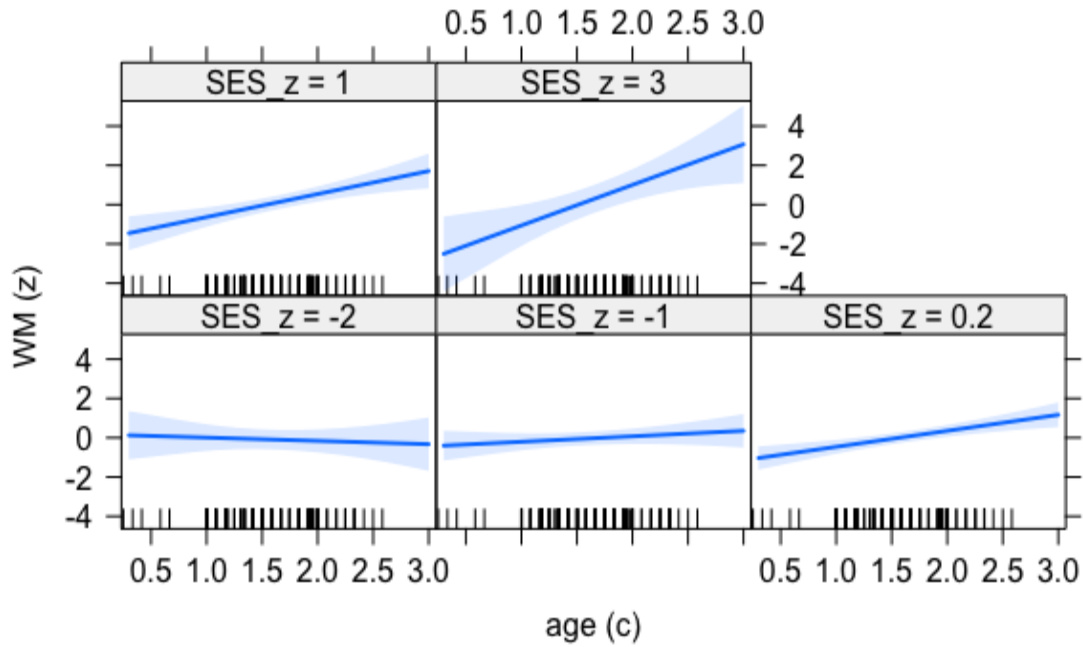


Figura 8. Los paneles muestran cómo la memoria de trabajo (en el eje de las y, WM (z)) se asocia con la edad, centrada (eje de las x, age c) en diferentes niveles socioeconómicos (diferentes paneles, z=3 corresponde a NSE alto, mientras que z=-2 corresponden a NSE bajos).

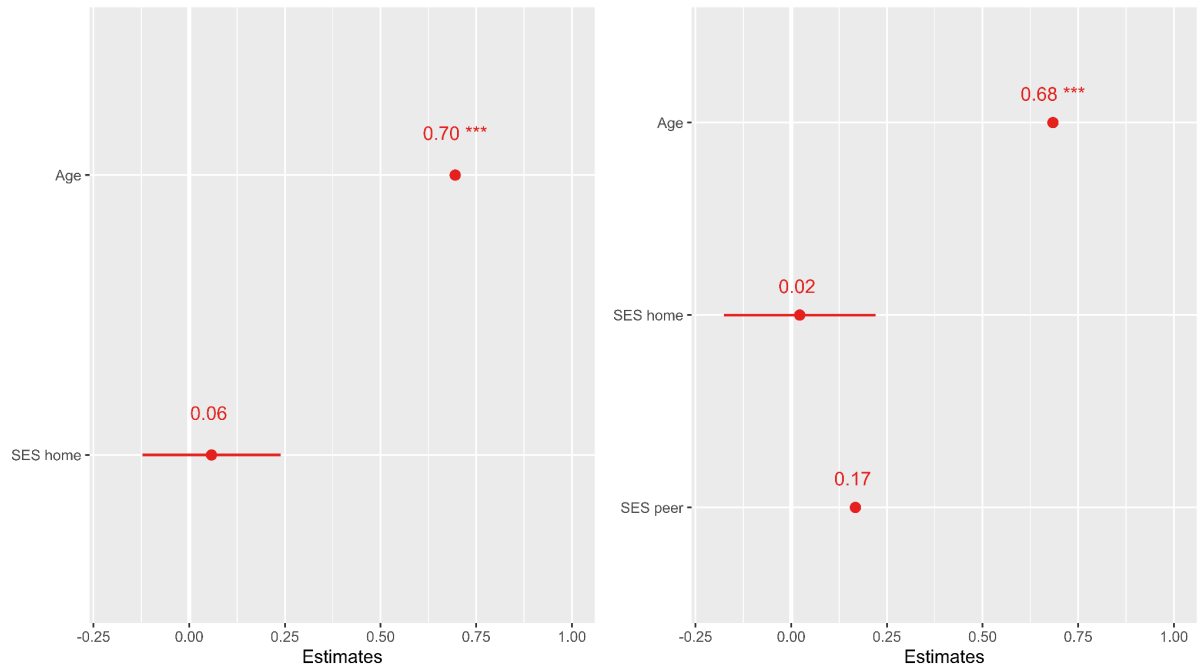


Figura 9. Los paneles muestran las estimaciones de las variables ingresadas en el modelo para estimar el rendimiento en memoria de trabajo, con las variables a nivel del niño (izquierda) y las variables del niño más los pares (derecha).

Control inhibitorio

Seguimos el mismo procedimiento con la medida de control inhibitorio (IC). Los datos de 153 participantes se introdujeron en el análisis. La pérdida de datos en esta tarea fue del 16%, en este caso menor en las escuelas de NSC bajo (13% y 18% en escuelas de NSC bajo y alto respectivamente). Una vez más, la muestra final ingresada en los modelos es similar a la muestra completa (Tabla 26). El ICC en el modelo incondicional es de 15 %, por lo tanto, parte de la varianza en la muestra es atribuible a una variable de nivel de clase. La incorporación de las variables a nivel niño/a mejora el modelo ($\chi^2=13.527$, $df=2$, $p<0.001$), y tanto la edad como el NSE del hogar explican parcialmente el desempeño en la tarea de control inhibitorio: los niños y las niñas más pequeñas y aquellos que provienen de los hogares de NSE bajo tienden a tener un desempeño menor (ver Figura 10). A diferencia de lo que encontramos para la memoria de trabajo, la interacción entre la edad y el NSE no fue significativa, ni mejoró el ajuste ($\chi^2=0.2218$, $df=1$, $p=0.6$). Sin embargo, la incorporación de la variable de nivel de clase, NSE de los pares, mejoró el ajuste ($\chi^2=6.060$ $df=1$, $p<0.05$). No obstante la adición de esta variable elimina la significancia del factor NSE del hogar, por lo que, si bien podría explicar parte de la varianza en el desempeño, la alta covarianza entre NSE del hogar y de los pares no permite llegar a una conclusión sólida. Todas las estimaciones del modelo se muestran en la Tabla 27 y la Figura 10.

Tabla 26. Estadística descriptiva de la muestra con datos de control inhibitorio

School SCL			
Variable	1, N = 83 ¹	5, N = 70 ¹	p-value ²
gender			0.8
F	37(45%)	30(43%)	
M	46(55%)	40(57%)	

age	5.34 (0.44)	5.61 (0.39)	<0.001
SES	32 (8)	48 (10)	<0.001
SES_cat			<0.001
L	28(34%)	2(2.9%)	
M	53(64%)	39(56%)	
H	2(2.4%)	29(41%)	
SES_peer	-0.60 (0.12)	0.65 (0.47)	<0.001

¹ n(%); Mean (SD)

² Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

Tabla 27. Estimaciones para el modelo incondicional, el modelo con las variables en el nivel niño y el modelo con las variables en el nivel de aula en el análisis del control inhibitorio.

Predictors	CI z			CI z			CI z		
	Estimat es	CI	p	Estimat es	CI	p	Estimat es	CI	p
(Intercept)	0.01	-0.28 – 0.30	0.938	-0.64	-1.18 – -0.11	0.019	-0.63	-1.16 – -0.10	0.020
age_c				0.42	0.08 – 0.76	0.014	0.42	0.09 – 0.75	0.013
SES_z				0.30	0.15 – 0.44	<0.001	0.13	-0.06 – 0.33	0.181
SES_peer							0.35	0.07 – 0.63	0.015
Random Effects									
σ^2	0.85			0.85			0.83		
τ_{00}	0.15 _{class}			0.00 _{class}			0.00 _{class}		

ICC	0.15		
N	9 _{class}		
Observations	153	153	153
Marginal R ² / Conditional R ²	0.000 / 0.148	0.144 / NA	0.175 / NA

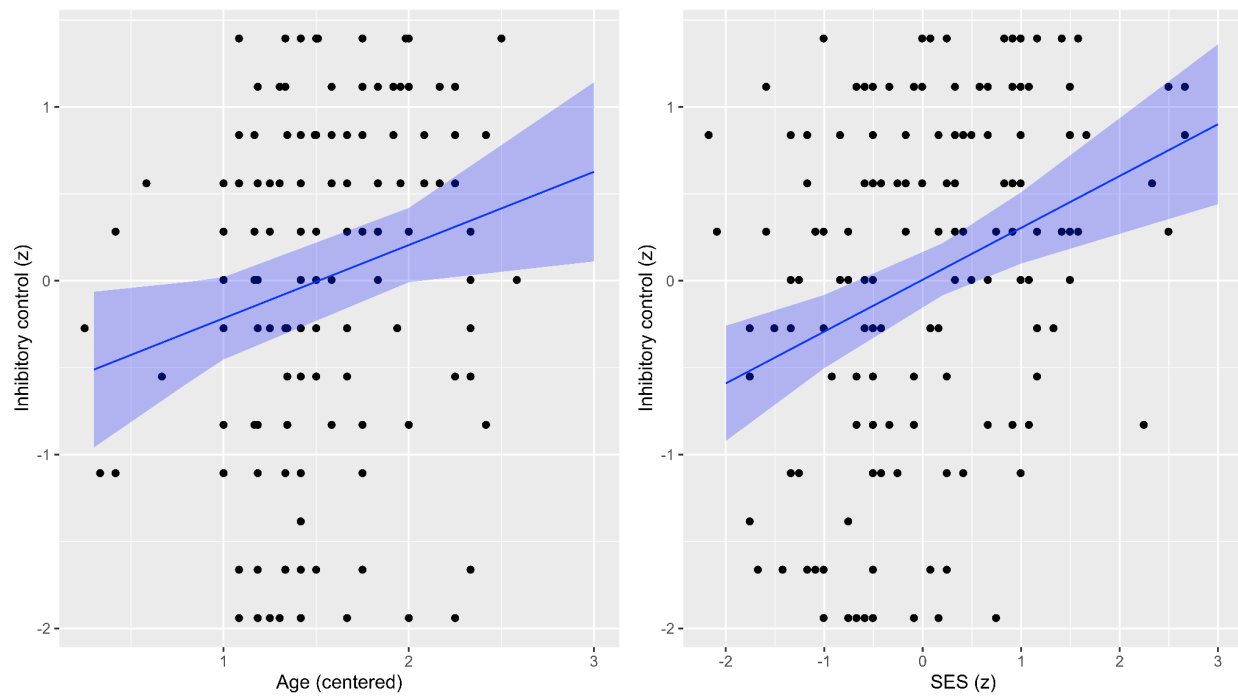


Figura 10. Las gráficas muestran los datos de CI y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

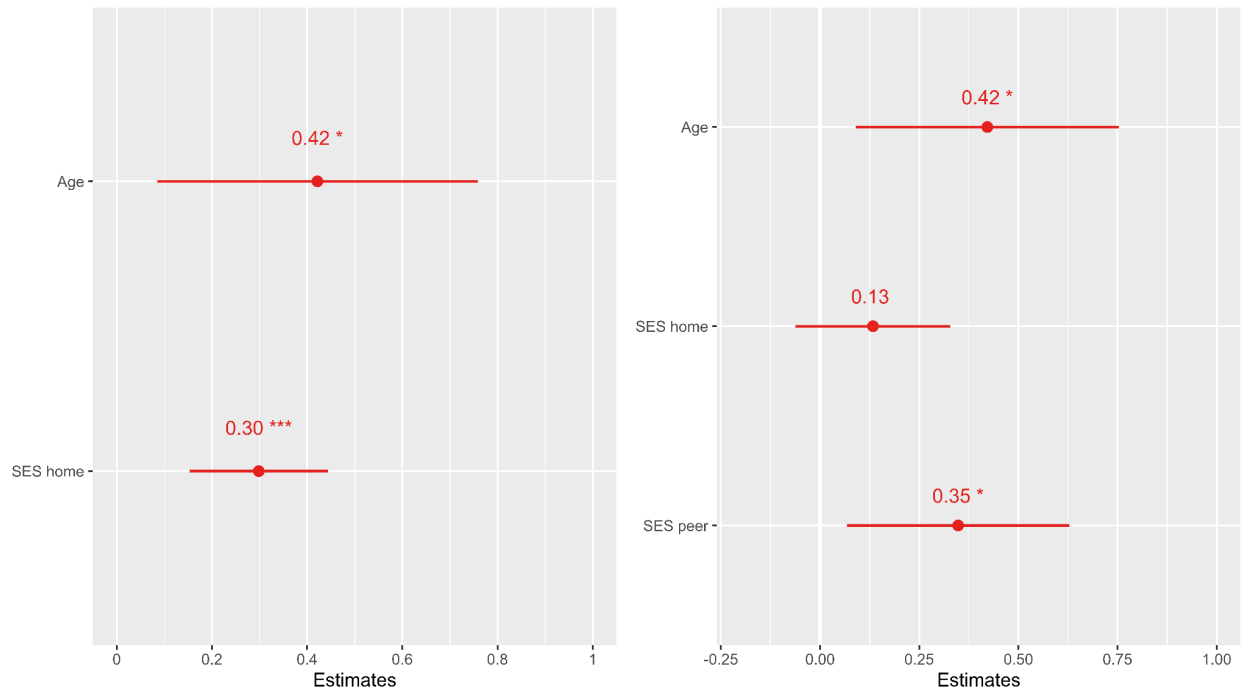


Figura 11. Los paneles muestran las estimaciones de las variables ingresadas en el modelo para estimar el rendimiento en control inhibitorio, con las variables a nivel del niño (izquierda) y las variables del niño más los pares (derecha).

Flexibilidad cognitiva

Seguimos el mismo procedimiento para la flexibilidad cognitiva (CF). Ciento cincuenta y un participantes completaron la tarea correspondiente. La deserción en las escuelas de SCL bajo y alto fue equilibrada (16% y 19% respectivamente). Las estadísticas descriptivas de la muestra final se muestran en la Tabla 28. El primer paso en el análisis reveló nuevamente que una proporción significativa de la variación en el desempeño estaba relacionada con la estructura de agrupación, en este caso, el CCI fue del 20 %. La incorporación de variables a nivel infantil en el modelo explica aún más la ejecución en la tarea de flexibilidad ($\chi^2=12.612$, $df=2$, $p<0.01$). La estimación del NSE del hogar fue significativa, sin embargo, la edad no lo fue (la Figura 12 muestra las asociaciones entre variables derivadas del modelo). Tampoco encontramos evidencia de una interacción entre la edad y el NSE en este caso ($\chi^2=1.053$, $df=1$, $p=0.3$). Continuamos con la incorporación de la variable de aula NSE de los/las compañeros/as. Nuevamente, similar al control inhibitorio, este paso da como resultado un ajuste mejorado ($\chi^2 = 5.904$, $df = 1$, p

<0.05), además, el SES de los pares explica parcialmente el rendimiento, pero no elimina el efecto del SES del hogar. Todas las estimaciones y valores de p se muestran en la Tabla 29 y la Figura 13.

Tabla 28. Estadística descriptiva para la muestra entrada en los análisis de flexibilidad cognitiva

Variable	School SCL		p-value ²
	1, N = 81 ¹	5, N = 70 ¹	
gender			0.7
F	37(46%)	30(43%)	
M	44(54%)	40(57%)	
age	5.34 (0.45)	5.61 (0.39)	<0.001
SES	32 (9)	48 (10)	<0.001
SES_cat			<0.001
L	26(32%)	2(2.9%)	
M	53(65%)	39(56%)	
H	2(2.5%)	29(41%)	
SES_peer	-0.60 (0.12)	0.65 (0.47)	<0.001

¹n(%); Mean (SD)

²Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

Tabla 29. Estimaciones para el modelo incondicional, el modelo con las variables en el nivel niño y el modelo con las variables en el nivel de aula en el análisis de la flexibilidad cognitiva.

<i>Predictors</i>	CF (z)			CF (z)			CF (z)		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.03	-0.35 – 0.30	0.868	-0.42	-1.02 – 0.17	0.166	-0.47	-1.02 – 0.08	0.096
age_c				0.25	-0.11 – 0.61	0.171	0.29	-0.05 – 0.63	0.093
SES_z				0.32	0.15 – 0.48	<0.001	0.21	0.02 – 0.40	0.029
SES_peer							0.36	0.06 – 0.66	0.018
Random Effects									
σ^2	0.79			0.78			0.78		
τ_{00}	0.20 _{class}			0.05 _{class}			0.02 _{class}		
ICC	0.20			0.05			0.02		
N	9 _{class}			9 _{class}			9 _{class}		
Observations	151			151			151		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.000 / 0.203			0.132 / 0.180			0.214 / 0.230		

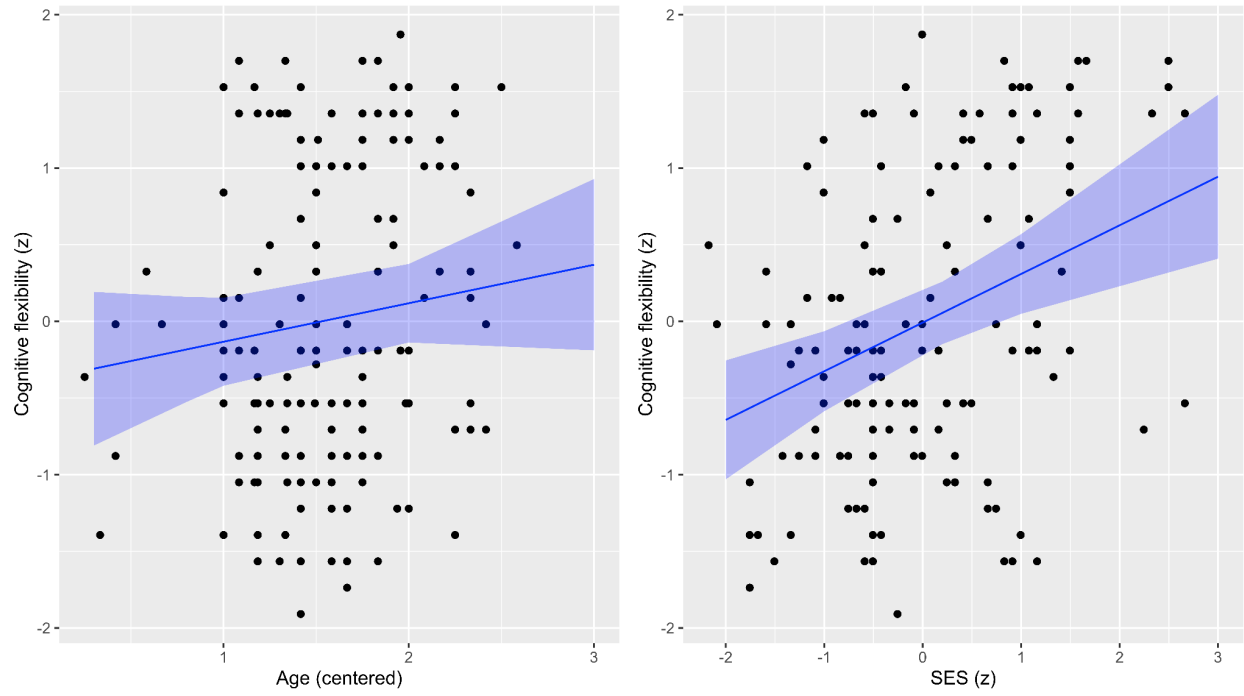


Figura 12. Las gráficas muestran los datos de CF y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

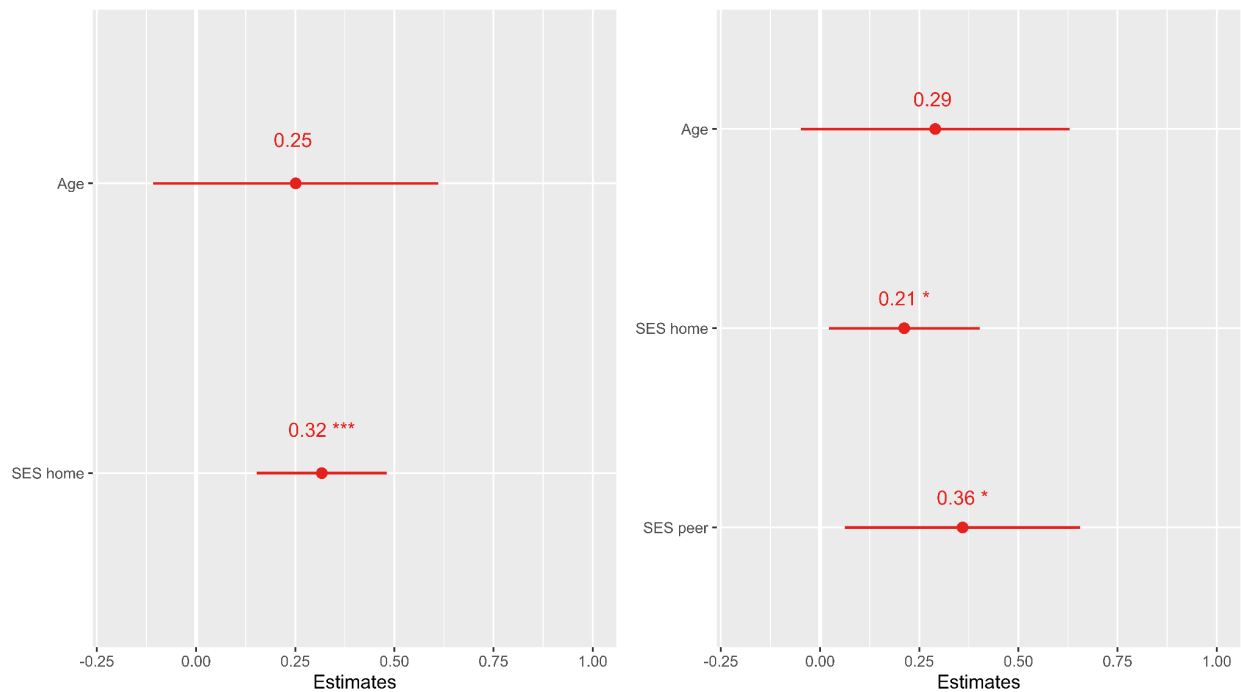


Figura 13. Los paneles muestran las estimaciones de las variables ingresadas en el modelo para estimar el rendimiento en flexibilidad cognitiva, con las variables a nivel del niño (izquierda) y las variables del niño más los pares (derecha).

Razonamiento

Los datos de ciento cincuenta y tres participantes se analizaron para investigar la relación entre NSE y razonamiento. La pérdida de datos global alcanzó el 16 % y fue similar en las escuelas de NSC alto y bajo. Los datos de la muestra final se presentan en la Tabla 30. Como antes, en el primer paso del análisis corrimos el modelo incondicional que reveló que el 15 % de la varianza era atribuible a la pertenencia a la clase. La adición de las variables en el nivel niño/a mejoró el ajuste del modelo ($\chi^2=19,487$, $df=2$, $p<0,0001$). Las estimaciones del modelo tanto para la edad como para el NSE del hogar son estadísticamente significativas. Por lo tanto, encontramos las asociaciones esperadas entre la edad, el NSE y el desempeño (ver la Figura 14). En este caso, la inclusión de la interacción no mejoró el ajuste ($\chi^2=2,5312$, $gl=1$, $p=0,7$). Agregar el NSE de los compañeros al modelo tampoco explicó varianza adicional ($\chi^2=0,087$, $df=1$, $p=0,7$). De acuerdo con esto último, la pendiente del término NSE de los compañeros de clase no fue significativa

(todas las estimaciones de los modelos y los valores de p se muestran en la Tabla 31 y la Figura 15).

Tabla 30. Estadística descriptiva para la muestra entrada en los análisis de razonamiento

School SCL			
Variable	1, N = 82 ¹	5, N = 71 ¹	p-value ²
gender			0.7
F	37(45%)	30(42%)	
M	45(55%)	41(58%)	
age	5.34 (0.45)	5.60 (0.39)	<0.001
SES	32 (9)	48 (10)	<0.001
SES_cat			<0.001
L	28(34%)	2(2.8%)	
M	52(63%)	39(55%)	
H	2(2.4%)	30(42%)	
SES_peer	-0.60 (0.12)	0.66 (0.47)	<0.001

¹ n(%); Mean (SD)

² Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

Tabla 31. Estimaciones para el modelo incondicional, el modelo con las variables en el nivel niño y el modelo con las variables en el nivel de aula en el análisis de razonamiento.

Predictors	Reasoning (z)			Reasoning (z)			Reasoning (z)		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p

(Intercept)	0.04	-0.26	0.808	-1.11	-1.69	<0.001	-1.09	-1.68	<0.001
		–			–			–	
		0.33			-0.54			-0.51	
age_c				0.73	0.38 –	<0.001	0.72	0.36 –	<0.001
					1.08			1.08	
SES_z				0.18	0.03 –	0.022	0.17	-0.03	0.088
					0.34			-0.36	
SES_peer							0.04	-0.28	0.803
								-0.37	
Random Effects									
σ^2	0.86			0.81				0.82	
τ_{00}	0.15 _{class}			0.03 _{class}				0.03 _{class}	
ICC	0.15			0.03				0.04	
N	9 _{class}			9 _{class}				9 _{class}	
Observations	153			153				153	
Marginal R ² / Conditional R ²	0.000 / 0.149			0.156 / 0.182				0.155 / 0.187	

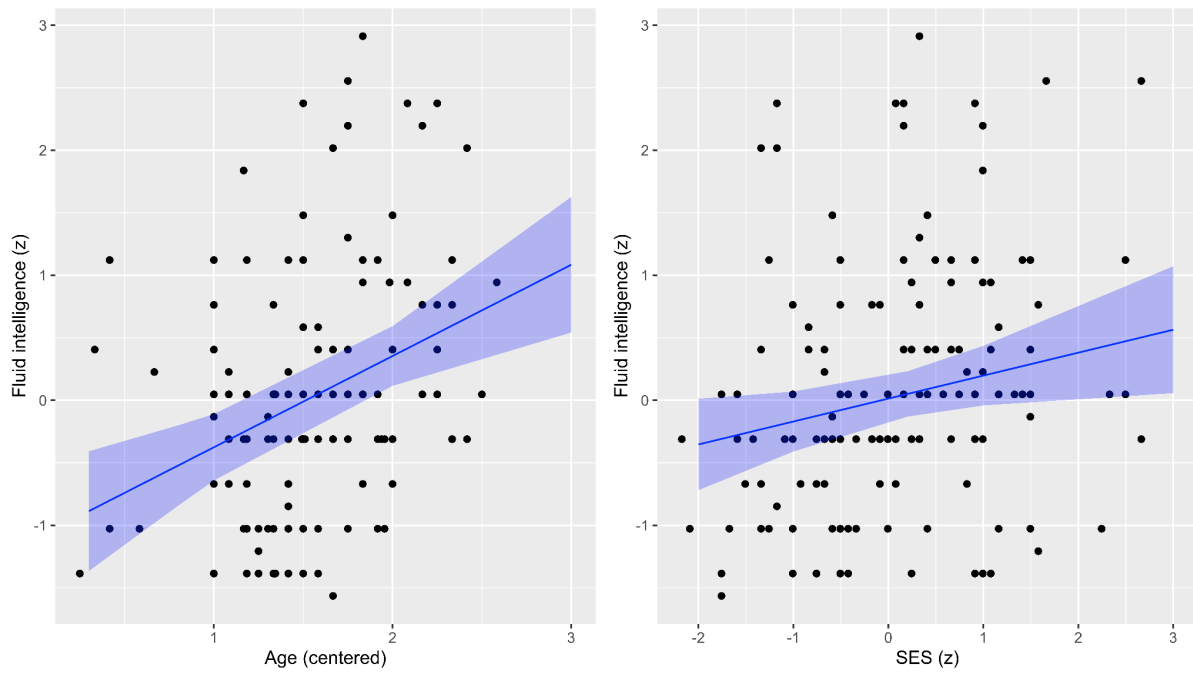


Figura 14. Las gráficas muestran los datos de razonamiento y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

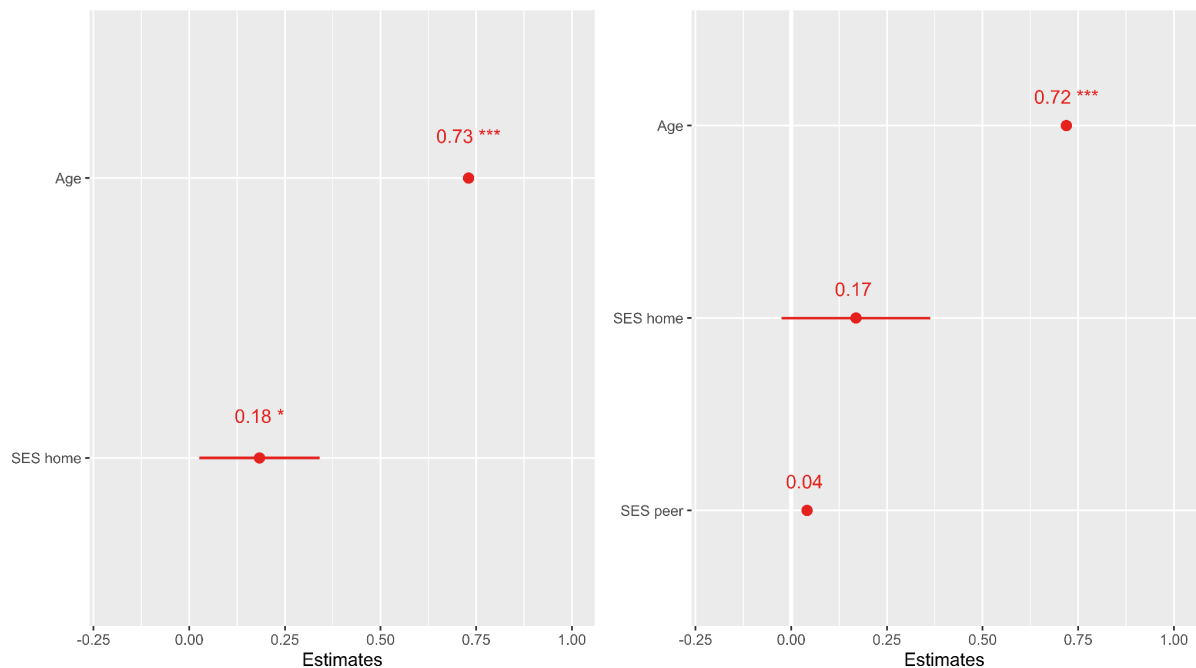


Figura 15. Los paneles muestran las estimaciones de las variables ingresadas en el modelo para estimar el rendimiento en razonamiento, con las variables a nivel del niño (izquierda) y las variables del niño más los pares (derecha).

Planificación

Debido a un problema técnico, perdimos parcialmente los datos de 4 aulas. Sin embargo, el problema afectó a 2 escuelas de NSC bajo y 2 de NSC alto (35 y 39 puntos de datos respectivamente), por lo tanto, la muestra final constó de 108 participantes, se mantuvo equilibrada y seguía siendo representativa de nuestra población (Tabla 31). El modelo incondicional de los datos reveló que el 34% de la varianza de la muestra corresponde al nivel de aula, un resultado sugiere que hay elementos a nivel grupal que tienen capacidad explicativa. La adición de las variables a nivel del niño mejoró el ajuste ($\chi^2=14.275$, $df=2$, $p<0.0001$), y el NSE del hogar explicó parte de la varianza en las habilidades de planificación evaluadas con la Tarea de la Torre de Londres (ver la Figura 16). En este caso, tampoco encontramos evidencia de una interacción entre la edad y el NSE del hogar ($\chi^2=1.8831$, $df=1$, $p=0.2$). Finalmente, incluir el NSE de los compañeros de clase mejora el ajuste ($\chi^2=3.8159$, $df=1$, $p=0.05$), sin embargo, la

estimación para esta variable no fue estadísticamente significativa. Todas las estimaciones se muestran en la Tabla 32 y en la Figura 17.

Tabla 32. Estimaciones para el modelo incondicional, el modelo con las variables a nivel del niño y el modelo con la variable del aula en el análisis de las habilidades de planificación.

<i>Predictors</i>	Planning (z)			Planning (z)			Planning (z)		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.11	-0.56 -0.33	0.615	-0.48	-1.22 -0.26	0.203	-0.40	-1.11 -0.31	0.269
age_c				0.25	-0.17 -0.68	0.244	0.23	-0.19 -0.65	0.279
SES_z				0.37	0.18 – 0.56	<0.001	0.31	0.11 – 0.52	0.002
SES_peer							0.40	-0.03 -0.82	0.066
Random Effects									
σ^2	0.68			0.63			0.63		
τ_{00}	0.35 _{class}			0.16 _{class}			0.11 _{class}		
ICC	0.34			0.20			0.15		
N	8 _{class}			8 _{class}			8 _{class}		
Observations	108			108			108		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.000 / 0.339			0.158 / 0.330			0.301 / 0.406		

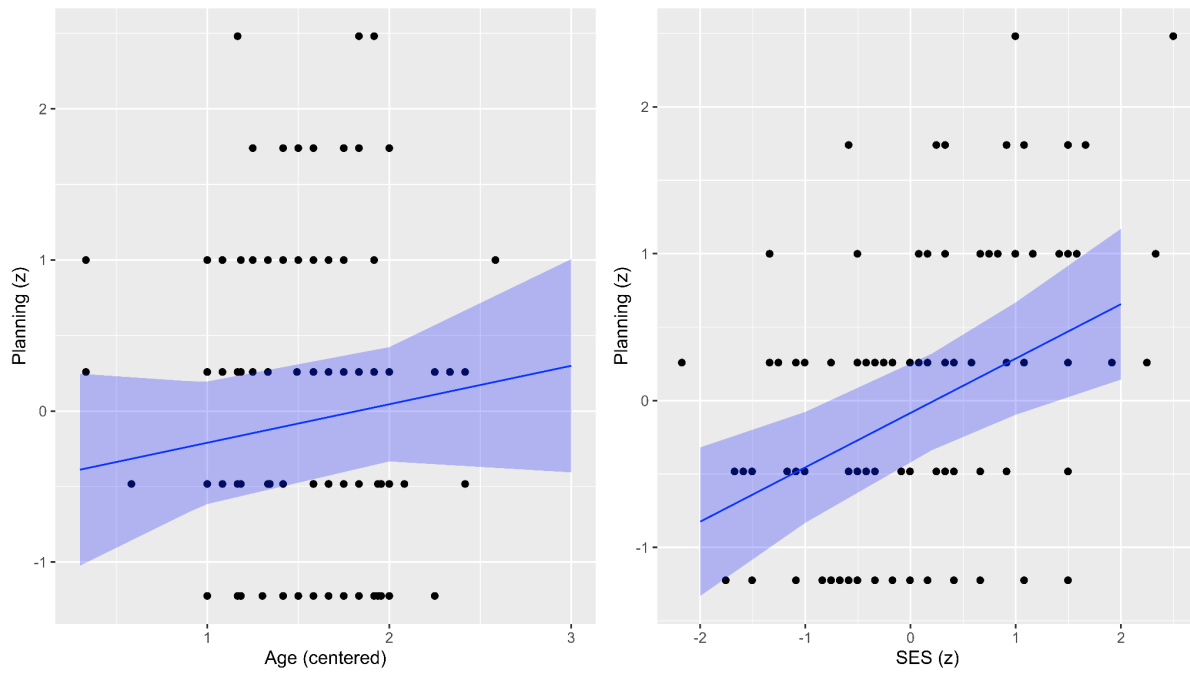


Figura 16. Las gráficas muestran los datos de planificación y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

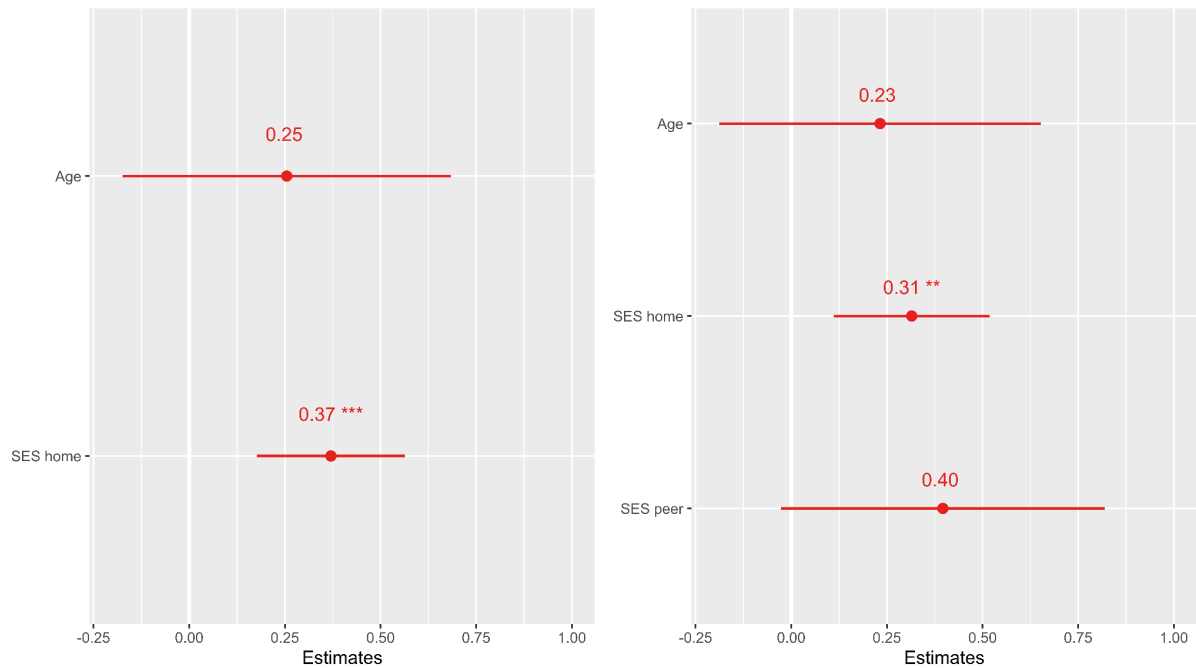


Figura 17. Los paneles muestran las estimaciones de las variables ingresadas en el modelo para estimar el rendimiento en planificación, con las variables a nivel del niño (izquierda) y las variables del niño más los pares (derecha).

El último paso en el análisis de datos fue evaluar la relación entre el compuesto de función ejecutiva (el promedio de las puntuaciones z de la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva) y la edad, el NSE del hogar y el NSE de los compañeros. Se ingresó un total de 180 niños/as en el análisis. El modelo incondicional reveló que el 18% de la varianza de los datos puede explicarse por la pertenencia a la clase. Además, la edad, el NSE del hogar y el NSE de los compañeros son predictores significativos en el modelo (ver Tabla 33 y Figura 18). También ejecutamos un modelo que incluía tanto el NSE del hogar como el de los compañeros, y encontramos que el efecto del NSE de los compañeros mejora el ajuste del modelo, explica varianza por sobre el NSE del hogar pero remueve el efecto de este último. Una vez más, este resultado podría sugerir un impacto del NSE de los pares pero el resultado no es concluyente.

Tabla 32. Estimaciones para el modelo con la edad y el nivel socioeconómico del hogar como regresores, la edad y el nivel socioeconómico de los pares como regresores, y la edad, el nivel socioeconómico del hogar y los pares como regresores en la predicción del funcionamiento ejecutivo global.

<i>Predictors</i>	EF comp (z)			EF comp (z)			EF comp (z)		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.80	-1.27	0.001	-0.89	-1.31	<0.001	-0.86	-1.29	<0.001
		–			–			–	
		-0.32			-0.46			-0.43	
age_c	0.50	0.21	0.001	0.55	0.29	<0.001	0.54	0.27 –	<0.001
		–			–			0.80	
		0.78			0.81				
SES_z	0.20	0.07	0.002				0.11	-0.04	0.139
		–						– 0.26	
		0.33							
SES_peer				0.38	0.22	<0.001	0.27	0.06 –	0.014
					–			0.48	
					0.54				
Random Effects									
σ^2	0.57			0.57			0.57		
τ_{00}	0.02 _{class}			0.00 _{class}			0.00 _{class}		
ICC	0.04			0.00			0.00		
N	9 _{class}			9 _{class}			9 _{class}		
Observations	180			180			180		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.136 / 0.168			0.194 / 0.196			0.201 / 0.205		

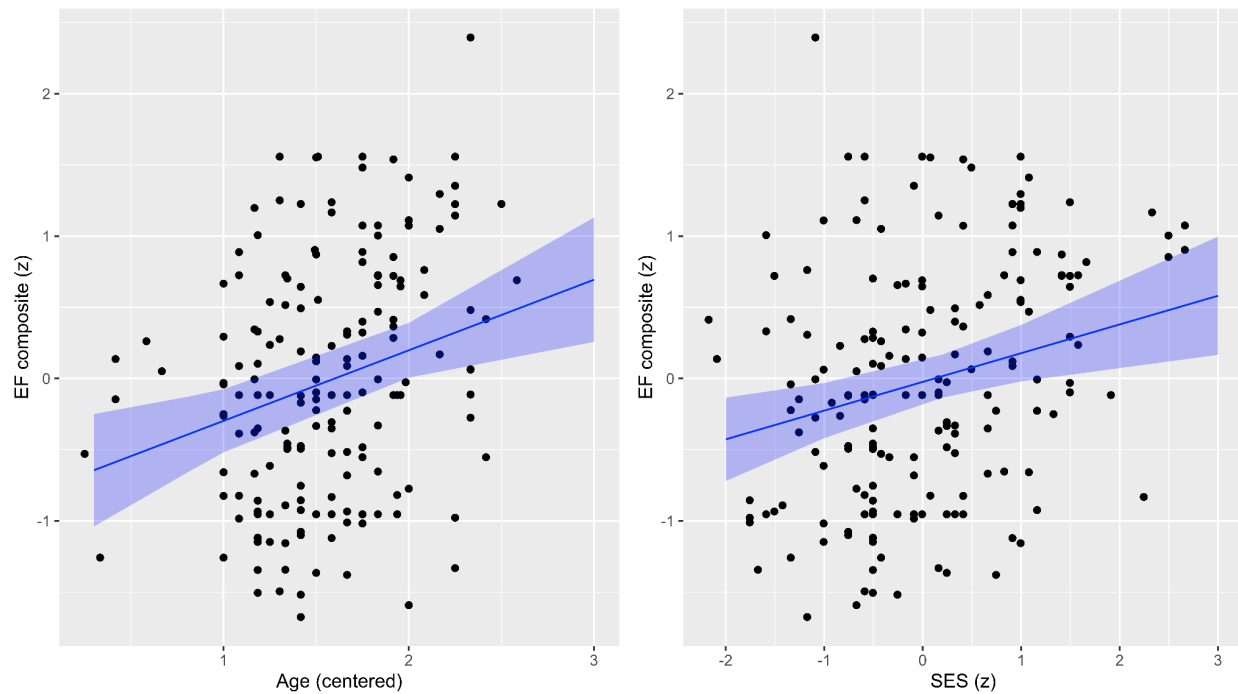


Figura 18. Las gráficas muestran los datos de funcionamiento ejecutivo global y las líneas de regresión para la edad (izquierda) y el NSE del hogar (derecha) obtenidas para el modelo solo con las variables a nivel del niño.

Discusión

En este capítulo hemos tratado de desentrañar cómo la edad, el NSE del hogar y el NSE de los compañeros de clase contribuyen a explicar la heterogeneidad de las habilidades ejecutivas presentes en una muestra de niños/as que cursan educación inicial. De acuerdo con las perspectivas dominantes, el NSE del hogar y la edad son moduladores importantes de las trayectorias de desarrollo. Si bien, en general, nuestros hallazgos se alinean con esta perspectiva, algunos pueden también interpretarse a la luz de explicaciones teóricas más recientes que permiten pensar en adaptaciones cognitivas que no son necesariamente perjudiciales. Además, la literatura sobre el NSE de los pares es bastante incipiente y, por lo tanto, hay pocos artículos publicados que ayuden a contextualizar nuestros hallazgos. Para facilitar la lectura de la

discusión de los resultados, presentaremos la discusión separada por los procesos cognitivos que evaluamos.

Influencia del NSE del hogar y la edad en la memoria de trabajo

Para comenzar, no encontramos una asociación entre la memoria de trabajo y el NSE del hogar. Este resultado es algo sorprendente si se tiene en cuenta que estudios previos reportan que los niños y niñas de hogares de bajos recursos presentan menores puntuaciones en tareas de memoria de trabajo (Lipina et al., 2013; Noble et al., 2005, 2007). Cabe señalar, sin embargo, que en los estudios citados se utilizaron tareas distintas a las empleadas en este trabajo, por lo que no podemos descartar que esta falta de coincidencia se deba a razones metodológicas. Sin embargo, sí encontramos una interacción entre la edad y el NSE del hogar sobre la capacidad de la memoria de trabajo. En otras palabras, encontramos que los y las niñas más pequeñas de hogares de NSE bajo superan a sus pares de hogares de NSE medio-alto, sin embargo, los y las niñas mayores de hogares de NSE bajo tienen un desempeño inferior al de sus pares de hogares de ingresos medio-alto. Parecería entonces que los y las participantes más pequeños de entornos más adversos tienen una memoria de trabajo superior a la de sus pares. De hecho, algunos trabajos sugieren que la adversidad durante la infancia podría no afectar, e incluso mejorar, algunos de los componentes de la memoria de trabajo, específicamente el componente de actualización de la memoria de trabajo. Por ejemplo, un estudio mostró que el componente de actualización de la WM se especializa en entornos impredecibles (una característica de las condiciones de vida asociadas con la pobreza), mientras que los niños y niñas criados en entornos predecibles se desempeñan mejor en tareas de recuperación mnésica (Young et al., 2018). Otro trabajo de Young y colaboradores (2022) mostraron que los adolescentes de hogares de menos recursos económicos se desempeñaron tan bien como sus pares en pruebas de memoria de trabajo que emplean estímulos “ecológicos” (estímulos con significado relevante para los participantes).

En Nigeria, los niños y niñas institucionalizados se desempeñaron mejor en tareas de WM incluso sin manipulaciones de incertidumbre y utilizando estímulos abstractos (Nweze et al., 2019). Un estudio en Brasil reveló que los niñas y niños de NSE bajo y alto difieren en sus habilidades verbales pero presentan un *span* simple de memoria de trabajo similar (Engel et al., 2008), mientras que otro estudio que comparó a niños y niñas de habla portuguesa de NSE bajo en 3 países diferentes mostró que las medidas de *span* simple de memoria de trabajo fueron similares a pesar de las grandes diferencias en sus antecedentes y habilidades lingüísticas (Engel de Abreu et al., 2014).

Los estudios anteriores concuerdan parcialmente con nuestras observaciones, pero nuestros resultados sugieren que la edad o la asistencia a la escuela pueden modular el efecto que el nivel socioeconómico tiene sobre la memoria de trabajo. Consistente con nuestros resultados, un estudio mostró que realizar actividades variadas predice y media la asociación de la memoria de trabajo con el NSE del hogar, incluso en el extremo superior de la distribución de NSE (Amso et al., 2019).

En resumen, nuestros resultados pueden explicarse cuando se interpretan bajo el lente de la teoría del desarrollo evolutivo conocida como modelo de Historia de Vida (Belsky et al., 2012; Ellis et al., 2022; Frankenhuis et al., 2020), que proporciona argumentos para comprender por qué la actualización de la memoria de trabajo puede especializarse cuando el desarrollo ocurre en entornos inestables. Según esta propuesta, la imprevisibilidad que se presenta en contextos de pobreza puede favorecer una adaptación cognitiva que permita una rápida actualización de los componentes de la memoria de trabajo para construir de forma rápida y dinámica representaciones mentales que reflejen condiciones ambientales cambiantes. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, las y los niños que crecen en contextos que aportan una amplia gama de experiencias educativas formales e informales podrían recibir suficiente estimulación para igualar el desarrollo de quienes crecen en contextos poco estables.

Influencia del NSE del hogar y la edad en el control inhibitorio

Como esperábamos, encontramos que en la tarea de control inhibitorio los y las niñas mayores se desempeñan mejor que los más pequeños, incluso en el mismo año escolar. Investigaciones previas del grupo de Diamond (Gerstadt et al., 1994) habían mostrado una gran mejora en la capacidad de control inhibitorio en los años preescolares (entendidos aquí como el período escolar anterior al primer grado). Además, nuestros resultados confirman que los y las niñas de hogares más prósperos superan a sus compañeros/as de hogares de menores recursos, de acuerdo con una gran cantidad de evidencia que indica que la autorregulación y el control inhibitorio se encuentran entre las habilidades más afectadas en los entornos de pobreza (Blair & Raver, 2016; Evans y Kim, 2013). El vínculo entre un menor control inhibitorio y escenarios más adversos parece estar mediado por los cambios impuestos en el organismo por la fisiología de la respuesta al estrés (Blair & Raver, 2016). Durante situaciones estresantes agudas y sostenidas, la activación del sistema hipotálamo-pituitario-suprarrenal modifica el equilibrio en las actividades relativas de la corteza prefrontal y el sistema límbico, entre otras consecuencias, lo que resulta en un patrón de comportamiento que favorece una actitud más vigilante y de respuestas rápidas, en otras palabras, impulsividad (Arnsten, 2009). Una vez más, este aumento de los comportamientos impulsivos puede ser adaptativo en entornos hostiles e impredecibles, por ejemplo, al permitir una detección más eficiente de amenazas. Aunque esta adaptación es razonable bajo la óptica de la teoría evolutiva del desarrollo, ya que favorece la supervivencia y el ajuste a corto plazo, también es innegable que tienen un gran costo en términos de consecuencias a largo plazo. Las conductas impulsivas pueden dificultar la integración en dinámicas sociales que requieren actitudes más reflexivas y tranquilas, como por ejemplo las que se esperan en entornos escolares. Aún sigue siendo un desafío para los psicólogos y otros profesionales que trabajan en educación cómo aprovechar los comportamientos impulsivos, recursos valiosos en las condiciones adversas que experimentan algunos niños y niñas fuera de los límites seguros de un salón de clases, al mismo tiempo que se reconocen las consecuencias negativas que tienen para las dinámicas escolares.

Influencia del NSE del hogar y la edad en la flexibilidad cognitiva.

De forma similar a lo que encontramos con el control inhibitorio, nuestras medidas de flexibilidad son muy sensibles al NSE del hogar. La literatura en relación con la asociación de la flexibilidad con el estatus socioeconómico presenta inconsistencias, al igual que la literatura emergente sobre memoria de trabajo que se reseñó anteriormente. Por un lado, algunos artículos reportan una asociación negativa entre la flexibilidad cognitiva y el NSE del hogar (Rosen et al., 2020; Sarsour et al., 2011), como sería de esperar bajo los modelos de déficit. Por otro lado, otros informan que las y los niños expuestos a diferentes formas de adversidad se desempeñan igual o mejor que sus pares. Young y colaboradores (2022), mostraron que los jóvenes expuestos a entornos imprevisibles y violentos presentan mejor rendimiento en un paradigma de cambio del foco atencional, independientemente del contenido de la tarea (estímulos abstractos o ecológicos). Otro artículo reporta que la inestabilidad en los cuidados parentales se asocia con mejores resultados en tareas que requieren cambio en el foco de atención (Fields et al., 2021). Mittal y colaboradores (2015) evaluaron el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva en adultos mientras manipulaban los niveles de incertidumbre de la tarea. Encontraron que los adultos que experimentaron adversidad durante la infancia se desempeñaron mejor que aquellos que no experimentaron adversidad en tareas de flexibilidad cognitiva, aunque este resultado sólo surgió en la condición de alta incertidumbre. Una vez más, estos resultados tienen sentido adaptativo, ya que ser capaz de comportamientos más flexibles permite acomodarse a situaciones impredecibles o de rápida evolución (Ellis et al., 2022).

En síntesis, existen contradicciones en los resultados publicados en torno a la relación entre el rendimiento en tareas de flexibilidad cognitiva y el nivel socioeconómico de los hogares. Una posible explicación es la diversidad metodológica empleada para evaluar la flexibilidad. Otra, que la flexibilidad está inexorablemente ligada a la inhibición, ya que pasar de un estímulo, regla o perspectiva a otra requiere inhibir una representación mental para sostener otra. Por lo tanto, es posible que este constructo sea el que más sufre el llamado problema de la “impureza” de las medidas. De hecho, es el caso de nuestra medida de flexibilidad, que requiere tanto control

inhibitorio como memoria de trabajo (Anderson, 2003). Dadas las fuerzas opuestas que la evolución en ambientes impredecibles ejerce sobre el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, se pueden esperar resultados mixtos sobre esta última. Por lo tanto, aunque encontramos una asociación entre el NSE del hogar y el rendimiento en nuestra tarea de flexibilidad cognitiva, creemos que estudios adicionales que empleen paradigmas de flexibilidad más tradicionales (como la clasificación de tarjetas de cambio dimensional o un paradigma de cambio de atención), o empleando estímulos significativos (ecológicos) e incluso manipulando los niveles de incertidumbre deben llevarse a cabo antes de avanzar afirmaciones categóricas acerca de la relación entre la flexibilidad cognitiva y el NSE del hogar.

Influencia del NSE del hogar y la edad en funcionamiento ejecutivo global

Nuestros resultados muestran tanto dispersión como una asociación entre el NSE del hogar y el funcionamiento ejecutivo global. La gran variabilidad en la asociación entre NSE y las FEs es un sello distintivo de la literatura (Lawson et al., 2018). Hemos discutido varias razones teóricas que pueden ayudar a comprender por qué existe tal heterogeneidad. Sin embargo, también hay una cuestión metodológica que debe tenerse en cuenta: la mayoría de los estudios utilizan una sola tarea para medir las funciones ejecutivas. Sin embargo, un metanálisis que incluyó datos de miles de niños y niñas encontró que los estudios con múltiples medidas de funciones ejecutivas presentan una asociación más fuerte entre NSE y rendimiento (Lawson et al., 2013). En consecuencia, no sorprende que nuestra medida compuesta de EF presente una asociación significativa con el NSE del hogar. En nuestra opinión, este resultado representa una alerta para nuestro sistema educativo público, dada la importancia central de las funciones ejecutivas para los procesos de aprendizaje y su asociación con los logros escolares. En este sentido, se podría considerar la incorporación sistemática y pautada de actividades de aula que tiendan a promover las habilidades ejecutivas. Más aún, la incorporación de estos temas teóricos y su contraparte práctica en la formación de docentes especializados en educación inicial podría ser una estrategia para promover el desarrollo de estas habilidades en la primera infancia.

Influencia del NSE del hogar en las funciones ejecutivas superiores.

La relación entre funciones ejecutivas superiores y NSE del hogar ha recibido menos atención. Un trabajo de Crook y Evans (2004) en el que evalúan la habilidad de planificación usando la Torre de Hanoi muestra una asociación entre el NSE del hogar al mes y 24 meses de vida y la capacidad de planificar en tercer año escolar. Más frecuentes son los estudios que vinculan el rendimiento en evaluaciones de inteligencia general (que muestra una correlación muy buena con las tareas de matrices) y el nivel socioeconómico (ver, por ejemplo, la revisión de Bradley & Corwyn, 2002) Sin embargo, esta asociación es modulada por una gran cantidad de factores, entre ellos, el concepto que los propios niños y niñas tienen de su inteligencia. Por ejemplo, algunos estudios muestran una diferencia significativa en el rendimiento cuando la consigna presenta a la tarea con fines de evaluar las destrezas, versus cuando no lo hace, tanto en escolares (Désert et al., 2009) como en jóvenes adultos (Croizet & Dutrévis, 2004), aunque esta posibilidad no explicaría la asociación que reportamos en este documento, ya que la consigna no fue presentada en términos de evaluación. Los estudios sobre la heredabilidad de la inteligencia sugieren que, aunque buena parte de la variabilidad en la inteligencia de los sujetos tiene un origen genético, en los primeros años de vida el ambiente tiene un peso mayor al de la genética. Más aún, otros trabajos sugieren que la interacción genes-ambiente es modulada por el nivel socioeconómico de los hogares (Tucker-Drob et. al., 2013 publicaron un meta análisis al respecto). A pesar que los resultados no son del todo consistentes, hay varios trabajos que muestran que en contextos de menor nivel socioeconómico es el ambiente el que explica la mayor proporción de varianza en la inteligencia, pero lo inverso ocurre en ambientes de nivel socioeconómico más elevado, donde la genética explica la mayor parte de la varianza (Tucker-Drob et. al., 2013; Tucker-Drob et al., 2016; Turkheimer et al., 2003). Parecería por lo tanto que las características de los ambientes de desarrollo son una gran fuente de variabilidad en la inteligencia, particularmente en los contextos de menores recursos económicos. En este sentido, un meta análisis presenta datos que apuntan a que en países donde el sistema de educación pública es fuerte, la modulación de la interacción genes x ambiente por el nivel socioeconómico desciende o incluso desaparece (Tucker-Drob et. al., 2016). En síntesis, la

evidencia sugiere que el ambiente es el elemento de más peso a la hora de explicar la variabilidad en las pruebas de inteligencia, particularmente en la infancia y en los contextos de menores recursos. Por lo tanto, aunque resulta impactante que a edades tan tempranas como las del presente estudio se observen diferencias en el rendimiento en tareas de razonamiento y planificación, la contextualización de este hallazgo sugiere que hay mucho espacio para revertir esa asociación a partir de intervenciones en los contextos de desarrollo. En nuestra opinión, esta situación es un llamado urgente a la reflexión sobre políticas públicas educativas que apunten a amortiguar este fenómeno, más aún a la luz de los estudios que dan cuenta de la enorme influencia del ambiente en el desarrollo en niños y niñas que crecen en hogares de menores niveles socioeconómicos. En otras palabras, es en los ambientes más estimulantes donde niñas y niños pueden desplegar todo su potencial, y el sistema de educación formal es un actor privilegiado para proveer contextos que provean aquellos estímulos que no se presentan de forma espontánea en los hogares.

El efecto del NSE de los pares en las funciones ejecutivas.

En los países occidentales industrializados, de todos los contextos proximales que habitan los niños y niñas, la escuela es posiblemente el más influyente en el desarrollo cognitivo después de la familia. Existe evidencia de que ciertos currículos de educación inicial, por ejemplo la educación Montessori y el programa *Tools of the Mind*, promueven el desarrollo de conductas autorreguladas que se sustentan en las funciones ejecutivas (Blair, 2017). Además, *Tools of the Mind* parece ser especialmente efectivo en escuelas donde los niños y las niñas provienen en su mayoría de hogares de nivel socioeconómico bajo (Blair & Raver, 2014).

Sin embargo, hay otros elementos en una escuela que pueden influir en el desarrollo infantil más allá del plan de estudios. La evidencia en el área de la composición del aula sugiere que las características y las interacciones con los niños y las niñas pueden ser uno de esos elementos (Ewijk & Slegers, 2010). Dado que los niños y las niñas pasan una buena parte de su tiempo interactuando entre ellas, sus características pueden afectar la dinámica del aula e incluso las

actitudes de los y las docentes (DeLay et al., 2016; Fitzpatrick et al., 2015; Henry & Rickman, 2007). A su vez, la presencia de problemas de conducta externalizantes en niñas y niños también se asocia con los ingresos familiares (Bøe et. al., 2014; Highlander & Jones, 2022; Peverill et. al., 2021), por lo que parece razonable especular que el NSE de los pares puede tener un impacto en el desarrollo de una niña o niño determinado al menos parcialmente a través de un mecanismo que incluya las características vinculares en el entorno del aula, sin que esto excluya otros posibles mediadores.

Una característica del sistema educativo público uruguayo es que la mayoría de los y las niñas asisten a escuelas ubicadas en sus barrios, por lo que están rodeados principalmente de compañeros/as que crecen en entornos similares. Sin embargo, a diferencia de otros países de América Latina, Uruguay también tiene un estrato de clase media relativamente grande. Por lo tanto, supusimos que el muestreo de niños y niñas en los quintiles más bajos y más altos daría como resultado un número significativo de niños y niñas de hogares de clase media. De hecho, encontramos que cerca del 50% de los niños/as del quintil escolar más bajo y más alto provienen de familias cuyo nivel socioeconómico se encuentra en la zona media de la distribución. Sin embargo, estos niños/as están rodeados principalmente por compañeros de NSE bajo o alto y, por lo tanto, pudimos estimar el impacto del NSE de los compañeros en el desarrollo de las funciones ejecutivas.

Aunque existe evidencia convincente de que la composición del aula afecta los resultados académicos (Ewijk & Slegers, 2010) incluso en la educación inicial (Henry & Rickman, 2007; Miller et al., 2017), hasta ahora solo un artículo estudió el efecto del NSE de los compañeros en el desarrollo de las funciones ejecutivas en educación inicial (Weiland & Yoshikawa, 2014). Dichos autores encuentran que el efecto del NSE de los pares no es genérico sino observable sólo por encima de un umbral de compañeros/as de clase con NSE alto. Nuestros resultados muestran una asociación del NSE de los compañeros únicamente con la flexibilidad cognitiva, los resultados sobre el control inhibitorio no son concluyentes y no encontramos una asociación con la memoria de trabajo, el razonamiento y la planificación. Sólo mediante estudios de

replicación será posible determinar si la ausencia de asociación recién mencionada responde a una característica de nuestra población, o si responde a diferencias metodológicas con estudios previos.

En resumen, encontramos que el NSE de los y las compañeras es un factor que no parece explicar parte de la varianza en el desempeño, con la excepción de la flexibilidad cognitiva, la única FE en la que explica varianza por sobre el NSE del hogar.

Limitaciones y direcciones futuras

La principal limitación de este estudio es su naturaleza transversal, que nos impide sostener conclusiones sólidas sobre la influencia del paso del tiempo en el desarrollo de las funciones ejecutivas. Además, como ocurre con la mayoría de los estudios en el área, utilizamos una sola tarea para evaluar cada proceso cognitivo de interés, y todas las tareas que utilizamos utilizan estímulos neutros y no incluyen manipulaciones a nivel de certeza/incertidumbre. Por lo tanto, la discusión sobre nuestros resultados bajo la lente de las teorías del desarrollo basadas en la evolución es especulativa. Teniendo en cuenta estas limitaciones, adelantamos que son necesarios estudios longitudinales que incorporen tareas adicionales con estímulos ecológicamente significativos o manipulaciones de la incertidumbre para obtener una comprensión más sólida de la influencia del NSE del hogar y de las y los compañeros en el desarrollo de las funciones ejecutivas.

Conclusiones

Los resultados presentados en este capítulo refuerzan el vasto *corpus* de estudios publicados que encuentran que crecer en contextos de adversidad socioeconómica resulta en capacidades cognitivas distintas a la de los niños/as que crecen en contextos sin adversidad económica. Independientemente de que algunos de estos resultados representen una adaptación evolutiva que aumente el ajuste al ambiente en el corto plazo, constituyen una dificultad para el rendimiento escolar en el sistema educativo actual. Sin embargo, identificar los aspectos del funcionamiento

ejecutivo más sensibles a la pobreza puede ser un estrategia para la creación de programas de intervención que apunten a fortalecer aquellas habilidades que necesitan una estimulación adicional en contextos escolares. Además, reconocer que la adversidad da forma a la cognición (en lugar de ser detrimental) podría brindar nuevas oportunidades para pensar en estrategias que aprovechen dichas adaptaciones.

Estudio 3: Implementación y evaluación de un programa de estimulación del funcionamiento ejecutivo en clases de nivel inicial de escuelas de distinto nivel sociocultural

(Los resultados de este estudio fueron publicados en: Nin, V., Delgado, H., Goldin, A. P., Fernández-Slezak, D., Belloli, L., & Carboni, A. (2023). A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1-20. La versión publicada se adjunta en el anexo.)

Problema abordado

Como hemos visto, las funciones ejecutivas juegan un papel importante en el rendimiento escolar desde temprana edad. En los años de educación inicial, el desempeño en las FEs básicas explica en parte el desempeño en matemáticas y en lectura en primer (Morgan et al., 2017), segundo (Morgan et al., 2019) y tercer grado (Nguyen, Tutrang & Grag J., Duncan, 2019). Además, las FEs están asociadas con los comportamientos de los niños y niñas en el aula (Brock et al., 2018), y podrían explicar parte de la brecha educativa asociada con el contexto socioeconómico (Fitzpatrick et al., 2014). Por ello, se ha planteado la hipótesis de que la promoción del desarrollo de las FEs en la educación infantil puede tener repercusiones positivas en el rendimiento educativo, especialmente para los grupos sociales en los que el rezago escolar es más frecuente.

Las FEs son procesos maleables, susceptibles a influencias contextuales tanto positivas como negativas. En este sentido, el uso progresivo, sostenido y sistemático de las FEs a través de actividades adecuadas favorece su desarrollo (Diamond & Ling, 2016). El abanico de propuestas es amplio, desde adaptaciones curriculares, *mindfulness* y varios tipos de ejercicio físico, hasta actividades mediadas por pantallas (Takacs & Kassai, 2019). Las pantallas interactivas se utilizan cada vez más dentro de las aulas con fines pedagógicos. El interés inherente de los y las niñas en las pantallas resulta en que las actividades mediadas por pantallas son motivantes, y tienen el potencial de crear contextos de aprendizaje atractivos (Coleman & Money, 2020; Martinez et al., 2022). Mediante actividades gamificadas, videojuegos serios, o videojuegos de entretenimiento, las actividades mediadas por pantallas se han utilizado tanto para la instrucción de contenidos

específicos, para promover procesos transversales (Martinez et al., 2022), e incluso para fomentar la conducta prosocial (Li & Zhang, 2022).

La evidencia de que las habilidades ejecutivas se pueden mejorar mediante la práctica repetida con actividades mediadas por pantallas es sujeto de debate y controversias (Blair, 2017). La mayoría de las tareas y juegos de estimulación de FE se han probado en contextos muy controlados, sean de laboratorio o en entornos escolares (Goldin et al., 2014), mientras que la cantidad de estudios que evalúan los programas de estimulación cognitiva mediados por pantalla integrados en las aulas, con todo el ruido experimental que implica, es limitado (Green, et al., 2019).

De hecho, descifrar si las intervenciones mediadas por pantallas son o no efectivas en circunstancias del mundo real es uno de los mayores desafíos en el campo (Green, et al., 2019). Cuando las intervenciones se despliegan en un ambiente típico de aula, los investigadores no controlan la asistencia de los y las alumnas, ni los factores externos que pueden alterar la motivación (como celebraciones de cumpleaños o un día lluvioso que impide salir durante el recreo). En las escuelas, la presencia de variabilidad en una plétora de circunstancias individuales e institucionales es natural e inevitable. Por lo tanto, uno de los objetivos finales del campo de la estimulación cognitiva es evaluar si las intervenciones tienen impacto en el mundo real, mediante el análisis de su eficacia en una variedad de entornos poco controlados (Green, et al., 2019).

La capacidad de la estimulación cognitiva mediada por pantallas para promover el desarrollo de las FE en niños y niñas que cursan educación inicial es aún emergente. Hay pocos estudios sobre el entrenamiento cognitivo mediado por pantallas para niñas y niños de esa edad (Scionti et al., 2020), y solo unos pocos evalúan cómo el nivel socioeconómico afecta la estimulación mediada por pantallas (Foy & Mann, 2014; Rojas-Barahona et al., 2015). Además, hasta donde sabemos, no hay estudios sobre la interacción del nivel sociocultural de las escuelas y la estimulación mediada por pantallas. Proporcionar evidencia sobre cómo las características de las

escuelas modulan la efectividad de las intervenciones destinadas a mejorar la cognición puede aportar insumos para desarrollar intervenciones más efectivas.

Finalmente, la eficacia de una intervención puede evaluarse en términos de efectos de transferencia cercana, es decir, una mejora en los mismos procesos a los que se dirigen las actividades, y efectos de transferencia lejana, lo que implica mejoras en otros dominios cognitivos, o comportamientos más amplios como como el rendimiento académico y la conducta autorregulada (Smid et al., 2020). Como se mencionó anteriormente, aunque en términos generales se acepta que la práctica con tareas gamificadas da como resultado una transferencia cercana, la mayoría de la evidencia proviene de entornos estrictamente controlados. Un debate más acalorado es sí, y bajo qué condiciones, el entrenamiento cognitivo puede transferirse mucho. Hasta la fecha, la evidencia de la transferencia lejana para las intervenciones de estimulación mediada por pantallas no es concluyente (Blair, 2017; Green, et al., 2019).

En este estudio buscamos evaluar la efectividad de un programa de estimulación mediada por videojuegos orientado al uso sistemático de las FEs básicas, en escuelas de nivel sociocultural alto y bajo. Para hacerlo, llevamos adelante un estudio controlado y aleatorizado, con un grupo control activo, en aulas de nivel inicial. Los niños y niñas jugaron con los juegos disponibles en la plataforma Mate Marote (Nin et al., 2019), o juegos control durante seis semanas. Con base en los estudios revisados en este documento, presentamos las siguientes hipótesis: (i) un programa de estimulación mediado por videojuegos mejora los dominios entrenados, aunque los resultados contradictorios en la literatura nos impidieron anticipar una hipótesis para procesos no entrenados; y (ii) el nivel socioeconómico de la escuela podría moderar la eficacia de la intervención. Específicamente, proponemos que el entrenamiento conducirá a mayores mejoras en escuelas de bajo nivel socioeconómico, dado que esperamos que esos niños tengan un rendimiento por debajo de la media (en otras palabras, nuestra hipótesis es que encontraremos un efecto compensatorio).

Participantes

Una subpoblación del estudio 2 también participó en el estudio 3. Se trabajó con un total de 137 niños (63 niñas) de 6 clases de educación inicial de escuelas públicas de Montevideo, Uruguay, clasificados por la Administración Nacional de Educación Pública (NEP, 2016) como el quintil más bajo o más alto del Nivel Socio Cultural (NSC) de la escuela. Nuestra experiencia y estudios publicados (Weissheimer et al., 2020) indican que los niños y niñas de hogares de NSE bajo tienden por múltiples razones, a faltar más a clase. Supusimos una mayor pérdida de participantes en esta población y, por lo tanto, incluimos un mayor número de niños/as de escuelas de contexto crítico en la muestra inicial. Los datos de una niña se eliminaron de la muestra analítica porque era un valor atípico según su edad (edad superior/inferior a la edad promedio de las muestras de 3 SD). La muestra final consistió por tanto en 136 niños (62 niñas) de edad $M=5,30$, $DT=0,36$ años. Evaluamos a los niños y niñas que estaban presentes en la escuela, por lo tanto, no todos los niños/as asistieron a todas las sesiones de evaluación. El número de participantes y la composición de los grupos para cada análisis se informan en la sección de resultados.

Metodología. Aspectos específicos del diseño

Seguimos un diseño experimental tipo pre/post. Los/as alumnos/as de cada clase fueron asignados aleatoriamente al grupo de estimulación cognitiva (a partir de ahora, el grupo CS) o al grupo de control activo (AC). No hubo diferencias en el género, la edad y el NSE del hogar entre los grupos (ver Tabla 33). Todos los procedimientos fueron los mismos para todos los niños y niñas, la única diferencia entre los grupos fue la naturaleza de los juegos. Los y las niñas trabajaron en las tabletas del programa Ceibal en sus propias aulas, acompañados de un pequeño equipo de asistentes de investigación (AI) en una proporción de 1 AI cada 2 a 4 niños/as en horario escolar regular. Los AI iniciaron la sesión en las tabletas y loguearon a los niños y niñas, animaron a los y las niñas a mantener su atención en los juegos, sin embargo, evitaron cualquier interacción adicional con respecto a los juegos. Las niñas y niños se sentaron en su ubicación habitual, pero se les permitió moverse dentro del aula con las tabletas si así lo deseaban. Las maestras estuvieron presentes durante la intervención y ayudaron con su organización general.

Durante la etapa de intervención, los niños y niñas del grupo CS jugaron 2 de 4 juegos de estimulación (descritos en el capítulo con el Marco Teórico) en cada sesión, 3 días a la semana durante 6 semanas. Los y las niñas del grupo AC también jugaron 4 juegos, 2 en cada sesión, con la misma frecuencia. Los juegos en el grupo AC fueron seleccionados porque no involucran FEs pero presentan demandas motoras similares y características atractivas (como juegos de colorear o juegos que requieren mover la tableta para evitar una colisión entre 2 objetos). Con este cronograma, al final de la intervención, cada actividad podría ser jugada hasta 72 minutos, lo que arroja una duración total de la intervención de 288 minutos. Debido a que el experimento se llevó a cabo dentro de la escuela, un niño o niña solo jugaba una sesión si estaba en la escuela ese día. La intervención finalizó en la sexta semana tanto si los y las niñas completaron todas las sesiones como si no. Para el análisis, solo se consideraron los niños o niñas que completaron al menos el 50% de las sesiones de entrenamiento o control. El 91% de los y las niñas cumplieron con este criterio, y no hubo diferencias entre el número de sesiones a las que asistieron ambos grupos (M=13,2, DT=3,0) y CS (M=14,3, DT=3,7) ($\chi^2= 20,231$, $gl = 16$, $p=0,2$). Las medidas posteriores a la intervención se administraron una semana después de finalizada la intervención.

Tabla 33. Información demográfica para los grupos control (AC) y de estimulación cognitiva (CS)

Variable	Group allocation		p-value ²
	AC, N = 65 ¹	CS, N = 71 ¹	
Gender			0.6
F	28(43%)	34(48%)	
M	37(57%)	37(52%)	
Age	5.32 (0.41)	5.29 (0.31)	0.5
UBN			>0.9
None	28(43%)	30(42%)	

1 or more	37(57%)	41(58%)	
Sessions completed	13 (3)	14 (4)	0.2
¹ n(%); Mean (SD)			
² Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test			
UBN: Unsatisfied Basic Needs			

Las actividades gamificadas que usamos forman parte de Mate Marote, una plataforma web de acceso abierto disponible con fines educativos y de investigación (www.matemarote.org.ar). La plataforma incluye actividades que están inspiradas en tareas de la evaluación cognitiva, sin embargo se diferencian de las tareas en varios aspectos: 1) hay personajes amenos para los y las niñas que presentan las instrucciones, 2) hay varias recompensas (en forma de medallas, sonidos llamativos y retroalimentación tanto positiva como negativa), 3) todos los juegos avanzan a través de niveles crecientes de dificultad por medio de un algoritmo automático que mantiene a cada niño/a en un nivel desafiante pero realizable. Se puede encontrar una descripción detallada de la mecánica, los algoritmos adaptativos y los factores aprovechados para manipular la dificultad en Nin et al., (2019). Todas las actividades se administraron individualmente en tabletas con auriculares. Antes de la primera sesión de juego, un breve vídeo animado explicaba sus reglas y objetivos. El programa se organizó en flujos de juegos automatizados para asegurar que los niños/as jugaran con las actividades según lo programado. Solo una actividad estaba activa al comienzo de la sesión, los niños/as podían jugar hasta por 8 minutos. Una vez transcurrido este tiempo, y tan pronto como finalizaba la actividad, esa actividad dejaba de estar disponible y los niños y niñas podían jugar con la segunda actividad durante la misma cantidad de tiempo.

Evaluación cognitiva

Usamos la misma batería de pruebas que en el estudio 2.

Características del hogar.

Se realizó una entrevista telefónica a un familiar que viva con el niño o niña para recabar información sobre necesidades básicas insatisfechas (NBI), nivel educativo del cuidador principal, presencia de condiciones de hacinamiento, tipo de cobertura de salud, entre otras. La entrevista se basó en los ítems presentes en dos instrumentos: el índice de NSE, elaborado por economistas (Llambí & Pi, 2012) y de amplio uso en nuestro país, y las preguntas de la Encuesta Nacional Continua de Hogares realizada por el Instituto Nacional de Estadística.

Análisis de datos

Realizamos análisis multinivel para determinar los efectos del programa de entrenamiento cognitivo en los procesos evaluados. Utilizamos los paquetes de R (R Core Team, 2020) lme4 (Bates et al., 2015), emmeans (Lenth, R, 2020), lmerTest (Kuznetsova et al., 2017) y sjstats (Lüdtke D, 2021). Se corrieron modelos separados para cada tarea analizada. En todos los casos, la variable dependiente fue el desempeño cognitivo y la edad se ingresó como una covariable. Además, todos los modelos incluían las siguientes variables independientes: en el primer nivel (nivel niños/as), la asignación de grupo (variable entre-sujetos) y el momento de la medición (antes y después de la intervención, variable intra-sujeto). La variable de segundo nivel fue NSC de la escuela. Se construyeron los modelos progresivamente: se comenzó por el modelo nulo, luego se agregaron los factores del primer nivel, luego la variable del segundo nivel y finalmente el término de interacción entre el momento de la medición y el grupo asignado (para comparar el desempeño antes y después de la intervención en los grupos de control y experimental). El último paso consistió en comparar el modelo con la doble interacción y otro con una interacción triple que agregó el NSC escolar para evaluar si los resultados variaron entre las escuelas. Todos los modelos se compararon a través del Criterio de Información de Akaike (AIC) y mediante un chi-cuadrado. Para cada proceso, reportamos los resultados del modelo que presenta el mejor ajuste. Realizamos pruebas post-hoc planificadas para evaluar las diferencias entre los grupos AC vs CS, antes y después de la intervención y en escuelas de NSC bajo y alto, todas ellas con corrección FRD (*False Rate Discovery*). Para evaluar la efectividad de la

intervención empleamos el tamaño del efecto (la diferencia en las medias estimadas del modelo antes y después de la intervención para los grupos AC y CS). Las medidas de los niños/as se anidaron dentro de sus clases empleando un término de intersección aleatoria. Al igual que en los estudios anteriores, la edad se centró calculando la diferencia con relación al niño más pequeño de la muestra, es decir, el niño más pequeño ingresó con una edad de 0. Los puntajes de las tareas se escalaron a valores z.

Las líneas de código genéricas de R para los modelos descritos son:

```
FE_z ~ (1|clase/participante)
```

```
FE_z ~ Edad_c + Tiempo + (1|clase/participante)
```

```
FE_z ~ Edad_c + Tiempo + NSC_escuela + (1|clase/participante)
```

```
FE_z ~ Edad_c + Tiempo + NSC_escuela + Grupo*Tiempo + (1|clase/participante)
```

```
FE_z ~ Edad_c + Tiempo + NSC_escuela* Grupo*Tiempo (1|clase/participante)
```

Resultados

Los datos demográficos básicos para ambos grupos de escuelas se muestran en la Tabla 34. No hubo diferencias en la frecuencia de género entre las escuelas de NSC bajo y alto, pero encontramos una diferencia de edad pequeña, aunque significativa, entre los tipos de escuelas, con niños y niñas un poco mayores que asistían a escuelas de NSC alto (nótese que la diferencia es de menos de dos meses de edad). Como era de esperar, encontramos que la mayoría de los niños (88 %) en las escuelas de NSC bajo provienen de hogares con al menos una NBI, pero menos del 10% de los niños/as de las escuelas de NSC alto presentan NBI en sus hogares. Además, los niños/as de escuelas de NSC bajo tienden a perder más clases que sus compañeros de escuelas de NSC alto, lo que da como resultado una diferencia pequeña pero significativa en el número total de sesiones de juego a las que asistieron: los niños/as de escuelas de NSC alto participaron en promedio en 2 sesiones más que los niños/as de escuelas de NSC bajo. También verificamos que los grupos AC y CS estuvieran equilibrados en términos de género, edad, NBI y

número de sesiones. No se encontraron diferencias entre los grupos, como se muestra en la Tabla 33. La Tabla 34 presenta las correlaciones de orden cero para la línea de base.

Tabla 34. Estadística descriptiva para la muestra del estudio 3

School SCL			
Variable	Low, N = 83¹	High, N = 53¹	p-value²
Gender			>0.9
F	38(46%)	24(45%)	
M	45(54%)	29(55%)	
Age	5.23 (0.39)	5.42 (0.27)	0.001
UBN			<0.001
none	10(12%)	48(91%)	
1 or more	73(88%)	5(9.4%)	
Sessions	13 (3)	15 (3)	<0.001

¹n(%); Mean (SD)

²Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

Tabla 35. *Correlaciones de orden cero para las variables del estudio 3 en la línea de base*

	<i>Corsi_span</i>	<i>Inc_block</i>	<i>Mix_block</i>	<i>ToL</i>	<i>ToNI</i>	<i>Age</i>	<i>SES</i>
<i>Corsi_span</i>							
<i>Inc_block</i>	0.24						
<i>Mix_block</i>	0.20	0.64***					
<i>ToL</i>	0.11	0.44***	0.52***				
<i>ToNI</i>	0.25	0.41**	0.40**	0.41**			
<i>Age</i>	0.40**	0.17	0.00	0.21	0.25		
<i>SES</i>	-0.02	0.30*	0.46***	0.65***	0.32*	0.09	

Computed correlation used pearson-method with listwise-deletion.

Memoria de trabajo

Ciento veinte niños/as fueron ingresados/as en el análisis de memoria de trabajo (68 niños/as de escuelas de NSC bajo). Para analizar la relación entre el *span* de la memoria de trabajo, el tiempo de medición, la asignación de grupo y el NSC escolar, comparamos dos modelos. El primero incluye una interacción doble entre el grupo (control activo, AC o estimulación cognitiva, CS) y el momento de la medición (pre o post intervención). El segundo modelo incluye una triple interacción para evaluar la moderación del NSC escolar (bajo o alto) sobre la efectividad de la intervención. Este enfoque nos permite evaluar el impacto de la intervención y si los resultados dependen de las características de la escuela. La interacción entre Grupo y Tiempo de medición fue significativa ($p < 0,05$), sugiriendo un desempeño diferencial antes y después de la intervención para los grupos AC y CS. Las estimaciones del modelo y los valores de p se

presentan en la Tabla 35. Ambos grupos comenzaron la intervención con un rendimiento similar (una diferencia de $-0,39 \pm 0,25$ SD, $p=0,06$). Para evaluar la efectividad de la intervención calculamos el tamaño del efecto (la diferencia en las medias estimadas del modelo antes y después de la intervención para los grupos AC y CS). No encontramos evidencia de una mejor capacidad de memoria de trabajo visoespacial en el grupo AC (un efecto de tamaño no significativo de $-0,11 \pm 0,21$ SD, $p = 0,6$); sin embargo, el *span* de memoria de trabajo en los niños/as del grupo que jugó con Mate Marote aumentó en $0,49$ SD ($\pm 0,17$, $p<0,005$), equivalente a un aumento de $0,61$ ítems recordados ($\pm 0,21$, $p<0,005$). Estos resultados sugieren que el programa de entrenamiento cognitivo pudo mejorar la memoria de trabajo visoespacial independientemente de las características de la escuela. La Figura 19 presenta los tamaños del efecto estimados para ambos grupos, la distribución de datos y las medias estimadas y el error estándar del modelo.

Tabla 36. Resultados del modelo para predecir el desempeño en Memoria de trabajo, con la doble interacción entre Grupo, Tiempo, y el NSC de la escuela como predictores

<i>Predictors</i>	WM span (z)		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.88	-1.47 – -0.28	0.004
Age_c	0.40	0.03 – 0.78	0.034
SchoolSCL [High]	0.41	0.03 – 0.79	0.036
Group [CS]	-0.32	-0.66 – 0.02	0.063
Time [posttest]	-0.09	-0.38 – 0.20	0.543
Group [CS] * Time [posttest]	0.59	0.18 – 1.00	0.005

Random Effects

σ^2	0.50
τ_{00} participant: class	0.21
τ_{00} class	0.02
ICC	0.32
$N_{\text{participant}}$	120
N_{class}	6
<hr/>	
Observations	199
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.126 / 0.403

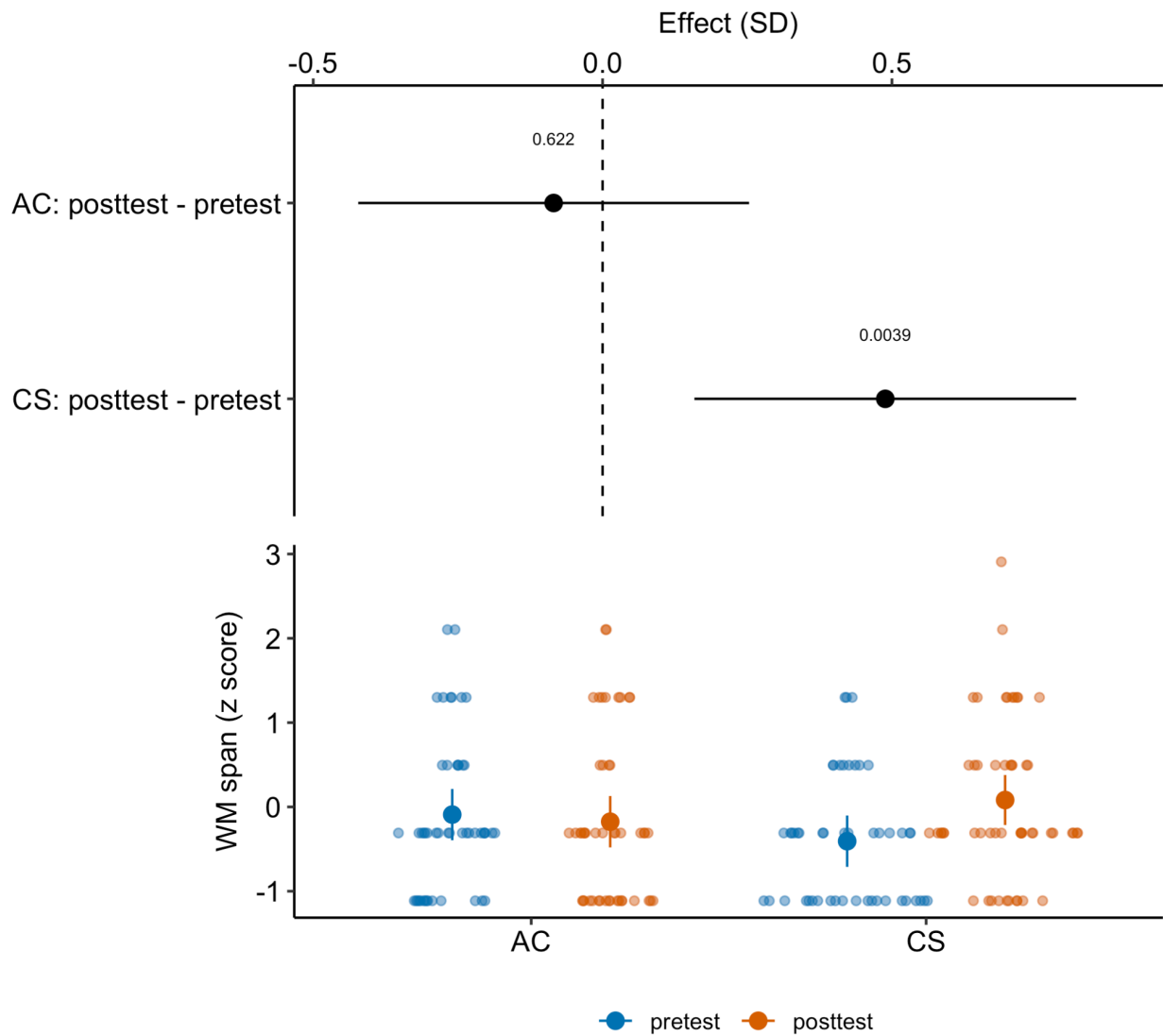


Figura 19. Efecto de la intervención en la capacidad de la memoria de trabajo. Arriba: efectos simples (diferencia de medias) de la puntuación z en los bloques de Corsi para el grupo Control Activo (AC) y Estimulación Cognitiva (CS). Las barras son intervalos de confianza del 95% de los efectos. Se muestran los valores p del modelo multinivel. Abajo: medias modeladas, barras de error que representan los intervalos de confianza del 95 % de cada media y los valores de respuesta individual ajustados por el modelo, para cada grupo experimental (AC y CS) en la prueba previa (azul) y la prueba posterior (naranja) a la intervención con Mate Marote.

Posteriormente, se procedió a comprobar si el NSC escolar modera el efecto de la intervención. Las medidas de línea de base no revelaron diferencias entre las y los niños que asisten a escuelas de NSC bajo y alto (un intervalo de $1,89 \pm 0,09$ y $2,23 \pm 0,13$ para escuelas de NSC bajo y alto, respectivamente; $W=1082$, $p=0,5$). Luego se procedió a analizar el modelo con la triple interacción entre Tiempo, Grupo y NSC escolar. Los resultados mostraron que el término de interacción no era significativo y que agregar la interacción triple no resultó en un ajuste mejorado del modelo ($\chi^2 p = 0,5$, no reportamos las tablas de modelos que no mejoran el ajuste de los datos). Estos resultados sugieren que el programa de estimulación es igualmente efectivo en escuelas de niveles socioeconómicos bajos y altos.

Inteligencia fluida

Ciento veintiséis niños (76 niños de escuelas NSC bajo) se ingresaron en el análisis de inteligencia fluida evaluada con ToNi. Seguimos la misma serie de pasos, ejecutando primero el modelo con la interacción doble y luego el modelo con la interacción triple. Las estimaciones del primer modelo y los valores p se pueden encontrar en la Tabla 37. Como antes, realizamos un análisis post-hoc para determinar si había diferencias en las puntuaciones z antes y después de la intervención. El rendimiento inicial fue similar entre los grupos AC y CS (una diferencia de $-0,02 \pm 0,16$ SD, $p = 0,8$), sin embargo, en la prueba posterior, las y los niños del grupo CS obtuvieron mejores que antes de la intervención $0,36$ SD ($\pm 0,17$ SD, $p < 0,05$), diferencia que corresponde a un aumento de $2,2 \pm 0,1$ puntos en la puntuación obtenida en el ToNI. Para el grupo control, esta diferencia fue casi cero y no alcanzó significación estadística (una diferencia de $0,05 \pm 0,160$ SD, $p = 0,8$ o $0,3 \pm 0,1$ ensayos). Similar a los resultados obtenidos con la tarea de memoria de trabajo, nuestros resultados, resumidos en la Figura 20, sugieren que nuestros juegos promueven ganancias en la inteligencia fluida en los y las niñas de todas las escuelas.

Tabla 37. Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en inteligencia fluida con el nivel sociocultural escolar y la doble interacción entre grupo y tiempo de medida como predictores.

Fluid intelligence score (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.92	-1.51 – -0.34	0.002
Age_c	0.35	-0.03 – 0.73	0.073
SchoolSCL [High]	0.48	0.07 – 0.89	0.023
Group [CS]	0.02	-0.30 – 0.35	0.883
Time [posttest]	0.01	-0.21 – 0.23	0.938
Group [CS] * Time [posttest]	0.36	0.03 – 0.68	0.033
Random Effects			
σ^2	0.35		
τ_{00} participant: class	0.40		
τ_{00} class	0.03		
ICC	0.55		
$N_{\text{participant}}$	126		
N_{class}	6		
Observations	223		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.134 / 0.608		

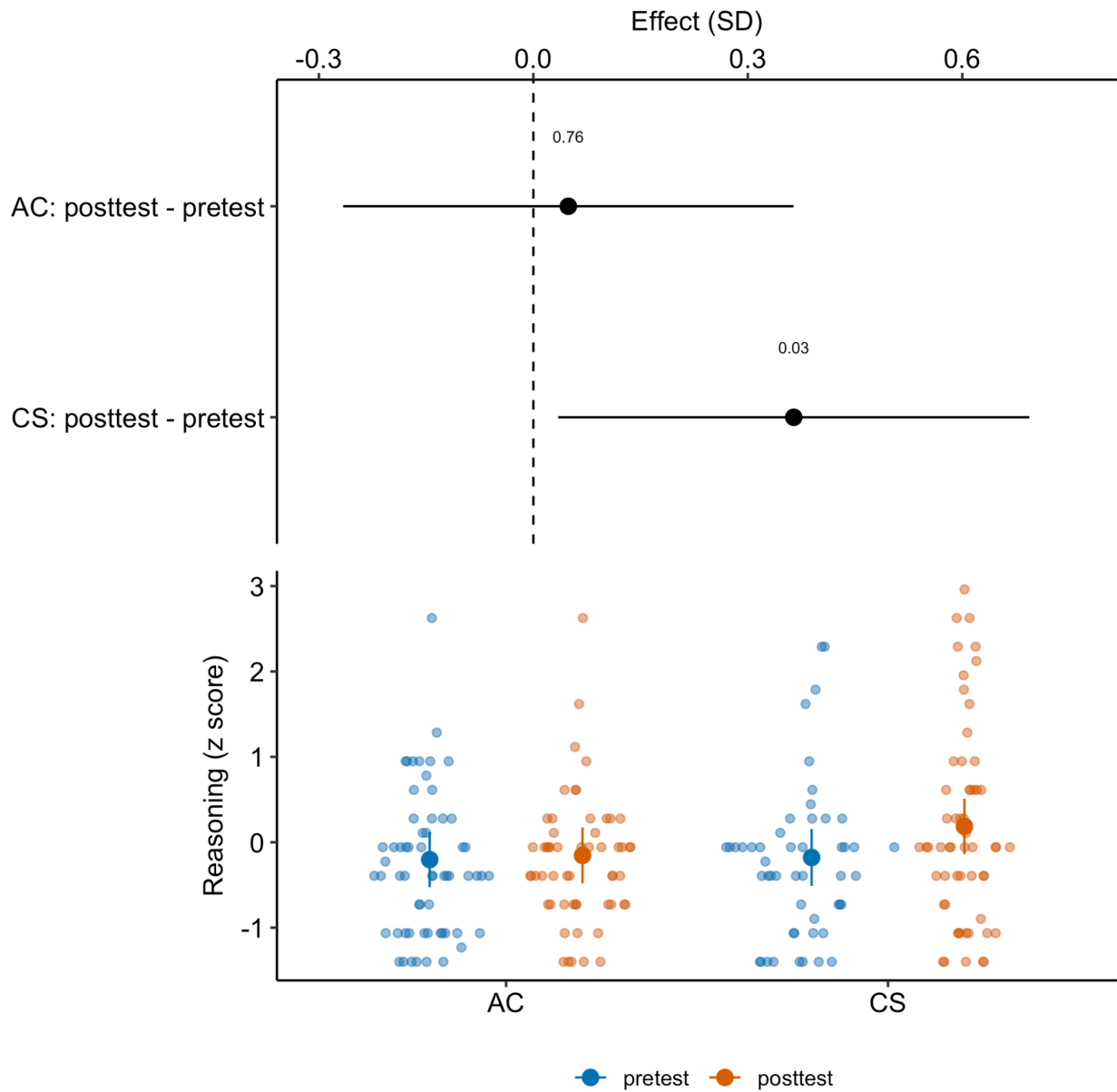


Figura 20. Efecto de la intervención en razonamiento. Arriba: efectos simples (diferencia de medias) de la puntuación z en los bloques Corsi para el grupo Control Activo (AC) y Estimulación Cognitiva (CS). Las barras son intervalos de confianza del 95% de los efectos. Se muestran los valores p del modelo multinivel. Abajo: medias modeladas, barras de error que representan los intervalos de confianza del 95 % de cada media y los valores de respuesta individual ajustados por el modelo, para cada grupo experimental (AC y CS) en la prueba previa (azul) y la prueba posterior (naranja) a la intervención con Mate Marote.

Luego ejecutamos el modelo con la triple interacción para evaluar el impacto del nivel sociocultural escolar en la intervención. La inclusión de la modulación por nivel sociocultural mejoró el ajuste ($\chi^2 p < 0.05$), sin embargo, ninguno de los efectos principales ni el término con la interacción triple fueron significativos (las estimaciones y los valores de p se pueden encontrar en la Tabla 38). Al inicio del estudio, no hubo diferencias en el rendimiento entre los niños y niñas de las escuelas de SCL bajo y alto ($t = -1.0526$, $df = 71.343$, $p = 0.3$). De acuerdo con el plan analítico, en el siguiente paso, desglosamos la interacción para evaluar si los cambios pre-post entre grupos son diferentes en los distintos niveles de NSC. Encontramos que el rendimiento en el grupo AC se mantuvo sin cambios en las escuelas de ambos quintiles (tamaños del efecto de 0.05 ± 0.20 SD, $p = 0.8$ y 0.07 ± 0.26 SD, $p = 0.8$ respectivamente). Los puntajes z en los grupos experimentales mostraron ganancias después de la intervención tanto para las escuelas con NSC bajo (una mejora de $0,30 \pm 0,22$ DE o $1,8 \pm 1,13$ ensayos) como para las de NSC alto (una mejora de $0,39 \pm 0,25$ DE o $2,3 \pm 1,5$ ensayos), aunque esta tendencia no fue significativa en ningún caso ($p = 0,17$ y $p = 0,12$ respectivamente). Estos resultados sugieren que el NSC escolar no modula los efectos de la intervención.

Tabla 38. Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en inteligencia fluida con la triple interacción entre grupo, tiempo de medida y NSC escolar como predictores.

Fluid intelligence score (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.81	-1.35 – -0.28	0.003
Age_c	0.38	0.07 – 0.68	0.016
SchoolSCL [High]	0.07	-0.51 – 0.66	0.803
Group [CS]	-0.22	-0.63 – 0.18	0.287
Time [posttest]	0.05	-0.34 – 0.44	0.795

SchoolSCL [High] * Group [CS]	0.65	-0.01 – 1.31	0.053
SchoolSCL [High] * Time [posttest]	0.02	-0.62 – 0.66	0.953
Group [CS] * Time [posttest]	0.25	-0.33 – 0.83	0.397
(SchoolSCL [High] * Group [CS]) * Time [posttest]	0.07	-0.85 – 0.98	0.887

Random Effects

σ^2	0.72
$\tau_{00 \text{ class}}$	0.05
ICC	0.06
N_{class}	6

Control inhibitorio

Un total de 126 niños (76 niños de escuelas de NSC bajo) se incluyeron en el análisis. Empleamos como antes en esta tesis el segundo bloque de la tarea, que consiste totalmente en estímulos incongruentes y por lo tanto requiere control inhibitorio. El tercer bloque consiste en ensayos congruentes e incongruentes entremezclados y, por lo tanto, también requiere de flexibilidad cognitiva. Para responder a nuestras dos preguntas principales de investigación, es decir, para averiguar si la intervención es capaz de mejorar las FE y si los resultados dependen de las características de la escuela, seguimos la misma serie de pasos para los bloques incongruentes y mixtos de la tarea. Presentamos primero los resultados obtenidos para el bloque incongruente siguiendo el plan analítico: en primer lugar, corrimos el modelo con la doble interacción (estimaciones y valores de p en la Tabla 39) y luego el modelo con la triple interacción (Tabla

40). Para el primer modelo, observamos un efecto principal significativo del NSC escolar ($p < 0.05$): los niños/as que asisten a escuelas del quintil superior se desempeñaron mejor que sus compañeros en escuelas del quintil inferior. De hecho, las y los niños que asisten a las escuelas de NSC bajo presentaron puntuaciones $z\ 0,38 \pm 0,83$ DS por debajo de la media, mientras que los y las niñas que asisten a escuelas de NSC alto tenían puntuaciones $0,24 \pm 0,53$ DE por encima de la media ($t = -4,8079$, $df = 108,6$, $p < 0,001$). El resto de los efectos principales y el término de interacción no fueron significativos. Las comparaciones post-hoc planificadas revelaron que, con los niños y niñas agrupados a nivel de quintil, no se observaron diferencias en el rendimiento antes y después de la intervención ni para el grupo AC (una diferencia de $0,10 \pm 0,19$ SD, $p = 0,6$) ni para el grupo CS (una diferencia de $0,14 \pm 0,20$ DE, $p = 0,5$).

Tabla 39. Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en control inhibitorio con el nivel sociocultural escolar y la doble interacción entre grupo y tiempo de medida como predictores.

Inhibitory control (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.74	-1.33 – -0.15	0.013
Age_c	0.25	-0.13 – 0.62	0.197
SchoolSCL [High]	0.75	0.37 – 1.12	<0.001
Group [CS]	-0.12	-0.51 – 0.26	0.538
Time [posttest]	0.10	-0.28 – 0.48	0.622
Group [CS] * Time [posttest]	0.05	-0.50 – 0.60	0.861
Random Effects			
σ^2	1.07		

$\tau_{00 \text{ class}}$	0.02
ICC	0.02
N_{class}	6

En el siguiente paso del análisis, la inclusión de la triple interacción mejoró el ajuste del modelo ($\chi^2 p < 0.001$) Las estimaciones del modelo y los valores de p se muestran en la Tabla 40. Además, a diferencia de las tareas anteriores, esta vez el término de interacción triple sí alcanzó significación ($p < 0,05$). Exploramos las diferencias entre los grupos con las pruebas post-hoc planificadas (resumidas en la Figura 21), que revelaron que solo los niños/as del grupo de entrenamiento que asisten a escuelas de NSC bajo mejoraron el rendimiento (un aumento de $0,60 \pm 0,27$ SD, $p < 0,05$), mientras que los niños/as que participaron en el programa de estimulación pero asisten a escuelas de NSC alto no se beneficiaron de la intervención (una diferencia de $-0,44 \pm 0,30$, $p = 0,1$). Los niños/as del grupo AC no mejoraron el rendimiento en las escuelas de NSC bajo ($-0,07 \pm 0,17$, $p = 0,6$), pero los niños/as del grupo AC de las escuelas con SCL alto sí lo hicieron, aunque ligeramente ($0,29 \pm 0,23$ SD, $p < 0,05$). En conjunto, estos resultados sugieren que para el control inhibitorio, las características socioeconómicas de la escuela modulan la efectividad del programa.

Tabla 40. Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en control inhibitorio con la t interacción entre grupo y triple interacción entre grupo, tiempo de Medida y NSC como predictores.

Inhibitory control (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.71	-1.32 – -0.11	0.021
Age_c	0.26	-0.11 – 0.63	0.166
SchoolSCL [High]	0.61	0.01 – 1.21	0.048
Group [CS]	-0.38	-0.86 – 0.10	0.122
Time [posttest]	-0.01	-0.48 – 0.47	0.969
SchoolSCL [High] * Group [CS]	0.68	-0.11 – 1.47	0.091
SchoolSCL [High] * Time [posttest]	0.28	-0.50 – 1.06	0.476
Group [CS] * Time [posttest]	0.61	-0.10 – 1.31	0.091
(SchoolSCL [High] * Group [CS]) * Time [posttest]	-1.32	-2.43 – -0.22	0.019
Random Effects			
σ^2	1.05		
$\tau_{00 \text{ class}}$	0.02		
ICC	0.02		
N_{class}	6		

Observations	221
Marginal R ² / Conditional R ²	0.158 / 0.175

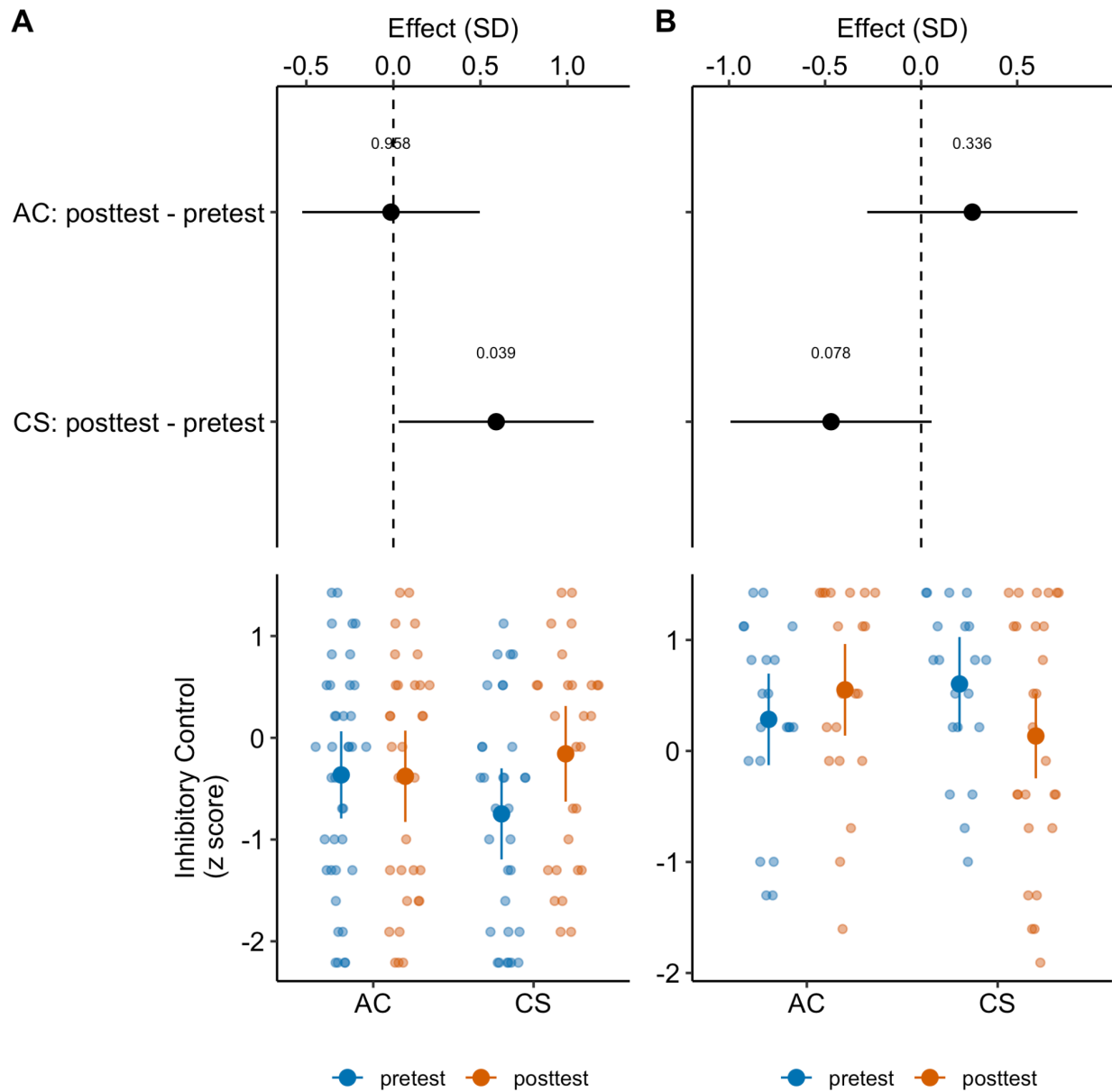


Figura 21. Efecto de la intervención sobre el control inhibitorio en escuelas de NSC bajo (panel A) y escuelas de NSC alto (panel B). Arriba: efectos simples (diferencia de medias) de la tasa de precisión en el bloque

incongruente de la tarea Flor-corazón (puntaje z) para el grupo Control Activo (AC) y Estimulación Cognitiva (CS). Las barras son intervalos de confianza del 95% de los efectos. Se muestran los valores p del modelo multinivel. Abajo: medias modeladas, barras de error que representan los intervalos de confianza del 95 % y los valores de respuesta individual ajustados por el modelo, para cada grupo experimental (AC y CS) en la prueba previa (azul) y la prueba posterior (naranja).

Flexibilidad cognitiva

Una vez más empleamos la proporción de aciertos en el bloque mixto de la tarea Flor-corazón como medida de flexibilidad cognitiva. Siguiendo el mismo plan de análisis, presentamos primero los resultados para el modelo con la doble interacción (Tabla 41). De manera similar a lo que observamos para el bloque incongruente, el único término estadísticamente significativo en el modelo fue el NSC escolar, lo que indica que las y los niños que asisten a escuelas de NSC bajo se desempeñan por debajo de las y los niños en escuelas de NSC alto (0.19 ± 0.06 SD por debajo de la media en escuelas de NSC bajo vs. 0.41 ± 0.06 SD por encima de la media en escuelas de NSC alto, $t = -4,7411$, $df = 77,029$, $p < 0,001$). Las comparaciones post-hoc revelaron que la proporción de respuestas correctas antes y después de la intervención para los grupos AC y CS fue similar (tamaños del efecto de $0,08 \pm 0,12$ SD, $p=0,7$ y $0,02 \pm 0,13$, $p=0,9$ respectivamente). En resumen, la intervención con Mate Marote no es efectiva en el conjunto de las escuelas.

Tabla 41. *Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en flexibilidad cognitiva con el nivel sociocultural escolar y la doble interacción entre grupo y tiempo de medida como predictores.*

Cognitive flexibility (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.21	-0.58 – 0.16	0.266
Age_c	0.07	-0.17 – 0.30	0.583
SchoolSCL [High]	0.41	0.15 – 0.66	0.002

Cognitive flexibility (z)			
Group [CS]	0.02	-0.22 – 0.26	0.870
Time [posttest]	0.08	-0.16 – 0.32	0.523
Group [CS] * Time [posttest]	-0.06	-0.40 – 0.29	0.746
Random Effects			
σ^2	0.42		
$\tau_{00 \text{ class}}$	0.01		
ICC	0.02		
N_{class}	6		

Luego, ejecutamos el modelo que incluye la modulación por el NSC de la escuela y analizamos el modelo con las mismas comparaciones planificadas (las estimaciones y los valores de p se presentan en la Tabla 42). La introducción del término de interacción triple mejoró el ajuste (χ^2 $p < 0.05$), lo que sugiere que el nivel socioeconómico de la escuela podría modular el efecto de la intervención, incluso si el término de interacción triple en el modelo no es estadísticamente significativo. De hecho, el análisis post hoc mostró que en la prueba posterior al tratamiento, solo se detectó una mejora en el rendimiento para los niños del grupo CS en escuelas de bajo nivel socioeconómico (una mejora de 0.50 ± 0.18 DE, $p < 0.05$ en escuelas de bajo nivel socioeconómico frente a -0.21 ± 0.20 DE, $p = 0.3$ en escuelas de alto nivel socioeconómico). Los niños del grupo AC no mejoraron su rendimiento en ningún tipo de escuela (0.21 ± 0.16 DE, $p = 0.4$ y 0.07 ± 0.20 DE, $p = 0.5$ en escuelas de bajo y alto nivel socioeconómico, respectivamente). En conjunto, estos resultados sugieren que las mejoras en la flexibilidad cognitiva sólo se lograron en entornos socioeconómicos bajos (Figura 22).

Tabla 42. Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en flexibilidad cognitiva con la triple interacción entre grupo, tiempo de medida y NSC escolar como predictores.

Cognitive flexibility (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.24	-0.63 – 0.15	0.219
Age_c	0.07	-0.16 – 0.31	0.531
SchoolSCL [High]	0.46	0.07 – 0.85	0.020
Group [CS]	-0.09	-0.39 – 0.22	0.589
Time [posttest]	0.15	-0.15 – 0.45	0.315
SchoolSCL [High] * Group [CS]	0.26	-0.25 – 0.76	0.317
SchoolSCL [High] * Time [posttest]	-0.20	-0.69 – 0.29	0.425
Group [CS] * Time [posttest]	0.09	-0.36 – 0.54	0.687
(SchoolSCL [High] * Group [CS]) * Time [posttest]	-0.32	-1.02 – 0.38	0.374
Random Effects			
σ^2	0.42		
$\tau_{00 \text{ class}}$	0.01		
ICC	0.03		

N_{class}	6
Observations	218
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.112 / 0.136

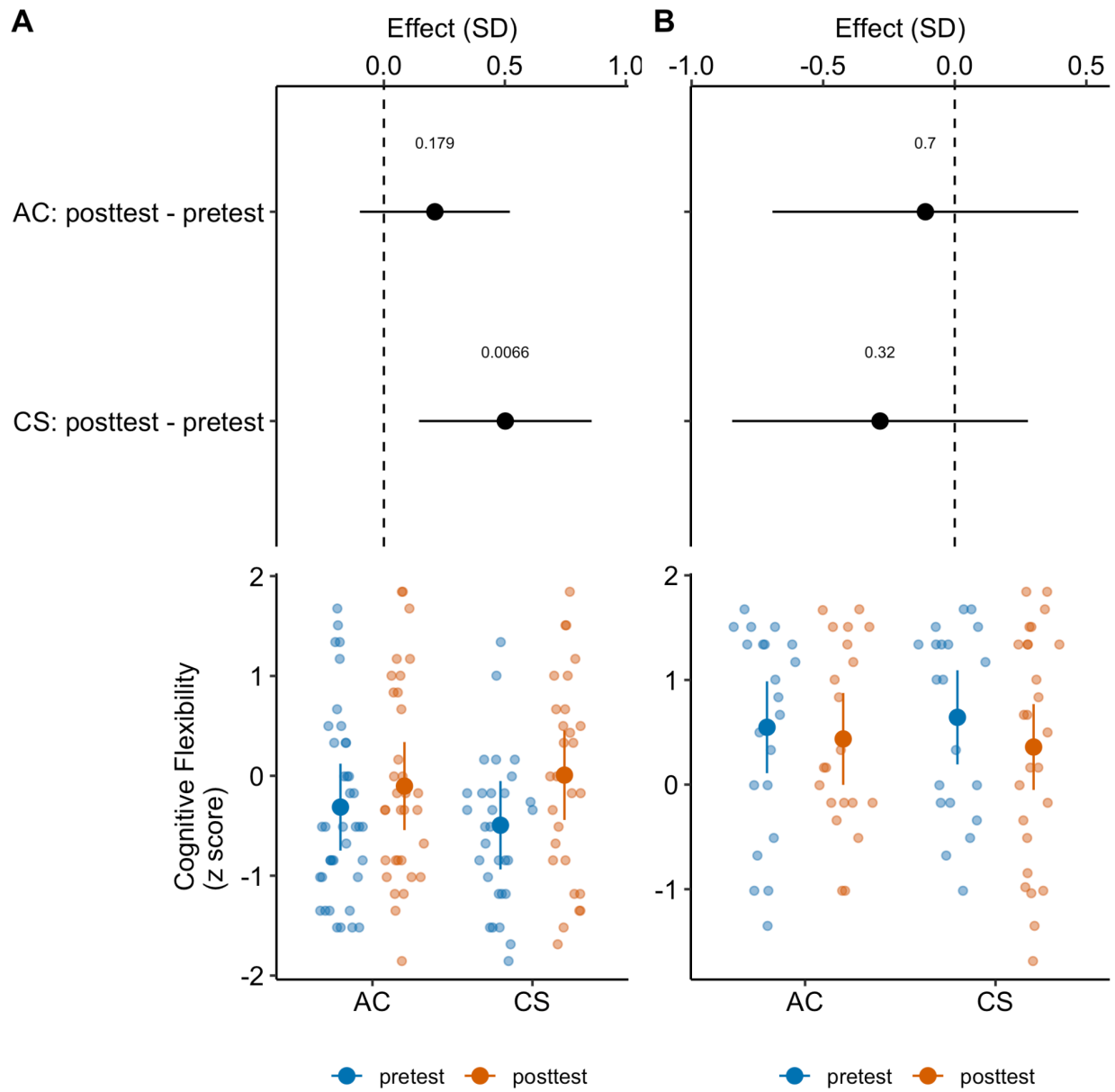


Figura 22. Efecto de la intervención sobre la flexibilidad cognitiva en escuelas de NSC bajo (panel A) y escuelas de NSC alto (panel B). Arriba: efectos simples (diferencia de medias) de la tasa de precisión en el

bloque mixto de la tarea Flor-corazón (puntaje z) para el grupo Control Activo (AC) y Estimulación Cognitiva (CS). Las barras son intervalos de confianza del 95% de los efectos. Se muestran los valores p del modelo multinivel. Abajo: medias modeladas, barras de error que representan los intervalos de confianza del 95 % y los valores de respuesta individual ajustados por el modelo, para cada grupo experimental (AC y CS) en la prueba previa (azul) y la prueba posterior (naranja).

Planificación

Nuestro programa de estimulación cognitiva no incluía juegos dirigidos a estimular habilidades de planificación. Sin embargo, según Miyake et. al (2000) y la propuesta de Diamond (2013), las FEs superiores, como la planificación, se basan en las FEs básicas. Para evaluar si la mejora en las FEs básicas obtenida a través del programa de estimulación impacta en la FEs de orden superior, incluimos una medida de planificación. Seguimos el mismo procedimiento descrito para las tareas anteriores con datos de 112 niños/as. En el modelo con doble interacción, ninguno de los efectos principales (tiempo de medición ni asignación de grupo) fue significativo, tampoco el término de interacción ($p=0.9$). Las estimaciones del modelo y los valores de p se muestran en la Tabla 43. Corrimos el comparaciones planificadas post-hoc para evaluar posibles diferencias entre grupos: no encontramos diferencias significativas en el rendimiento antes y después de la intervención para el grupo AC (diferencia post-pretest= $-0,05 \pm 0,20$ SD, $p=0,8$) ni el grupo CS (post -diferencia pretest = $-0.01, \pm 0.02$ SD, $p=0.9$), estos resultados se muestran en la Figura 23. El análisis del modelo con la triple interacción confirmó estos resultados, pues no se observaron diferencias tampoco en los tamaños del efecto para los grupos que jugaron a Mate Marote en ningún grupo de escuelas. Este conjunto de hallazgos sugiere que nuestra breve intervención no modificó esta FE no entrenada.

El desglose de los valores descriptivos de todas las variables usadas a lo largo de este capítulo se presentan en la tabla 44.

Tabla 43. *Parámetros del modelo para predecir el rendimiento en planificación con el nivel sociocultural escolar y la doble interacción entre grupo y tiempo de medida como predictores.*

Planning (z)			
<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	-0.46	-1.17 – 0.24	0.197
Age_c	0.06	-0.31 – 0.44	0.740
SchoolSCL [High]	1.06	0.35 – 1.76	0.004
Group [CS]	-0.04	-0.44 – 0.35	0.826
Time [posttest]	-0.06	-0.45 – 0.34	0.786
Group [CS] * Time [posttest]	0.04	-0.50 – 0.59	0.875
Random Effects			
σ^2	0.78		
$\tau_{00 \text{ class}}$	0.15		
ICC	0.16		
N_{class}	6		
Observations	166		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.233 / 0.353		

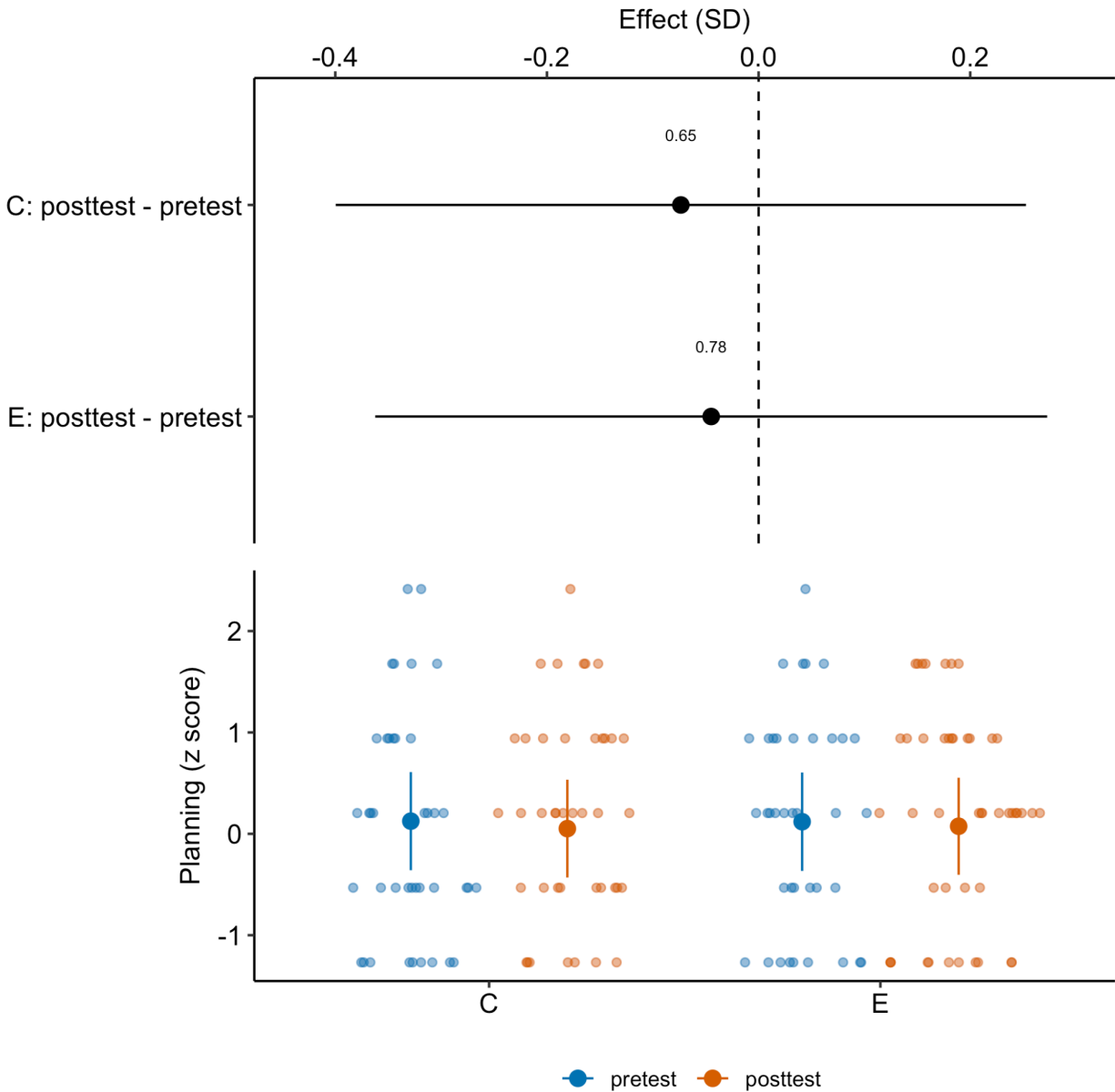


Figura 23. Efecto de la intervención sobre la planificación en escuelas de NSC bajo (panel A) y escuelas de NSC alto (panel B). Arriba: efectos simples (diferencia de medias) en el desempeño en la tarea Torre de Londres (puntaje z) para el grupo Control Activo (AC) y Estimulación Cognitiva (CS). Las barras son intervalos de confianza del 95% de los efectos. Se muestran los valores p del modelo multinivel. Abajo: medias modeladas, barras de error que representan los intervalos de confianza del 95 % y los valores de respuesta individual ajustados por el modelo, para cada grupo experimental (AC y CS) en la prueba previa (azul) y la prueba posterior (naranja).

Tabla 44. Estadística descriptiva para las variables entradas en los modelos

	AC		CS	
	pre ¹	post ¹	pre ¹	post ¹
Corsi_span	2.13 (1.13)	2.12 (1.22)	1.79 (0.91)	2.39 (1.16)
Inc_block	0.57 (0.29)	0.60 (0.32)	0.54 (0.32)	0.60 (0.30)
Mix_block	0.54 (0.25)	0.57 (0.24)	0.52 (0.25)	0.59 (0.26)
ToL	2.78 (1.48)	2.98 (1.37)	2.89 (1.43)	2.98 (1.38)
ToNI	9.72 (4.94)	10.05 (4.46)	9.75 (5.42)	12.30 (6.82)

¹ Mean (SD)

AC: active control

CS: cognitive stimulation

Corsi_span: max amount of items remembered,

Inc_block: Percentage of correct answers in the incongruent block of the Flowers and Hearts like test,

Mix_block: Percentage of correct answers in the mixed block of the Flowers and Hearts like test,

ToL: max amount of movements correctly solved,

ToNI: total score in the Test of Nonverbal Intelligence

Comportamiento en el aula

Los cuestionarios BRIEF-P completados por las maestras durante la línea de base y después de la intervención se emplearon para evaluar el funcionamiento ejecutivo en el entorno escolar. Se ingresó al análisis un total de 126 niños/as (75 niños/as de escuelas de NSC bajo). El BRIEF-P consta de 5 escalas clínicas (inhibición, memoria de trabajo, control emocional, cambio y

habilidades de planificación/organización), y 1 compuesto global denominado Global Executive Composite (GEC). Utilizamos las 5 escalas y el GEC para evaluar si nuestra intervención fue capaz de impactar en los comportamientos típicos cotidianos asociados con el funcionamiento ejecutivo. Comenzamos ejecutando los modelos con la doble interacción. Nuevamente, realizamos la misma serie de análisis post-hoc para seguir el mismo enfoque analítico que en todos los casos anteriores. Las medidas de BRIEF-P fueron similares antes y después de la intervención para los grupos AC y CS (todos los valores de $p > 0,05$). A continuación, procedimos a ejecutar los modelos con la interacción triple, pero nuevamente no logramos encontrar un efecto de la intervención al tener en cuenta el NSC escolar. De manera similar a la ausencia de transferencia a las habilidades de planificación, nuestros hallazgos sugieren que nuestra breve intervención no generó transferencia a los comportamientos ejecutivos del aula.

Discusión

Los niños y niñas que crecen en situación de pobreza tienden a presentar trayectorias educativas con más ausencias, discontinuidades, rezago y desafiliación que sus pares de contextos de mayor nivel socioeconómico, una situación que, en una sociedad donde la cantidad de educación está ligada a varios aspectos de bienestar, tiene consecuencias a largo plazo (Black et al., 2016; Chaudry & Wimer, 2016). Esta brecha en el rendimiento comienza desde edades tempranas, siendo ya detectable en educación inicial (Galindo & Sonnenschein, 2015; Reardon, 2013). Con esta situación en mente, se ha producido una proliferación muy necesaria de intervenciones que buscan fomentar el desarrollo de las FE, ya que se ha mostrado que éstas median el impacto del NSE en la preparación para la escolarización y las habilidades académicas (Fitzpatrick et al., 2014; Vitiello & Greenfield, 2017). Tanto las actividades mediadas por pantallas como las tradicionales han sido evaluadas y han funcionado como “prueba de concepto” de que las FE pueden estimularse durante la infancia (Diamond, 2012). Sin embargo, de todas las propuestas que surgen de la academia, sólo aquellas intervenciones que las educadoras puedan implementar de forma autónoma en sus salones de clase podrán efectivamente alcanzar a un número relevante de niñas y niños. La dinámica escolar es tan diferente de los entornos de laboratorio que surgen

varias preguntas al intentar transferir los programas de estimulación cognitiva a las aulas: i) ¿las intervenciones mejoran los procesos específicos incluso en el contexto más ruidoso de una escuela? ii) ¿las intervenciones se transfieren a aspectos más amplios relevantes para la educación? iii) ¿existen características institucionales que contribuyen a la efectividad (o ausencia) de un programa de estimulación? Es probable que para contestar estas preguntas, orientadas a incidir positivamente en la vida de los niños y niñas, sea necesario atravesar un proceso iterativo entre el conocimiento básico que se produce en los contextos de laboratorio (donde se pueden abordar preguntas fundamentales) y la implementación en escuelas (donde se puede evaluar la viabilidad y la eficacia de un programa).

Recientemente, Smid, Karabach y Steinbels (2020) argumentaron que aún carecemos de una comprensión integral de cómo, para quién y por qué cierto entrenamiento puede ser efectivo. Con el trabajo presentado en este capítulo, se buscó comenzar a arrojar algo de luz sobre estos temas: siguiendo varias de las recomendaciones metodológicas más recientes del área, mostramos que la promoción del funcionamiento ejecutivo en las escuelas es posible. También proporcionamos evidencia que sugiere que las características de la escuela modulan la efectividad de las intervenciones. En nuestro estudio, la memoria de trabajo y la estimulación del razonamiento funcionan para las y los niños que asisten a escuelas de NSC bajo y alto, mientras que el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva mejoran solo en las escuelas de NSC bajo.

Una posible explicación de las diferencias en la eficacia en las escuelas de nivel sociocultural alto y bajo puede residir en los diferentes niveles de desempeño inicial. Encontramos que para el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, las y los niños en escuelas de NSC alto superan a sus compañeros de escuelas de NSC bajo, de acuerdo con una gran cantidad de evidencia que subraya que la autorregulación y el control inhibitorio se encuentran entre las habilidades más afectadas en entornos de pobreza (Blair y Raver, 2016; Evans y Kim, 2013). Por el contrario, para la memoria de trabajo y el razonamiento, los niños y niñas alcanzaron niveles similares en todos los tipos de escuelas. En este sentido, nuestros resultados sugieren que hay más margen de

mejora en el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva en niños y niñas que asisten a escuelas de NSC bajo.

Nuestros resultados también aportan a la discusión sobre la transferencia cercana y lejana. Cabe señalar que los juegos empleados durante la fase de entrenamiento y las tareas utilizadas para la evaluación no comparten las mismas mecánicas, ni requieren de exactamente los mismos procesos cognitivos. En este sentido, nuestra intervención logró transferencia a aspectos no entrenados dentro del mismo proceso cognitivo, ampliamente considerados.

La posibilidad de transferencia lejana, es decir, a procesos no entrenados e incluso a resultados académicos o conductuales es un tema de acalorado debate (Cao et al., 2020; Kassai et al., 2019; Scionti et al., 2020). En un trabajo reciente, Smid y colaboradores (2020) proponen que debe existir un vínculo mecánico entre los aspectos de la cognición entrenados y no entrenados para que pueda ocurrir transferencia. El marco teórico propuesto por Diamond (2013), basado en los resultados empíricos presentados por Miyake y colaboradores (2000), postula que las FEs superiores, como la planificación, se basan en el reclutamiento de las FEs básicas. Bajo este enfoque, por lo tanto, uno esperaría una mejora en las FEs superiores si se constata una mejora en las FEs básicas. Las FEs básicas también se consideran los componentes básicos de las conductas complejas, en este sentido, también podrían actuar como ruta para una reducción de las conductas problemáticas para las dinámicas de clase. Sin embargo, en nuestro estudio no observamos transferencia lejana, al menos con los instrumentos que empleamos. El hecho de que nuestros resultados estén en conflicto con el resultado predicho por el marco teórico no necesariamente lo cuestiona; no podemos descartar que la duración de la intervención haya sido insuficiente, o que quizá sólo un subconjunto de niños y niñas mejoren sus habilidades de planificación (Smid et al., 2020). Nuevamente, realizando investigación en las escuelas será posible proporcionar evidencia sobre la intensidad necesaria para que una intervención logre ganancias más amplias y significativas.

Limitaciones y direcciones futuras

Finalmente, nos gustaría señalar algunas limitaciones de nuestro estudio. En primer lugar, sólo se incluyó una tarea por dominio; trabajos futuros se beneficiarían de la ampliación de la batería de pruebas utilizadas. En segundo lugar, nuestro estudio carece de una evaluación de seguimiento para proporcionar evidencia de qué tan estables son las ganancias observadas. En tercer lugar, la naturaleza integrada de nuestra intervención no nos permite diseccionar el mecanismo que impulsa las mejoras observadas en la cognición, es decir, no podemos aventurar si una actividad en particular logra dar cuenta de las ganancias observadas en un proceso cognitivo específico. Otra limitación importante es que, aunque realizamos la investigación en las escuelas, durante el horario de asistencia habitual, con todos los niños/as por grupo presentes en el aula al mismo tiempo, la intervención aún requirió el apoyo de los asistentes de investigación. En este sentido, reconocemos que la plataforma necesita incorporar mejoras en su usabilidad para ser implementada de manera autónoma por los docentes. Finalmente, una muestra de mayor tamaño permitiría correr modelos más complejos que, por ejemplo, incorporen una pendiente aleatoria además del intercepto aleatorio por niño/a. Cabe señalar que para memoria de trabajo, la pérdida de datos fue mayor en las escuelas de NSC bajo, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela.

Conclusiones

En suma, el tercer estudio de la tesis presenta evidencia de que una intervención breve con videojuegos, que emplea tecnología disponible en las escuelas y se implementa en las aulas, bajo la supervisión mixta de maestros y asistentes de investigación, fue efectiva. Los hallazgos presentados en este estudio tienen implicaciones potenciales para la inclusión de videojuegos dirigidos a las habilidades de EF, especialmente en entornos del mundo real.

Consideraciones finales

La relación entre desarrollo infantil y contexto socioeconómico es un tema ampliamente estudiado a nivel mundial, tanto porque existe una preocupación por comprender cómo crecer en hogares con distintos recursos influye en el desarrollo de múltiples aspectos de la cognición, como para generar insumos que informen a los tomadores de decisiones a nivel de políticas públicas. La línea argumental es que comprender cómo el contexto de desarrollo da forma a la cognición puede ser importante a la hora de proponer programas (en el seno de los centros educativos o de las familias) que intenten proveer oportunidades para estimular aquellos aspectos cognitivos y socioemocionales que por diversas razones no alcanzan el rendimiento necesario para transitar de la forma esperada por la educación formal actual. Este abordaje suele enfocarse en aquellas centros educativos, familias, niños y niñas que se agrupan bajo la etiqueta de “en condiciones de pobreza o de vulnerabilidad social”, no para estigmatizar o cosificar a esa población, sino por una genuina intención de aportar desde la academia conocimiento teórico y práctico que esté al servicio de la promoción de la justicia social. En este contexto, la presente tesis buscó generar conocimiento original acerca de la relación entre nivel socioeconómico, funciones ejecutivas, cómo evaluarlas y cómo promover su desarrollo en contextos de educación inicial.

Los tres estudios presentados en este documento aportan conocimiento original y novedoso en relación a cuestiones centrales del problema planteado en el párrafo anterior: i) aspectos metodológicos relevantes para la evaluación de las funciones ejecutivas, ii) la relación entre nivel socioeconómico del hogar, de los pares de aula, y el desarrollo de las funciones ejecutivas, y iii) la evaluación de un dispositivo de estimulación de dichas funciones, desplegado en contexto de aula.

En relación al primer punto, esta tesis muestra (hasta donde sabemos, por primera vez), que el nivel sociocultural de las escuelas influye en la evaluación del funcionamiento ejecutivo que realizan las maestras, y corroboran que las medidas directas y basadas en reportes de informantes

presentan correlaciones bajas a medias. Este hallazgo tiene implicaciones teóricas de relevancia para discusiones actuales en el área, en tanto cuestiona la conceptualización más aceptada de que el nivel conductual de las funciones ejecutivas surge únicamente de procesos cognitivos considerados de forma aislada. Por otro lado, tiene implicancias prácticas, pues muestra que las evaluaciones basadas en reportes de informantes pueden estar sujetos a una serie de sesgos que cuestionan la validez de los resultados obtenidos.

En relación al segundo punto, esta tesis contribuye a la caracterización de la relación nivel socioeconómico-funciones ejecutivas en nuestro país. Algunos aspectos de este trabajo confirman hallazgos que se replican a nivel mundial: tal asociación existe, pero la heterogeneidad en el desarrollo es enorme. Además, aporta insumos en un área emergente, la influencia de los pares en el desarrollo cognitivo. Aunque nuestros resultados no sorprenden, la interpretación de los mismos puede hacerse desde posturas teóricas, filosóficas y políticas divergentes (más sobre esto en los párrafos que siguen), que resultan en la construcción de la representación social de los niños y niñas que crecen en situaciones de pobreza completamente diferentes, y con consecuencias importantes para el sistema educativo.

Finalmente, el tercer estudio de esta tesis muestra que es posible diseñar dispositivos de estimulación cognitiva que contribuyan a promover el desarrollo del funcionamiento ejecutivo, independientemente del nivel socioeconómico de su hogar, en la dirección que favorece que los niños y niñas aprovechen más y mejor los espacios de educación formal. Mucho se puede reflexionar sobre la pertinencia de promover el desarrollo de habilidades cognitivas transversales para el aprendizaje en contextos escolares y sobre el diálogo entre investigación en psicología cognitiva y educación. Algunas reflexiones al respecto se plantean más adelante.

Para continuar, quisiera discutir la contribución de esta tesis en términos más amplios, haciendo referencia a la construcción de las representaciones de los sujetos en condiciones de pobreza que desde el campo de la psicología cognitiva del desarrollo se han elaborado (y recientemente cuestionado), aspectos filosófico-políticos implícitos en las interpretaciones de los resultados del

área, y sus consecuencias. Para ello, tomaré algunos ejemplos que provienen de estudios realizados en Estados Unidos e intentaré buscar paralelismos con los discursos que desde el ámbito de las políticas educativas se han plantado en nuestro país.

Para comenzar a contextualizar de forma más amplia las contribuciones de esta tesis, tomaré como punto de inicio el estudio clásico de Rosenthal y Jacobson. En el año 1968, esta dupla de investigador e investigadora publicaron “El efecto Pigmalión” (Rosenthal & Jacobson, 1968), un estudio en el que mostraban que las creencias de los educadores sobre el coeficiente intelectual de sus alumnos tenía efectos drásticos sobre el rendimiento posterior en pruebas de inteligencia. Al comienzo del estudio, los investigadores informaron a los maestros de educación primaria sobre el coeficiente intelectual (IQ) de sus estudiantes (pero no se trató de medidas reales, sino de unas asignadas aleatoriamente por los investigadores); al final del año escolar se evaluó el IQ de los estudiantes. El resultado fue drástico: los y las niñas que supuestamente tenían un IQ superior a la media terminaron realmente cumpliendo esa condición; de la misma forma, los niños y niñas que supuestamente tenían un IQ inferior a la media, finalmente produjeron menores puntajes en las pruebas de inteligencia. Las creencias de los docentes funcionaron como profecías autocumplidas, condicionando el rendimiento real de los y las estudiantes. Rosenthal y Jacobson denominaron a este fenómeno “Efecto Pigmalión” por el mito griego en el que un Rey consigue que una estatua esculpida por él, de la que se enamora por su enorme belleza, cobre vida volviendo así realidad un amor en principio inconsumable. Aunque el estudio recibió grandes críticas por su diseño, propició un alud de trabajos sobre la influencia que tiene las expectativas de los y las docentes sobre el rendimiento de sus estudiantes. Cincuenta y algo de años después, parecería que, en menor medida que la propuesta original, efectivamente las creencias de los docentes pueden llegar a tener una influencia muy grande sobre lo que niños y niñas realmente aprenden (Timmermans et al., 2018). Con más de medio siglo de estudios acumulados, también parecería que este efecto explica parcialmente la brecha de desempeño de los estudiantes que asisten a escuelas de barrios de menores ingresos. En otras palabras, el hecho que los y las docentes esperen menos de las infancias pobres en relación a sus pares de mayor nivel socioeconómico, es una de las (múltiples) razones por las que los y las alumnas de menores

ingresos alcanzan rendimientos escolares por debajo de sus pares coetáneos de mayor nivel socioeconómico. Por supuesto, se trata de un fenómeno heterogéneo; no todos los docentes tienen creencias negativas sobre los y las niñas que creen en contexto de pobreza. Por otro lado, parecería que los y las estudiantes de menores ingresos son más susceptibles a la influencia de las creencias de sus educadores. Estas dos fuerzas que se retroalimentan constituyen un bucle de reforzamiento negativo que puede llegar a consolidar tanto en los y las educadoras como en los y las niñas la noción de que los estudiantes de menores ingresos no son capaces de aprender.

De manera más reciente, el lenguaje empleado en los estudios sobre el impacto de la pobreza en el desarrollo infantil ha colaborado en la consolidación de una narrativa que construye niños y niñas deficitarios, que llegan a la escuela carentes, ya no solo de los conocimientos, sino de las capacidades necesarias para aprender. Un ejemplo notorio es el famoso trabajo de Betty Hart y Todd Risley (1995), en el que se estudió el desarrollo del lenguaje en niños y niñas muy pequeños de familias de distintos ingresos en Texas, Estados Unidos. En tal vez el hallazgo más citado de su estudio, Hart y Risley reportaron que los niños/as de tres años de las familias que reciben asistencia social presentaban un vocabulario de alrededor de 500 palabras, en comparación con los y las niñas de tres años de familias de NSE alto, que tenían vocabularios de más de 1000 palabras. Los autores extrapolan este dato y afirman que "para los 3 años de edad, los niños en familias profesionales han escuchado más de 30 millones de palabras, los niños de familias de clase trabajadora 20 millones, y los niños de familias que reciben asistencia social 10 millones" (Hart & Risley, 1995, p. 132). Pero tal vez el aspecto más dañino del trabajo de Hart y Risley es que el dato puntual que mencioné (que proviene de comparar 13 familias de NSE alto y 6 que reciben asistencia social) es acompañado de una serie de afirmaciones especulativas basadas en las concepciones de clase implícitas de los autores. Por ejemplo, para Hart y Risley el hecho que los padres y madres profesionales usen más frases reflexivas e indirectas reflejan "la cultura propia de los niveles socioeconómicos altos por el cuidado de la cortesía", y suponen una forma de prepararlos para participar en espacios que requieren pensamiento simbólico para la resolución analítica de problemas, mientras que el lenguaje directo e imperativo que observaron en las familias que reciben asistencia social es indicativo de una cultura preocupada por

mantener los hábitos establecidos, que privaría a las y los niños de esos hogares de adquirir herramientas para la realización de procesos de abstracción necesarios en la resolución de problemas. En ninguna parte del texto los autores imbuyen de características positivas o buenas intenciones a las familias de los hogares de menores recursos, no solo clasificando a esos niños y niñas como deficitarios, sino responsabilizando completamente a las familias por ello.

El trabajo de Hart y Risley, que ha sido tremendamente influyente -por ejemplo fue citado en discusiones sobre políticas educativas en el Senado de Estados Unidos- es un ejemplo de una narrativa, construida sobre datos, permeada por concepciones clasistas estigmatizantes. En nuestro país, Pablo Martinis ha analizado los discursos sobre la reforma educativa que comenzó en los años post dictatoriales (Martinis, 2006). No es sorprendente que encuentre una recapitulación de esa misma narrativa en nuestro parlamento, de forma casi textual. Por ejemplo, Martinis trae el texto tomado de una exposición del Director de la ANEP, Germán Rama, ante la Comisión de Educación y Cultura de la Cámara de Senadores:

“En nuestras familias de clase media educada, cuando un niño hace un ruido mientras estamos haciendo un trabajo, le decimos: “Juan, no me harías el favor de quedarte quieto un momento porque tengo que entregar este trabajo. Te prometo, si me ayudas, que después vamos a ir a jugar a la plaza”. En esta frase hay una incitación al razonamiento, se emplean tiempos condicionales, se concede una gratificación diferida –si ahora ayudas, tendrás tu recompensa– y se revela toda una estructura de pensamiento. En un sector popular, la expresión más simple es: “callate gurí de ...”, con la cual se expresa nada más que un imperativo. Éstos son los dos capitales culturales con los que los niños llegan a la escuela, por lo que el problema mayor de la equidad es otorgar a los hogares desfavorecidos un nivel mínimo, a fin de que lleguen en igualdad de condiciones, tal como lo establece la Constitución de la República, en respuesta a la organización política del país” (ANEP, 1995b:8)7 .

Cómo veremos más adelante, las narrativas sobre los y las niñas que crecen en situación de pobreza tienen consecuencias importantes. Pero antes de ello, es relevante explicitar que también los estudios sobre el desarrollo neurocognitivo de los niños y niñas que crecen en condiciones de

pobreza están atravesados por un lenguaje muy similar al discutido en los párrafos previos. Se trata de estudios que, aunque pueden ser muy sólidos desde el punto de vista del diseño y de la metodología, separan a los niños y niñas en dos grupos: el normativo -aquellos que provienen de clase media alta- y “los otros”, los niños y niñas de hogares pobres. Es innegable que en lo que refiere al desarrollo del lenguaje y de las funciones ejecutivas, esos “otros” suelen obtener puntuaciones inferiores a sus pares cuando son evaluados en contexto de laboratorio o con pruebas estandarizadas. Cómo nuestros propios resultados corroboran estos hallazgos, me parece imprescindible reflexionar sobre el lenguaje apropiado para comunicarlos, sobre la metodología empleada, sobre la interpretación de los mismos y las consecuencias de todo lo anterior.

Para comenzar, los resultados que presentamos en esta tesis reproducen los hallazgos típicos del área en los que los y las niñas de hogares de menores ingresos obtienen puntuaciones menores en las tareas empleadas para evaluar funciones ejecutivas. Queremos subrayar que también dan cuenta de una realidad en general invisibilizada por el lenguaje -textual y gráfico- que minimiza la heterogeneidad de los mismos, la gran variabilidad de rendimientos que se presentan en todos los niveles socioeconómicos. Es decir, existe una asociación entre el nivel socioeconómico del hogar y el desempeño en tareas cognitivas “frías”, pero de ninguna manera esa asociación es una relación unívoca para afirmaciones categóricas y perentorias que supongan condenas irremediables: en nuestros datos hay niños y niñas con rendimientos altos y descendidos en todos los niveles socioeconómicos. Así como la cantidad de realidades en un salón de clases son tantas como estudiantes, la cantidad de desenlaces posibles para cada uno de ellos es infinita. Es cierto que algunos son más probables que otros, como también es cierto que la escuela es un escenario privilegiado para aumentar las chances de “ganarle a la estadística”, de aportar herramientas que como, cómo una suerte de sujetamanos, faciliten y favorezcan ciertos recorridos sobre otros.

En relación a los aspectos metodológicos, queremos señalar que las evaluaciones típicas de laboratorio no recapitulan en absoluto las experiencias de vida de los niños y niñas que crecen en ambientes de escasos recursos económicos y/o muchas veces inestables. Las tareas empleadas en esta tesis y en la gran mayoría de los estudios del área no poseen significado o relevancia

contextual para ellos. Recientemente, esta limitante ha llevado a la creación de nuevos paradigmas experimentales que intentan tener mayor validez ecológica para evaluar el funcionamiento ejecutivo en niños y niñas cuyos contextos no son de clase media o media-alta. Se ha propuesto, por ejemplo, emplear estímulos visuales con valencia emocional en lugar de estímulos abstractos. También se han generado evaluaciones en las que se manipula la incertidumbre de la tarea, a través, por ejemplo, de hacer referencia a que algunos aspectos de la misma están vinculados al azar (una lotería o una tirada de dados). Aunque las comunicaciones usando este tipo de metodologías contextualizadas son aún relativamente pocas, los hallazgos han supuesto una cimbronazo para el área, pues han venido a mostrar que existen formas de evaluación en las que las niñas y niños de contextos de menores recursos económicos o contextos inestables obtienen puntuaciones tan altas, o mejores, que sus pares de contextos de mayores recursos.

En suma, aunque las evaluaciones tradicionales aportan datos valiosos para caracterizar la relación entre contexto, características personales y trayectorias educativas, los investigadores/as debemos ser sumamente cuidadosos en evitar un lenguaje cargado de valoraciones implícitas a la hora de presentar e interpretar esos resultados y reconocer las limitaciones metodológicas asociadas a los hallazgos.

Detengámonos ahora en cómo se interpretan los resultados que vinculan nivel socioeconómico y desarrollo cognitivo cuando los resultados se presentan 1) promediando los resultados de rendimientos en las tareas típicas de un grupo contra otro y 2) usando un lenguaje cargado de conceptos de clase implícitos. Tal como adelantábamos usando como ejemplo el trabajo de Hart y Risley, una de las consecuencias más peligrosas es que esas narrativas construyen niños y niñas deficitarios, que carecen de las habilidades necesarias para “ser escolarizados”, como si poseyeran un sistema cognitivo que “no está a la altura” de las demandas escolares. En este sentido, a partir del análisis de los documentos sobre la reforma educativa post-dictatorial en nuestro país que reproducen dichos discursos, Martinis propone la noción de “sujeto carente” -la del niño que carece de cultura y de condiciones para aprender- como la representación social que

educadores y gestores de la educación comparten sobre las infancias que crecen en condiciones de pobreza. Esta noción termina siendo de carácter profético, destinando al niño o niña de hogares pobres al fracaso escolar de forma irremediable, porque ese niño/a *no puede aprender y por lo tanto no se le puede enseñar*; una trampa conceptual que despoja a los y las educadoras de cualquier posibilidad de educar. No se trata desconocer que las trayectorias educativas están *asociadas* al contexto socioeconómico, sino de cómo se *conceptualiza* a las y los niños que provienen de contextos de bajos recursos económicos. Además, es pertinente recordar que las expectativas que los y las docentes tienen de sus estudiantes tiene consecuencias sobre los desempeños escolares. También en el norte se escuchan críticas a los discursos académicos que tienden a patologizar la pobreza. Por ejemplo, en un análisis crítico del trabajo de Hart y Risley, Curt Dudley-Marling y Krista Lucas (2009) adelantan que una de las consecuencias de este tipo de discurso sobre las infancias pobres es que implica que son los niños y las niñas quienes no están preparados para la escolarización, en contraposición a que son las instituciones educativas las que no están preparadas para recibir a niños y niñas de distintas características.

Finalmente, desde el enfoque de las capacidades de los economistas Sen y Nussbaum (Nussbaum, 2003; Sen, 1993) se presenta el concepto de preferencias adaptativas, que plantea que las personas adaptan (de forma no consciente) sus deseos a aquellos que están a su alcance, para evitar así la frustración de desear lo inalcanzable. Es un enfoque que se ha empleado mucho para pensar políticas sociales orientadas a la población más vulnerada. En nuestro país, el grupo de Desigualdad y Pobreza del Instituto de Economía de Facultad de Economía, y el grupo interdisciplinario Economía, Justicia y Ética han hecho aportes teóricos y empíricos sobre la existencia de preferencias adaptativas en varias áreas. De particular importancia para continuar contextualizando esta tesis es un trabajo preliminar de Salas y Vigorito (sin fecha) en el que muestran que las aspiraciones que tienen padres, madres y los propios niños y niñas en relación a sus posibilidades educativas. Los resultados sugieren que padres y madres ajustan sus expectativas principalmente en función de su grupo de referencia. Pero, mientras que para los padres de mayor nivel educativo la trayectoria de las y los niños no afecta sus aspiraciones, lo contrario ocurre para los padres de menor nivel educativo: si un niño muestra un desempeño

descendido, entonces sus padres ajustan sus expectativas a la baja. Podríamos estar entonces ante un cocktail dinamizador de esperanzas: si los educadores no creen en la capacidad de los y las alumnas, y si los padres no esperan mucho de sus hijos e hijas, pues claramente es posible que los niños y niñas no esperen nada de sí mismos. ¿Con qué entusiasmo transitan estas niñas y niños por la escuela? ¿Qué futuro pueden imaginar para sí mismos? Aunque el estudio de Salas y Vigorito analiza datos de niños y niñas en la etapa escolar, es posible que las expectativas en torno al rendimiento escolar de los niños y niñas se comiencen a formar más temprano.

Resulta de la argumentación previa que la concepción de niño o niña como sujeto incapaz de aprender impide el acto educativo y genera además profecías autocumplidas sobre desempeños inadecuados tanto en educadoras como en estudiantes, y quizás también en los padres y madres. Resulta entonces que desmontar la lógica que se sostiene en esa narrativa es imperativo.

¿Cómo comenzamos el proceso de deconstrucción del concepto de niño pobre carente?

Martinis propone apelar a la noción de igualdad, retomar la idea de que todos los niños y niñas poseen la misma inteligencia y por lo tanto son iguales ante el sistema educativo (Martinis, 2006). La igualdad como antídoto a la profecía del fracaso de los sujetos carentes. Aunque intuyo el concepto subyacente a la propuesta, creo que así planteado también supone un problema, y uno peligroso. Para abordar este punto, pongamos en discusión la relación entre cognición y pobreza.

Para comenzar, las teorías contemporáneas de las Ciencias del Desarrollo en general y de las Psicología Cognitiva del Desarrollo en particular, reconocen que los ambientes caracterizados por la escasez e inestabilidad de recursos no son espacios vacíos, espacios sin estímulos. No se trata de desconocer la injusticia social, ni de pretender que la situación de pobreza no supone una violación continua de los derechos y necesidades básicas, sino de reconocer que los hogares en situación de pobreza presentan una serie de características propias que los distinguen de los hogares de más estabilidad y mayores recursos económicos. Además, como el desarrollo es

irrefutablemente un proceso de ida y vuelta entre la persona y el contexto, esas peculiaridades contextuales participan en la construcción de un sistema cognitivo adaptado para navegar de la forma más eficiente las características de su entorno. Podríamos entonces decir que los niños y niñas que crecen en condiciones de pobreza *no solo no carecen de herramientas, sino que desarrollan justamente las necesarias para afrontar las características de sus entornos*. Los niños y niñas que crecen en situación de pobreza poseen un sistema cognitivo adaptado a sus circunstancias, que pueden ser radicalmente distintas a las de los entornos formales de educación. En otras palabras, si las circunstancias familiares son heterogéneas, también lo serán los recursos cognitivos de los niños y niñas. Por ejemplo, los niños y niñas que crecen en entornos inestables pueden desarrollar un perfil de hipervigilancia asociado a un patrón de respuestas rápidas que les permite acomodarse velozmente a circunstancias cambiantes, y una memoria de trabajo que permite el reemplazo rápido de su contenido. De hecho, los entornos estresantes (sean pobres o no, pues existen situaciones dramáticas y de hiperestimulación en todos los estratos sociales) producen la activación de sistemas fisiológicos de respuesta al estrés en todos los individuos (no solo en la infancia; padres, madres y educadores/as, también sufren las consecuencias del estrés), propiciando formas de funcionamiento que van en detrimento de otras más reflexiva. Consecuentemente, en estas circunstancias suele ser difícil regular las emociones y la conducta.

Retomando la noción de *igualdad* que plantea Martinis, todos los niños y niñas son iguales en tanto poseen un sistema cognitivo que se adapta al entorno y les permite conocer, interpretar y responder a su contexto (eso es lo que intuyo este autor denomina *igualdad de la inteligencia*); pero con características bien diferentes. Negar esas diferencias es renunciar a ver a los niños y niñas en todas sus dimensiones, al tiempo que oblitera la posibilidad de que el sistema educativo tenga un rol activo en pensarse a sí mismo, en cómo prepararse para recibir, valorar y apoyarse en la diversidad de perfiles cognitivos de niños y niñas. Como señalé en los párrafos previos, los resultados que presentamos en esta tesis apuntan a un perfil más impulsivo en niños y niñas que crecen en situaciones de estrés. Pero también mostramos que con intervenciones oportunas, es posible promover la aparición de un perfil con más capacidad de control sobre los impulsos.

Surgen entonces dos posibles formas de recibir a estas niñas y niños en las aulas: reconfigurando actividades para aprovechar ese perfil impulsivo, y fomentando de forma explícita el desarrollo de las habilidades autorregulatorias en el salón de clase. Estas posibilidades no son excluyentes, pero requieren repensar las dinámicas de aula.

No queda duda que habitar y transitar por los espacios de educación formal tal cual los conocemos requiere de una serie de habilidades que no necesariamente se desarrollan de igual manera en todos los hogares, que dotan a los niños y niñas de las herramientas necesarias para crecer en sus propios contextos. Y aunque las prácticas de crianza pueden favorecer en mayor o menor medida la adquisición de las habilidades necesarias para aprender en contextos formales como los escolares, situar en las familias o en las escuelas la principal fuente de enseñanza de dichas habilidades supone formas radicalmente distintas de aproximarse al problema. Las funciones ejecutivas, tema central de esta tesis, son parte de las habilidades transversales necesarias para incorporarse a las aulas tal como las conocemos, sin embargo, su desarrollo no suele tenerse presente, ni fomentarse de forma específica, durante las jornadas escolares. El dispositivo de trabajo en el aula que desplegamos tiene ventajas y desventajas, no obstante, es solo una posibilidad de las muchas que ya se han propuesto en el mundo, e incluso en nuestro país, para estimular el desarrollo de las funciones ejecutivas. Aunque el trabajo mediado por actividades en tabletas es relativamente económico y fácil de escalar, requiere que las educadoras se apropien de una herramienta que les resulta ajena, y que además puede verse como dissociada de otras actividades del aula. La tecnología como herramienta de asistencia a los procesos de enseñanza-aprendizaje no carece de dificultades, especialmente en aulas de nivel inicial y de contexto crítico. No queremos además ser demasiado optimistas con nuestros propios resultados, pues una limitante importante de nuestro trabajo es que no estudiamos cómo repercute el programa de intervención sobre el desempeño escolar posterior. Más sí quisiera dejar planteado que varias propuestas con respaldo académico en varios países del mundo, incluyendo países latinoamericanos, y que adquieren la dimensión de currículas específicas para nivel inicial llevadas adelante por las propias docentes, han sido evaluados con resultados muy promisorios.

En función de todo esto, parece necesario incorporar una visión contemporánea del desarrollo cognitivo a la formación docente, una que incorpore las nociones de trayectorias diversas, maleables, con fortalezas y debilidades que no son absolutas sino relativas al entorno donde se despliegan. No obstante, el nuevo marco curricular de educación inicial y los nuevos programas asociados a la Transformación Educativa (al menos los disponibles en el sitio web de la ANEP a la fecha de escritura de esta tesis) no incorporan el marco teórico ni los conceptos presentados aquí, ni las posibles formas de articularlos en propuestas educativas concretas. La posibilidad de hacerlo requiere vocación de diálogo interdisciplinar, la reconfiguración de nociones profundamente enraizadas, e investigación que convoque a instituciones educativas y académicos de formaciones diversas. Esperamos que esta tesis sea una excusa para todo ello.

Referencias

- Anderson, P. (2003). Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- ANEP-CODICEN (2016), Relevamiento de características socioculturales de las escuelas públicas del Consejo de Educación Primaria 2015, ANEP, Montevideo.
- Arnsten, A. F. T. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410-422. <https://doi.org/10.1038/nrn2648>
- Aron, A. R. (2014). *The Neural Basis of Inhibition in Cognitive Control*. June. <https://doi.org/10.1177/1073858407299288>
- Baddeley, A. (2003). *WORKING MEMORY : LOOKING BACK AND LOOKING FORWARD*. 4(October). <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485-493. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Bailey, C. E. (2007). Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1118, 122-141. <https://doi.org/10.1196/annals.1412.011>
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- Barg, G., Daleiro, M., Queirolo, E. I., Ravenscroft, J., Mañay, N., Peregalli, F., & Kordas, K. (2018). Association of low lead levels with behavioral problems and executive function

- deficits in schoolers from Montevideo, Uruguay. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2735.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), Article 1.
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of experimental psychology*, 38(4), 404.
- Bjorklund, D. F., & Causey, K. B. (2017). *Children's Thinking Cognitive Development and Individual Differences* (Sixth edition). Sage.
- 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). Educating Executive Function. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, 8(1-2), 10.1002/wcs.1403. <https://doi.org/10.1002/wcs.1403>
- Blair, C., & Ku, S. (2022). A Hierarchical Integrated Model of Self-Regulation. *Frontiers in Psychology*, 13, 725828. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.725828>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2012). Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67(4), 309-318.
<https://doi.org/10.1037/a0027493>
- Blair, C., Raver, C. C., & Willoughby, M. (2013). Poverty as a predictor of 4-year-olds' executive function: New perspectives on models of differential susceptibility. *Developmental Psychology*, 49(2), 292-304. <https://doi.org/10.1037/a0028343>.Poverty

- Blair, C., & Razza, R. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Source: Child Development Child Development*, 78(2), 647-663.
- Blakemore, S.-J., Dahl, R., Frith, U., & Pine, D. (2011). Developmental cognitive neuroscience. *Developmental cognitive neuroscience*, 1, 3-6. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2010.08.003>
- Bornstein, M. H., Tamis-lemonda, C. S., Hahn, C., & Haynes, O. M. (2008). *Maternal Responsiveness to Young Children at Three Ages: Longitudinal Analysis of a Multidimensional , Modular , and Specific Parenting Construct*. 44(3), 867-874. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.3.867>
- Borras, V., Cabella, W., Carrasco, P., De los Campos, H., Koolhaas, M., Macadar, D., Nathan, M., Nuñez, S., Pardo, I., Tenenbaum, M., & Varlea, C. (2013). Las Necesidades Básicas Insatisfechas a partir de los Censos 2011. En J. Calvo (Ed.), *Atlas Sociodemográfico y de la Desigualdad en el Uruguay*. Trilce. https://www.ine.gub.uy/documents/10181/34017/Atlas_fasciculo_1_NBI_versionrevisada.pdf/57ea17f9-3fd9-4306-b9ca-948abc7fab73
- Boy, F., Husain, M., & Sumner, P. (2010). Unconscious inhibition separates two forms of cognitive control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(24), 11134-11139. <https://doi.org/10.1073/pnas.1001925107>
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). SOCIOECONOMIC S TATUS AND CHILD DEVELOPMENT. *Annual review of psychology*, 53, 371-399.
- Brody, G. H., Yu, T., Chen, Y., Kogan, S. M., Evans, G. W., Beach, S. R. H., Windle, M., Simons, R. L., Gerrard, M., Gibbons, F. X., & Philibert, R. A. (2013). Cumulative

- Socioeconomic Status Risk, Allostatic Load, and Adjustment: A Prospective Latent Profile Analysis With Contextual and Genetic Protective Factors. *Developmental psychology*, 49(5), 913-927. <https://doi.org/10.1037/a0028847>
- Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological models of human development. *Readings on the development of children*, 3, 37-43.
<http://www.psy.cmu.edu/~siegler/35bronfenbrenner94.pdf>
- Bruner, J. S. (2006). GOING BEYOND THE INFORMATION GIVEN. En *In Search of Pedagogy Volume I*. Routledge.
- Burrage, M. S., Ponitz, C. C., McCready, E. A., Shah, P., Sims, B. C., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2008). Age- and schooling related effects on executive functions in young children: A natural experiment. *Child Neuropsychology*, 14(January 2015), 510-524. <https://doi.org/10.1080/09297040701756917>
- Butterworth, P., Cherbuin, N., Sachdev, P., & Anstey, K. J. (2012). The association between financial hardship and amygdala and hippocampal volumes: Results from the PATH through life project. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(5), 548-556.
<https://doi.org/10.1093/scan/nsr027>
- Cabella, W., De Rosa, M., Failache, E., Fitermann, P., Katzkowics, N., Medina, M., Mila, J., Nathan, M., Nocetto, A., Pardo, I., Perazzo, I., Salas, G., Salmentón, M. C., Severi, C., & Vigorito, A. (2015). *Salud, nutrición y desarrollo en la primera infancia en Uruguay*. Instituto Nacional de Estadística.
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers in Psychology*, 9.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00401>

Cieslik, E. C., Mueller, V. I., Eickhoff, C. R., Langner, R., & Eickhoff, S. B. (2015). Three key regions for supervisory attentional control: Evidence from neuroimaging meta-analyses. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *0*, 22-34.

<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.11.003>.Three

Coleman, T. E., & Money, A. G. (2020). Student-centred digital game-based learning: A conceptual framework and survey of the state of the art. *Higher Education*, *79*(3), 415-457. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00417-0>

Conner, A., Singletary, L. M., Smith, R. C., Wagner, P. A., & Francisco, R. T. (2014). Identifying Kinds of Reasoning in Collective Argumentation. *Mathematical Thinking and Learning*, *16*(3), 181-200. <https://doi.org/10.1080/10986065.2014.921131>

Cowan, N. (2016). Working Memory Maturation: Can We Get at the Essence of Cognitive Growth? *Perspectives on Psychological Science*, *11*(2), 239-264.

<https://doi.org/10.1177/1745691615621279>

Cragg, L., Keeble, S., Richardson, S., Roome, H. E., & Gilmore, C. (2017). Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition*, *162*, 12-26.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.014>

Croizet, J.-C., & Dutrévis, M. (2004). Socioeconomic Status and Intelligence: Why Test Scores Do Not Equal Merit. *Journal of Poverty*, *8*, 91-107.

https://doi.org/10.1300/J134v08n03_05

D'Angiulli, A., Herdman, A., Stapells, D., & Hertzman, C. (2008). Children's event-related potentials of auditory selective attention vary with their socioeconomic status.

- Neuropsychology*, 22(3), 293-300. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.22.3.293>
- D'angiulli, A., Van Roon, P. M., Weinberg, J., Oberlander, T., Grunau, R., Hertzman, C., & Maggi, S. (2012). Frontal EEG/ERP correlates of attentional processes, cortisol and motivational states in adolescents from lower and higher socioeconomic status. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00306>
- Delgado, H., & Nin, V. (2022). Una mirada psicobiológica de la autorregulación. Perspectivas e implicancias. En V. Nin & J.C. Valle Lisboa (Eds): *Aportes de las Ciencias Cognitivas a la Educación*. ISBN 978-9974-0-1893-8. Aceptado para publicación.
- De Van, V., & Csapó, B. (2022). Measuring inductive reasoning in school contexts: A review of instruments and predictors. *International Journal of Innovation and Learning*, 31, 506-525. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2022.10046982>
- Desai, G., Barg, G., Vahter, M., Queirolo, E. I., Peregalli, F., Mañay, N., ... & Kordas, K. (2020). Executive functions in school children from Montevideo, Uruguay and their associations with concurrent low-level arsenic exposure. *Environment international*, 142, 105883.
- de Wilde, A., Koot, H. M., & van Lier, P. A. C. (2016). Developmental Links Between Children's Working Memory and their Social Relations with Teachers and Peers in the Early School Years. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 44(1), 19-30. <https://doi.org/10.1007/s10802-015-0053-4>
- Désert, M., Préaux, M., & Jund, R. (2009). So young and already victims of stereotype threat: Socio-economic status and performance of 6 to 9 years old children on Raven's progressive matrices. *European Journal of Psychology of Education*, 24(2), 207-218. <https://doi.org/10.1007/BF03173012>

- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, *64*, 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>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *18*, 34-48.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Doebel, S. (2020). Rethinking Executive Function and Its Development. *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, *15*(4), 942-956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>
- Doebel, S., & Munakata, Y. (2018). Group Influences on Engaging Self-Control: Children Delay Gratification and Value It More When Their In-Group Delays and Their Out-Group Doesn't. *Psychological Science*, *29*(5), 738-748.
<https://doi.org/10.1177/0956797617747367>
- Dudley-Marling, C., & Lucas, K. (2009). Pathologizing the Language and Culture of Poor Children. *Language Arts*, *86*(5), 362–370. <http://www.jstor.org/stable/41483561>
- Ellis, B. J., Abrams, L. S., Masten, A. S., Sternberg, R. J., Tottenham, N., & Frankenhuis, W. E. (2022). Hidden talents in harsh environments. *Development and Psychopathology*, *34*(1), 95-113. <https://doi.org/10.1017/S0954579420000887>
- Ellis, B. J., Figueredo, A. J., Brumbach, B. H., & Schlomer, G. L. (2009). Fundamental

- dimensions of environmental risk: The impact of harsh versus unpredictable environments on the evolution and development of life history strategies. *Human Nature*, 20, 204-268.
- Ellis, B. J., Sheridan, M. A., Belsky, J., & McLaughlin, K. A. (2022). Why and how does early adversity influence development? Toward an integrated model of dimensions of environmental experience. *Development and Psychopathology*, 34(2), 447-471.
- Evans, G. W., & Kim, P. (2013). Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child development perspectives*, 7(1), 43-48. <https://doi.org/10.1111/cdep.12013>
- Evans, G., Li, D., & Whipple, S. S. (2013). Cumulative risk and child development. *Psychological Bulletin*, 139(6), 1342-1396. <https://doi.org/10.1037/a0031808>
- Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning*. Psychology Press. https://books.google.com.uy/books/about/Rationality_and_Reasoning.html?id=nml1dP97fTAC&redir_esc=y
- Farah, M. J. (2017). The Neuroscience of Socioeconomic Status: Correlates, Causes, and Consequences. *Neuron*, 96(1), 56-71. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.08.034>
- Fay-Stammach, T., Hawes, D., & Meredith, P. (2014). Parenting Influences on Executive Function in Early Childhood: A Review. *Child Development Perspectives*, 8. <https://doi.org/10.1111/cdep.12095>
- Felitti, V. J., Anda, R. F., Nordenberg, D., Williamson, D. F., Spitz, A. M., Edwards, V., Koss, M. P., & Marks, J. S. (1998). Relationship of childhood abuse and household dysfunction to many of the leading causes of death in adults. The Adverse Childhood Experiences (ACE) Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 14(4), 245-258.

[https://doi.org/10.1016/s0749-3797\(98\)00017-8](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(98)00017-8)

Fields, A., Bloom, P., Vantieghem, M., Harmon, C., Choy, T., Camacho, N., Gibson, L., Umbach, R., Heleniak, C., & Tottenham, N. (2021). Adaptation in the face of adversity:

Decrements and enhancements in children's cognitive control behavior following early caregiving instability. *Developmental Science*, *24*. <https://doi.org/10.1111/desc.13133>

Fitzpatrick, C., McKinnon, R. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2014). Do preschool executive function skills explain the school readiness gap between advantaged and disadvantaged children? *Learning and Instruction*, *30*, 25-31.

<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.11.003>

Foy, J. G., & Mann, V. A. (2014). Adaptive Cognitive Training Enhances Executive Control and Visuospatial and Verbal Working Memory in Beginning Readers. *International Education Research*, *2*(2), 19-43.

Frankenhuis, W. E., Young, E. S., & Ellis, B. J. (2020). The Hidden Talents Approach: Theoretical and Methodological Challenges. *Trends in Cognitive Sciences*, *24*(7), 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.03.007>

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>

Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, *47*(1), 72-89.

<https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>

- Fuhs, M. W., Farran, D. C., & Nesbitt, K. T. (2015). Prekindergarten children's executive functioning skills and achievement gains: The utility of direct assessments and teacher ratings. *Journal of Educational Psychology, 107*(1), 207-221.
<https://doi.org/10.1037/a0037366>
- Garon, N. M., Piccinin, C., & Smith, I. M. (2016). Does the BRIEF-P Predict Specific Executive Function Components in Preschoolers? *Applied Neuropsychology: Child, 5*(2), 110-118.
<https://doi.org/10.1080/21622965.2014.1002923>
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology, 40*(2), 177-190.
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition, 53*(2), 129-153. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-X)
- Gianaros, P. J., Kuan, D. C.-H., Marsland, A. L., Sheu, L. K., Hackman, D. A., Miller, K. G., & Manuck, S. B. (2017). Community Socioeconomic Disadvantage in Midlife Relates to Cortical Morphology via Neuroendocrine and Cardiometabolic Pathways. *Cerebral Cortex, 27*(1), 460-473. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv233>
- Gianaros, P. J., Marsland, A. L., Sheu, L. K., Erickson, K. I., & Verstynen, T. D. (2013). Inflammatory Pathways Link Socioeconomic Inequalities to White Matter Architecture. *Cerebral Cortex, 23*(9), 2058-2071. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs191>
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology, 6*(3), 235-238.

<https://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>

Goldin, A. P., Hermida, M. J., Shalom, D. E., Elias Costa, M., Lopez-Rosenfeld, M., Segretin, M. S., Fernandez-Slezak, D., Lipina, S. J., & Sigman, M. (2014). Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention-Supplementary material. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(17), 6443-6448.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1320217111>

Gonen, M., Guler-Yildiz, T., Ulker-Erdem, A., Garcia, A., Raikes, H., Acar, I. H., Ozkan-Yildiz, F., Karlidag, I., Ucus, S., & Davis, D. L. (2019). Examining the Association Between Executive Functions and Developmental Domains of Low-Income Children in the United States and Turkey. *Psychological Reports*, *122*(1), 155-179.

<https://doi.org/10.1177/0033294118756334>

Gottlieb, G., & Lickliter, R. (2007). Probabilistic epigenesis. *Developmental Science*, *10*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00556.x>

Green, S.C., Bavelier, D., Kramer, A. F., Vinogradov, S., Ansorge, U., Ball, K. K., Bingel, U., Chein, J. M., Colzato, L. S., Edwards, J. D., Facoetti, A., Gazzaley, A., Gathercole, S. E., Ghisletta, P., Gori, S., Granic, I., Hillman, C. H., Hommel, B., Jaeggi, S. M., ... Witt, C. M. (2019). Improving Methodological Standards in Behavioral Interventions for Cognitive Enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, *3*(1), 2-29.

<https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>

Gunnar, M., & Quevedo, K. (2007). The neurobiology of stress and development. *Annu. Rev. Psychol.*, *58*, 145-173.

Hackman, D. A., Farah, M. J., & Meaney, M. J. (2010). Socioeconomic status and the brain:

- Mechanistic insights from human and animal research. *Neuroscience*, *11*(September), 651-659. <https://doi.org/10.1038/nrn2897>
- Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). *Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation*. 1-17. <https://doi.org/10.1111/desc.12246>
- Haft, S. L., & Hoeft, F. (2017). *Poverty's Impact on Children's Executive Functions: Global Considerations*. *158*, 69-79. <https://doi.org/10.1002/cad.20220>
- Hair, N. L., Hanson, J. L., Wolfe, B. L., & Pollak, S. D. (2015). Association of Child Poverty, Brain Development, and Academic Achievement. *JAMA pediatrics*, *169*(9), 822-829. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.1475>
- Hanson, J. L., Chandra, A., Wolfe, B. L., & Pollak, S. D. (2011). Association between Income and the Hippocampus. *PLOS ONE*, *6*(5), e18712. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018712>
- Hart, B., & Risley, T. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Paul H Brookes Publishing. https://psycnet.apa.org/record/1995-98021-000?mod=article_inline
- Holmes, C. J., Kim-Spoon, J., & Deater-Deckard, K. (2016). Linking Executive Function and Peer Problems from Early Childhood through Middle Adolescence. *Journal of abnormal child psychology*, *44*(1), 31-42. <https://doi.org/10.1007/s10802-015-0044-5>
- Horoz, N., Buil, J. M., Koot, S., van Lenthe, F. J., Houweling, T. A., Koot, H. M., & Van Lier, P. A. (2022). Children's behavioral and emotional problems and peer relationships across elementary school: Associations with individual-and school-level parental education.

- Journal of school psychology, 93, 119-137.
- Howard, S. J., Cook, C. J., Everts, L., Melhuish, E., Scerif, G., Norris, S., Twine, R., Kahn, K., & Draper, C. E. (2020). Challenging socioeconomic status: A cross-cultural comparison of early executive function. *Developmental Science*, 23(1), e12854.
<https://doi.org/10.1111/desc.12854>
- Hughes, C., & Devine, R. T. (2019). For Better or for Worse? Positive and Negative Parental Influences on Young Children's Executive Function. *Child Development*, 90(2), 593-609.
<https://doi.org/10.1111/cdev.12915>
- Hyde, L. W., Gard, A. M., Tomlinson, R. C., Burt, S. A., Mitchell, C., & Monk, C. S. (2020). An ecological approach to understanding the developing brain: Examples linking poverty, parenting, neighborhoods, and the brain. *American Psychologist*, 75(9), 1245-1259.
<https://doi.org/10.1037/amp0000741>
- INE. (2022). *Estimación de la pobreza por el método del ingreso*.
https://www3.ine.gub.uy/boletin/informe_pobreza_1er_semestre2022.html
- Inzlicht, M., Werner, K. M., Briskin, J. L., & Roberts, B. W. (2021). Integrating Models of Self-Regulation. *Annual Review of Psychology*, 72(1), 319-345.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-061020-105721>
- Isquith, P. K., Gioia, G. A., & Espy, K. A. (2004). Executive function in preschool children: Examination through everyday behaviour. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 403-422.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of*

the United States of America, 105(19), 6829-6833.

<https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>

Javanbakht, A., King, A. P., Evans, G. W., Swain, J. E., Angstadt, M., Phan, K. L., & Liberzon, I.

(2015). Childhood Poverty Predicts Adult Amygdala and Frontal Activity and Connectivity in Response to Emotional Faces. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9.

<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00154>

Johnson, D., Policelli, J., Li, M., Dharamsi, A., Hu, Q., Sheridan, M. A., McLaughlin, K. A., &

Wade, M. (2021). Associations of Early-Life Threat and Deprivation With Executive Functioning in Childhood and Adolescence: A Systematic Review and Meta-analysis.

JAMA Pediatrics, 175(11), e212511. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.2511>

Johnson, S. B., Riis, J. L., & Noble, K. G. (2016). State of the Art Review: Poverty and the

Developing Brain. *Pediatrics*, 137(4). <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3075>

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology*

Research and Development, 48(4), 63-85. <https://doi.org/10.1007/BF02300500>

Justice, L. M., Petscher, Y., Schatschneider, C., & Mashburn, A. (2011). Peer Effects in

Preschool Classrooms: Is Children's Language Growth Associated With Their Classmates' Skills? *Child Development*, 82(6), 1768-1777.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01665.x>

Koomen, R., Grueneisen, S., & Herrmann, E. (2020). Children Delay Gratification for

Cooperative Ends. *Psychological Science*, 31(2), 139-148.

<https://doi.org/10.1177/0956797619894205>

Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in

- Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, 82, 1-26.
<https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>
- Lawson, G. M., & Farah, M. J. (2017). Executive function as a mediator between SES and academic achievement throughout childhood. *International Journal of Behavioral Development*, 41(1), 91-104. <https://doi.org/10.1177/0165025415603489>
- Lawson, G. M., Hook, C. J., & Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), e12529. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>
- LeDoux, J. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(4), 653-676.
- Legare, C. H., Dale, M. T., Kim, S. Y., & Deák, G. O. (2018). Cultural variation in cognitive flexibility reveals diversity in the development of executive functions. *Scientific Reports*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34756-2>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59-80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Lerner, R. M. (2006). Developmental Science, Developmental Systems, and Contemporary Theories of Human Development. En *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development, Vol. 1, 6th ed* (pp. 1-17). John Wiley & Sons Inc.
- Li, H., & Zhang, Q. (2022). Effects of Prosocial Video Games on Prosocial Thoughts and Prosocial Behaviors. *Social Science Computer Review*, 08944393211069599.
<https://doi.org/10.1177/08944393211069599>
- Lipina, S., & Evers, K. (2017). Neuroscience of Childhood Poverty: Evidence of Impacts and

- Mechanisms as Vehicles of Dialog With Ethics. *Frontiers in Psychology*, 8(January), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00061>
- Lipina, S., Martelli, M., & Colombo, J. (2005). Performance on the A-not-B task of Argentinean infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *Revista interamericana de psicología = Interamerican journal of psychology*, ISSN 0034-9690, Vol. 39, N°. 1, 2005, pags. 49-60, 39.
- Lipina, S., Segretin, S., Hermida, J., Prats, L., Fracchia, C., Camelo, J. L., & Colombo, J. (2013). Linking childhood poverty and cognition: Environmental mediators of non-verbal executive control in an Argentine sample. *Developmental Science*, 16(5), 697-707. <https://doi.org/10.1111/desc.12080>
- Llambí, C., & Pi, L. (2012). *ÍNDICE DE NIVEL SOCIOECONÓMICO (INSE) Revisión anual, 2012* (pp. 1-13).
- Logie, R. H. (1986). Visuo-Spatial Processing in Working Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 38(2), 229-247. <https://doi.org/10.1080/14640748608401596>
- Lopez, M., Ruiz, M. O., Rovnaghi, C. R., Tam, G. K.-Y., Hiscox, J., Gotlib, I. H., Barr, D. A., Carrion, V. G., & Anand, K. J. S. (2021). The social ecology of childhood and early life adversity. *Pediatric Research*, 89(2), 353-367. <https://doi.org/10.1038/s41390-020-01264-x>
- Lopez-Rosenfeld, M., Goldin, A. P., Lipina, S., Sigman, M., & Fernandez Slezak, D. (2013). Mate Marote: A flexible automated framework for large-scale educational interventions. *Computers and Education*, 68, 307-313. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.018>

- Lüdtke D. (2021). *sjstats: Statistical Functions for Regression Models (Version 0.18.1)*.
<https://CRAN.R-project.org/package=sjstats>
- Lupien, S. J., King, S., Meaney, M. J., & McEwen, B. S. (2001). Can poverty get under your skin? Basal cortisol levels and cognitive function in children from low and high socioeconomic status. *Development and Psychopathology, 13*(3), 653-676.
<https://doi.org/10.1017/s0954579401003133>
- Ma, F., Zeng, D., Xu, F., Compton, B. J., & Heyman, G. D. (2020). Delay of Gratification as Reputation Management. *Psychological Science, 31*(9), 1174-1182.
<https://doi.org/10.1177/0956797620939940>
- Mackey, A. P., Finn, A. S., Leonard, J. A., Jacoby Senghor, D. S., West, M. R., Gabrieli, C. F. O., & Gabrieli, J. D. E. (2015). Neuroanatomical Correlates of the Income Achievement Gap. *Psychological science, 26*(6), 925-933. <https://doi.org/10.1177/0956797615572233>
- Martinez, L., Gimenes, M., & Lambert, E. (2022). Entertainment Video Games for Academic Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research, 07356331211053848*. <https://doi.org/10.1177/07356331211053848>
- Martinis, P. (2006). Educación, pobreza e igualdad: del “niño carente” al “sujeto de la educación”. P. Redondo, y P. Martinis (Comps.), *Igualdad y educación: escrituras entre (dos) orillas*, 13.
- Mashburn, A. J., Hamre, B. K., Downer, J. T., & Pianta, R. C. (2006). Teacher and Classroom Characteristics Associated With Teachers’ Ratings of Prekindergartners’ Relationships and Behaviors. *Journal of Psychoeducational Assessment, 24*(4), 367-380.
<https://doi.org/10.1177/0734282906290594>

- Mashburn, A. J., & Henry, G. T. (2004). Assessing School Readiness: Validity and Bias in Preschool and Kindergarten Teachers' Ratings. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 23(4), 16-30. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2004.tb00165.x>
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222-243. <https://doi.org/10.1037/a0017619>
- 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>
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Connor, C. M., Farris, C. L., Jewkes, A. M., & Morrison, F. J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43(4), 947-959. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.947>
- McCormack, T., & Atance, C. M. (2011). Planning in young children: A review and synthesis. *Developmental Review*, 31(1), 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2011.02.002>
- McEwen, B. S. (2017). Neurobiological and systemic effects of chronic stress. *Chronic Stress*, 1, 1-11.
- McEwen, C. A., & McEwen, B. S. (2017). Social Structure, Adversity, Toxic Stress, and Intergenerational Poverty: An Early Childhood Model. *Annual Review of Sociology*, 43(1), 445-472. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-060116-053252>
- McLaughlin, K. A., Sheridan, M. A., Humphreys, K. L., Belsky, J., & Ellis, B. J. (2021). The

- value of dimensional models of early experience: Thinking clearly about concepts and categories. *Perspectives on Psychological Science*, 16(6), 1463-1472.
- McLaughlin, K. A., & Sheridan, M. A. (2016). Beyond Cumulative Risk: A Dimensional Approach to Childhood Adversity. *Current Directions in Psychological Science*, 25(4), 239-245. <https://doi.org/10.1177/0963721416655883>
- McLaughlin, K. A., Sheridan, M. A., & Lambert, H. K. (2014). Childhood adversity and neural development: Deprivation and threat as distinct dimensions of early experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 47, 578-591. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.10.012>
- McLaughlin, K. A., Weissman, D., & Bitrán, D. (2019). Childhood adversity and neural development: A systematic review. *Annual review of developmental psychology*, 1, 277-312.
- Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*, 75(5), 1373-1386. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00746.x>
- Miller, M. R., Giesbrecht, G. F., Müller, U., McInerney, R. J., & Kerns, K. A. (2012). A Latent Variable Approach to Determining the Structure of Executive Function in Preschool Children. *Journal of Cognition and Development*, 13(3), 395-423. <https://doi.org/10.1080/15248372.2011.585478>
- Miller, P., Votruba-Drzal, E., McQuiggan, M., & Shaw, A. (2017). Pre-K classroom-economic composition and children's early academic development. *Journal of Educational Psychology*, 109(2), 149-165. <https://doi.org/10.1037/edu0000137>

- Mittal, C., Griskevicius, V., Simpson, J. A., Sung, S., & Young, E. S. (2015). Cognitive adaptations to stressful environments: When childhood adversity enhances adult executive function. *Journal of Personality and Social Psychology, 109*(4), 604-621. <https://doi.org/10.1037/pspi0000028>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). *The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “ Frontal Lobe ” Tasks: A Latent Variable Analysis and. 100*, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- 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>
- Montgomery, D. E., & Koeltzow, T. E. (2010). A review of the day–night task: The Stroop paradigm and interference control in young children. *Developmental Review, 30*(3), 308-330. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.07.001>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., Pun, W. H., & Maczuga, S. (2019). Kindergarten Children’s Executive Functions Predict Their Second Grade Academic Achievement and Behavior. *Child development, 90*(5), 1802-1816. <https://doi.org/10.1111/cdev.13095>
- Morgan, P. L., Li, H., Farkas, G., Cook, M., Pun, W. H., & Hillemeier, M. M. (2017). Executive functioning deficits increase kindergarten children’s risk for reading and mathematics difficulties in first grade. *Contemporary Educational Psychology, 50*, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.01.004>
- Morrison, F. J., Ponitz, C. C., & McClelland, M. M. (2010). Self-regulation and academic

- achievement in the transition to school. En S. D. Calkins & M. A. Bell (Eds.), *Child Development at the Intersection of Emotion and Cognition* (pp. 203-224). American Psychological Association. <http://dx.doi.org/10.1037/12059-011>
- Nelson, C. A. (2017). Hazards to Early Development: The Biological Embedding of Early Life Adversity. *Neuron*, *96*(2), 262-266. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.09.027>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (pp. xiv, 920). Prentice-Hall.
- Nguyen, Tutrang & Grag J., Duncan. (2019). Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study—ScienceDirect. *Early Childhood Research Quarterly*, *46*, 49-61.
- Nin, V., Delgado, H., Muniz-Terrera, G., & Carboni, A. (2022). Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status. *Developmental Science*, e13241. <https://doi.org/10.1111/desc.13241>
- Nin, V., Delgado, H., Goldin, A. P., Fernández-Slezak, D., Belloli, L., & Carboni, A. (2023). A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1-20.
- Nin, V., Goldin, A. P., & Carboni, A. (2019). Mate marote: Video games to stimulate the development of cognitive processes. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, *14*(1). <https://doi.org/10.1109/RITA.2019.2909958>
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., & Kan, E. (2015). Family income , parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature neuroscience*, *18*, 773-778. <https://doi.org/10.1038/nn.3983>
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict

- individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464-480. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>
- Noble, K. G., Norman, M. F., & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8(1), 74-87. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x>
- Nussbaum, M. (2003). Capabilities as fundamental entitlements: Sen and social justice. *Feminist economics*, 9(2-3), 33-59.
- Nweze, T., Nwoke, M. B., Nwifo, I. J., Aniekwu, R. I., & Lange, F. (2019). *Working for the future: Parentally deprived Nigerian children have enhanced working memory ability*. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/5kg96>
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Awh, E., Brown, G. D. A., Conway, A., Cowan, N., Donkin, C., Farrell, S., Hitch, G. J., Hurlstone, M. J., Ma, W. J., Morey, C. C., Nee, D. E., Schweppe, J., Vergauwe, E., & Ward, G. (2018). Benchmarks for models of short-term and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(9), 885-958. <https://doi.org/10.1037/bul0000153>
- Olson, S. L., Tardif, T. Z., Miller, A., Felt, B., Grabell, A. S., Kessler, D., Wang, L., Karasawa, M., & Hirabayashi, H. (2011). Inhibitory control and harsh discipline as predictors of externalizing problems in young children: A comparative study of U.S., Chinese, and Japanese preschoolers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 39(8), 1163-1175. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9531-5>
- Overton, W. F. (2015). Processes, Relations, and Relational-Developmental-Systems. En R. M. Lerner (Ed.), *Handbook of Child Psychology and Developmental Science* (pp. 1-54). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy102>

- Pandey, A., Hale, D., Das, S., Goddings, A.-L., Blakemore, S.-J., & Viner, R. M. (2018). Effectiveness of Universal Self-regulation–Based Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, *172*(6), 566. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.0232>
- Parker, P., Sanders, T., Anders, J., Shure, N., Jerrim, J., Noetel, M., ... & Marsh, H. (2022). School socioeconomic status context and social adjustment in children. *Developmental psychology*.
- Pauli-Pott, U., & Becker, K. (2011). Neuropsychological basic deficits in preschoolers at risk for ADHD: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *31*(4), 626-637. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2011.02.005>
- Pavlikis, A. E., Noble, K., Pavlikis, S. G., Ali, N., & Frank, Y. (2015). Brain Imaging and Electrophysiology Biomarkers: Is There a Role in Poverty and Education Outcome Research? *Pediatric Neurology*, *52*(4), 383-388. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2014.11.005>
- Petrides, M., & Milner, B. (1982). Deficits on subject-ordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, *20*(3), 249-262. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(82\)90100-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(82)90100-2)
- Peverill, M., Dirks, M. A., Narvaja, T., Herts, K. L., Comer, J. S., & McLaughlin, K. A. (2021). Socioeconomic status and child psychopathology in the United States: A meta-analysis of population-based studies. *Clinical psychology review*, *83*, 101933.
- Pfeifer, J. H., & Peake, S. J. (2012). Self-development: Integrating cognitive, socioemotional, and neuroimaging perspectives. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *2*(1), 55-69.

<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.07.012>

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Razza, R. A., Martin, A., & Brooks-Gunn, J. (2012). The implications of early attentional regulation for school success among low-income children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(6), 311-319. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2012.07.005>

Ready, D., & Wright, D. (2011). Accuracy and Inaccuracy in Teachers' Perceptions of Young Children's Cognitive Abilities: The Role of Child Background and Classroom Context. *American Educational Research Journal - AMER EDUC RES J*, 48, 335-360. <https://doi.org/10.3102/0002831210374874>

Reid, J. L., & Ready, D. D. (2013). High-Quality Preschool: The Socioeconomic Composition of Preschool Classrooms and Children's Learning. *Early Education & Development*, 24(8), 1082-1111. <https://doi.org/10.1080/10409289.2012.757519>

Roche, J. D., & Johnson, B. D. (2014). Cogmed Working Memory Training Product Review. *Journal of Attention Disorders*, 18(4), 379-384. <https://doi.org/10.1177/1087054714524275>

Rojas-Barahona, C. A., Förster, C. E., Moreno-Ríos, S., & McClelland, M. M. (2015). Improvement of Working Memory in Preschoolers and Its Impact on Early Literacy Skills: A Study in Deprived Communities of Rural and Urban Areas. *Early Education and Development*, 26(5-6), 871-892. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1036346>

Romeo, R. R., Leonard, J. A., Robinson, S. T., West, M. R., Mackey, A. P., Rowe, M. L., & Gabrieli, J. D. (2018). Beyond the 30-million-word gap: Children's conversational

- exposure is associated with language-related brain function. *Psychological science*, 29(5), 700-710.
- Romero-López, M., Quesada-Conde, A. B., Bernardo, G. Á., & Justicia-Arráez, A. (2017). The Relationship between Executive Functions and Externalizing Behavior Problems in Early Childhood Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237, 778-783. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.121>
- Rosen, M. L., Hagen, M. P., Lurie, L. A., Miles, Z. E., Sheridan, M. A., Meltzoff, A. N., & McLaughlin, K. A. (2020). Cognitive Stimulation as a Mechanism Linking Socioeconomic Status With Executive Function: A Longitudinal Investigation. *Child Development*, 91(4), e762-e779. <https://doi.org/10.1111/cdev.13315>
- Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968). Pygmalion in the classroom. *The Urban Review*, 3(1), 16-20. <https://doi.org/10.1007/BF02322211>
- 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>
- Salas, G., & Vigorito, A. Adaptation, school performance and parental expectations (advanced draft).
- Schechter, C., & Bye, B. (2007). Preliminary evidence for the impact of mixed-income preschools on low-income children's language growth. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(1), 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2006.11.005>
- Schoemaker, K., Mulder, H., Deković, M., & Matthys, W. (2013). Executive Functions in Preschool Children with Externalizing Behavior Problems: A Meta-Analysis. *Journal of*

- Abnormal Child Psychology*, 41(3), 457-471. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9684-x>
- Scionti, N., Cavallero, M., Zogmaister, C., & Marzocchi, G. M. (2020). Is Cognitive Training Effective for Improving Executive Functions in Preschoolers? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 2812. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02812>
- Senn, T. E., Espy, K. A., & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 26(1), 445-464.
- Sen, A. K. (1993). Capability and Well-Being. In M. Nussbaum and A. Sen (eds) *The Quality of Life*. Oxford University Press, 897.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 298(1089), 199-209.
- Smid, C. R., Karbach, J., & Steinbeis, N. (2020). Toward a Science of Effective Cognitive Training. *Current Directions in Psychological Science*, 29(6), 531-537. <https://doi.org/10.1177/0963721420951599>
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Takacs, Z. K., & Kassai, R. (2019). The efficacy of different interventions to foster children's executive function skills: A series of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 145(7), 653-697. <https://doi.org/10.1037/bul0000195>
- Tamm, L., & Peugh, J. (2019). Concordance of teacher-rated and performance-based measures of

- executive functioning in preschoolers. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 25(3), 410-424.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2018.1484085>
- Timmermans, A. C., Rubie-Davies, C. M., & Rjosk, C. (2018). Pygmalion's 50th anniversary: The state of the art in teacher expectation research. *Educational Research and Evaluation*, 24(3-5), 91-98. <https://doi.org/10.1080/13803611.2018.1548785>
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: Effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 78(6), 852-868.
<https://doi.org/10.1007/s00426-013-0537-1>
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 54(2), 131-143.
<https://doi.org/10.1111/jcpp.12001>
- Trutti, A. C., Verschooren, S., Forstmann, B. U., & Boag, R. J. (2021). Understanding subprocesses of working memory through the lens of model-based cognitive neuroscience. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 38, 57-65.
- Tucker-Drob, E. M., Briley, D. A., & Harden, K. P. (2013). Genetic and environmental influences on cognition across development and context. *Current directions in psychological science*, 22(5), 349-355.
- Tucker-Drob, E. M., & Bates, T. C. (2016). Large cross-national differences in gene × socioeconomic status interaction on intelligence. *Psychological science*, 27(2), 138-149.
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2003).

- Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science*, 14(6), 623-628. https://doi.org/10.1046/j.0956-7976.2003.psci_1475.x
- Uddin, L. Q. (2021). Cognitive and behavioural flexibility: Neural mechanisms and clinical considerations. *Nature Reviews Neuroscience*, 22(3), Article 3.
<https://doi.org/10.1038/s41583-021-00428-w>
- Ursache, A., Noble, K., & Blair, C. (2015). Socioeconomic Status, Subjective Social Status, and Perceived Stress: Associations with Stress Physiology and Executive Functioning. *Behavioral medicine (Washington, D.C.)*, 41, 145-154.
<https://doi.org/10.1080/08964289.2015.1024604>
- Ursache, A., Noble, K. G., & Imaging, P. (2016). Socioeconomic status , white matter , and executive function in children. *Brain and Behavior*, May, 1-13.
<https://doi.org/10.1002/brb3.531>
- van Gog, T., Hoogerheide, V., & van Harsel, M. (2020). The Role of Mental Effort in Fostering Self-Regulated Learning with Problem-Solving Tasks. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1055-1072. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09544-y>
- Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 140, 38-55.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.06.014>
- Vogel, S. C., Perry, R. E., Brandes-Aitken, A., Braren, S., & Blair, C. (2021). Deprivation and threat as developmental mediators in the relation between early life socioeconomic status and executive functioning outcomes in early childhood. *Developmental Cognitive*

Neuroscience, 47, 100907. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100907>

Waber, D. P., Gerber, E. B., Turcios, V. Y., Wagner, E. R., & Forbes, P. W. (2006). Executive Functions and Performance on High-Stakes Testing in Children From Urban Schools.

Developmental Neuropsychology, 29(3), 459-477.

https://doi.org/10.1207/s15326942dn2903_5

Weiland, C., & Yoshikawa, H. (2014). Does higher peer socio-economic status predict children's language and executive function skills gains in prekindergarten? *Journal of Applied*

Developmental Psychology, 35(5), 422-432. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2014.07.001>

Weintraub, S., Bauer, P. J., Zelazo, P. D., Wallner-Allen, K., Dikmen, S. S., Heaton, R. K., Tulskey, D. S., Slotkin, J., Blitz, D. L., Carlozzi, N. E., Havlik, R. J., Beaumont, J. L., Mungas, D., Manly, J. J., Borosh, B. G., Nowinski, C. J., & Gershon, R. C. (2013). NIH toolbox cognition battery (CB): Introduction and pediatric data. *Monographs of the*

Society for Research in Child Development, 78(4), 1-15.

<https://doi.org/10.1111/mono.12031>

Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A. C., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011).

The structure of executive function in 3-year-old children. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 436-452. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.008>

Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: Typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 44(4), 561-575.

<https://doi.org/10.1111/1469-7610.00145>

Young, E. S., Frankenhuis, W. E., DelPriore, D. J., & Ellis, B. J. (2022). Hidden talents in

context: Cognitive performance with abstract versus ecological stimuli among adversity-exposed youth. *Child Development*, 93(5), 1493-1510.

<https://doi.org/10.1111/cdev.13766>

Young, E. S., Griskevicius, V., Simpson, J. A., Waters, T. E. A., & Mittal, C. (2018). Can an unpredictable childhood environment enhance working memory? Testing the sensitized-specialization hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 114(6), 891-908. <https://doi.org/10.1037/pspi0000124>

Zelazo, P. D. (2013). Developmental Psychology: A New Synthesis. En P. D. Zelazo (Ed.), *The Oxford Handbook of Developmental Psychology, Vol. 2: Self and Other* (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199958474.013.0001>

Zelazo, P. D., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., & Weintraub, S. (2013). Ii. Nih Toolbox Cognition Battery (Cb): Measuring Executive Function and Attention. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(4), 16-33. <https://doi.org/10.1111/mono.12032>

Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000. En *National Center for Education Research*. National Center for Education Research. <https://eric.ed.gov/?id=ED570880>

Zelazo, P. D., Chandler, M. J., & Crone, E. (2016). *Developmental social cognitive neuroscience*. Routledge.

Zelazo, P. D., Frye, D., Carter, A., & Reznick, J. S. (1997). Early Development of Executive Function. *Review of General Psychology*, 1(2), 198-226.

Zelazo, P. D., Qu, L. I., & Kesek, A. C. (2010). Hot executive function: Emotion and the

development of cognitive control. En S. D. Calkins & M. A. Bell (Eds.), *Child development at the intersection of emotion and cognition* (pp. 97-111). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/12059-006>

ANEXOS

Publicación asociada 1

Nin, V., Goldin, A. P., & Carboni, A. (2019). Mate Marote: Videojuegos para Estimular el Desarrollo de Procesos Cognitivos. *IEEE-RITA*, 14, 1-10.

Mate Marote: Videojuegos para Estimular el Desarrollo de Procesos Cognitivos

Verónica Nin, Andrea P. Goldin y Alejandra Carboni

CÓMO REFERENCIAR ESTE ARTÍCULO:

Verónica Nin, Andrea P. Goldin y Alejandra Carboni. "Mate Marote: videogames to stimulate the development of cognitive processes.", IEEE-RITA, Feb. 2018, Volume 14, Issue 1, Pages XX-YY

DOI: <https://doi.org/...>

Title—Mate Marote: videogames to stimulate the development of cognitive processes.

Abstract— Early childhood is a period characterized by the rapid development of several cognitive abilities known as executive functions (EF), required for all kinds of learning and adaptive behaviour. Alike other aspects of development, both positive and detrimental environmental conditions can have a potential impact on EF maturation. For instance, an improvement in EF is usually reported when children engage in activities that gradually and systematically challenge them. Mate Marote is a free online platform with videogames inspired in neurocognitive science findings that aim to stimulate the development of EF in school-aged children. In this work we present features of the platform, the games, and some promising results obtained in an experience with first graders in Argentina.

Index Terms— Cognitive training, education, executive functions, Latin America, videogames.

I. INTRODUCCIÓN

LA trayectoria de desarrollo que recorrerá un niño emerge de las interacciones bidireccionales que se dan entre las características biológicas heredadas y una multiplicidad de aspectos del entorno en el que crece [1], [2]. Las características del hogar y la escuela, a su vez enmarcadas en estructuras socioeconómicas y culturales más

Manuscrito recibido el 9 junio de 2017; revisado el 8 de noviembre de 2017; aceptado el 18 de agosto de 2018.

English version received November, 26th, 2018. Revised January, 31st, 2019. Accepted March, 11th, 2019.

V. Nin (veronica.nin@gmail.com) y A. Carboni (alejandra.carboni@psico.edu.uy) pertenecen al Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología, y al Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje, Universidad de la República, Tristán Narvaja 1674, Montevideo, Uruguay

<https://orcid.org/0000-0003-3162-1582>

<https://orcid.org/0000-0003-4009-1122>

A.P. Goldin Argentina (apgoldin@gmail.com) pertenece al Laboratorio de Neurociencia, Universidad Torcuato Di Tella, Av. Figueroa Alcorta 7350, Buenos Aires, Argentina y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ministerio de Ciencia, Buenos Aires, Argentina.

<https://orcid.org/0000-0002-6402-0890>

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

amplias, proveen experiencias de vida sumamente relevantes en el curso del desarrollo individual [3]. Al igual que otros aspectos del desarrollo, la ontogenia de los procesos neurocognitivos es sensible a factores ambientales entre los que se destacan el estilo parental de crianza, el grado de estimulación cognitiva y el nivel socioeconómico del hogar [4]. Un aspecto central del desarrollo cognitivo en la primera infancia es la maduración de un conjunto de habilidades mentales conocidas como funciones ejecutivas (FE). Las FE conforman una familia compleja de procesos neurocognitivos de alto nivel que nos permiten regular la conducta y las emociones, concentrarnos, manipular y razonar con la información que recibimos del exterior (o de nuestro interior) y ajustar nuestras acciones para alcanzar metas específicas. Son esenciales para todas las actividades que emprendemos de forma voluntaria y para desenvolvemos con éxito en entornos cambiantes marcados por la emergencia constante de nuevos desafíos. Si bien no hay un único criterio para ordenar estas habilidades, una clasificación muy aceptada propone que se pueden organizar en FE básicas y superiores. Según esta taxonomía, las FE básicas son tres: la capacidad de inhibición, la flexibilidad cognitiva y la memoria de trabajo (MT) [5]. A partir de estas funciones básicas se desarrollan FE superiores: la capacidad de planificar, de resolver problemas y de razonar en forma lógica. Numerosos estudios han mostrado que las FE poseen un elevado carácter predictor de la preparación escolar, del comportamiento en el aula, del subsecuente logro académico [6], [7], así como del desarrollo de la lectoescritura y de los logros en matemáticas en los primeros grados [8]–[10]. Tal como mencionáramos, la maduración de las FE involucra componentes hereditarios y otros vinculados al entorno, siendo el peso relativo de estos factores diferente según el proceso considerado [11]. De los aspectos vinculados al ambiente el estrés, las carencias nutricionales, contar con pocos recursos educativos y un reducido acceso a una multiplicidad de experiencias enriquecedoras pueden impactar negativamente en su desarrollo [4], [12]. Por otro lado, el desempeño en tareas que requieren FE depende no solo de aspectos individuales y ambientales estables en la vida de los niños, sino también de factores situacionales como podría ser un evento puntual de frustración [13]. Más aún, varios estudios han mostrado que el uso sistemático, progresivo y sostenido de las FE redundan en una mejora de éstas; es decir, se trata de habilidades mentales que, lejos de ser estáticas, son estimulables y susceptibles de ser modificadas [5].

En relación con las estrategias para estimular las FE durante la infancia, en un extremo se encuentra la implementación de currículas preescolares que integran actividades orientadas a promover el desarrollo de estas funciones [14]–[16]; en el otro, el entrenamiento en el laboratorio con tareas clásicas adaptadas [17]–[20]. En un punto intermedio, una línea de trabajos evalúa el impacto del entrenamiento cognitivo en contextos escolares o el hogar, pero mediado por plataformas comerciales de tareas computarizadas, que en general incluyen elementos de gamificación [21]–[23]. Los resultados obtenidos por las currículas informadas en la investigación (*research-informed practices*) suelen ser alentadores [5], [16]. Más controversiales son los resultados obtenidos con intervenciones que apuntan a estimular de forma específica un proceso en particular a través de videojuegos [24]. Es necesario distinguir el impacto de estos programas en habilidades estrechamente vinculadas con las entrenadas (*transferencia cercana*) y en procesos no entrenados, que incluyen desde actividades similares a las entrenadas, pero novedosas, hasta aspectos de la vida cotidiana, incluyendo el rendimiento académico (*transferencia lejana*). Es así mismo relevante precisar que la mayoría de los trabajos en esta línea apuntan a estimular únicamente la MT. Un metanálisis reciente acerca del impacto de la estimulación de la MT en niños y jóvenes sin alteraciones cognitivas evidentes reporta efectos medios en transferencia cercana, pero efectos no significativos en transferencia a otros dominios (por ejemplo, inteligencia fluida y control atencional) o rendimiento académico [25]. Sin embargo, se han reportado efectos de transferencia lejana en niños con entrenamientos que involucran varios procesos [26]. Es interesante que los resultados son similares para niños con déficit atencional con hiperactividad; es decir, los programas de estimulación que incluyen varios procesos cognitivos producen resultados alentadores en relación con la sintomatología, pero esto no sucede con los que se focalizan únicamente en la MT [27]. Menos abundantes pero con resultados promisorios son los entrenamientos con base en la flexibilidad cognitiva, que muestran efectos de transferencia cercana y lejana a memoria de trabajo, control inhibitorio e inteligencia fluida (revisado en [28]). Aunque poco explorado, también hay reportes de entrenamiento cognitivo de FE superiores. Por ejemplo, Mackey et al. [29] y Bergman Nutley et al. [30] incluyeron en sus programas juegos orientados a estimular procesos de razonamiento y encontraron transferencia cercana, pero ninguno de estos trabajos evaluó transferencia a aspectos ecológicamente relevantes. Finalmente, Goldin et al. [31] entrenaron MT y planificación, y encontraron transferencia cercana y a procesos no entrenados, como inteligencia fluida.

En este contexto surge, desde algunos sectores de las ciencias cognitivas, la preocupación por generar programas que beneficien el desarrollo cognitivo de forma económicamente viable y con un impacto social potencialmente amplio [32], [33]. Puesto que varios países de América Latina tienen en funcionamiento programas que brindan un dispositivo electrónico a cada niño en edad escolar (y preescolar en algunos casos, por ejemplo el plan Ceibal en Uruguay) [34]–[36], esta tecnología se posiciona como un factor mediador de fácil acceso para impactar en el

desarrollo de niños que cursan la etapa escolar. Este escenario propició la creación de *Mate Marote*, una plataforma *online* de videojuegos de libre acceso inspirados en conocimientos de las neurociencias cognitivas que buscan evaluar y estimular de forma entretenida el desarrollo de las FE en niños. *Mate Marote* es, hasta donde las autoras saben, la única plataforma gratuita, sin fines de lucro y con evaluación de impacto que permite diseñar e implementar programas de evaluación y estimulación cognitiva orientados a responder las muchas incógnitas que aún subsisten en relación con la efectividad del llamado ‘entrenamiento cognitivo’. Más aún, los investigadores pueden generar flujos de actividades, definir el orden de los juegos, establecer las dependencias entre las actividades y determinar el tiempo que éstas se encuentran activas. Además, pueden modificar de forma sencilla algunos aspectos de los algoritmos adaptativos (descritos con más detalle en la sección ‘Juegos de estimulación’). En el mercado existen otras plataformas de entrenamiento cognitivo, pero éstas o bien no permiten acceder a todas las actividades de forma totalmente gratuita, o no permiten que los investigadores modifiquen según sus necesidades aspectos clave de los programas de estimulación, y funcionan como plataformas comerciales cuyo principal cometido no es la investigación, aunque sus productos sean evaluados por científicos siguiendo una rigurosa metodología (el caso de Cogmed [37] o Lumosity [38], [39]). Otras no permiten un entrenamiento progresivo y adaptado al usuario (el caso de brainmetrix.com). Por lo tanto, lo que hace único y versátil a *Mate Marote* es la combinación de las características que mencionamos previamente, sumado al diseño orientado específicamente al público infantil. A continuación presentaremos la estructura computacional básica de *Mate Marote*, los elementos de jugabilidad que ha incorporado, los juegos y, finalmente, algunos resultados de intervenciones con niños de edad escolar.

II. GENERALIDADES DE LA PLATAFORMA

Mate Marote cuenta con una gran variedad de juegos atractivos para niños que cursan educación inicial y los primeros años de educación primaria: algunos de ellos permiten evaluar el nivel de desarrollo de las FE, mientras que otros buscan estimularlo.

Los juegos de estimulación son en su mayoría adaptaciones de tareas clásicas. Uno de los objetivos de *Mate Marote* es transformarlas en actividades entretenidas y desafiantes al mismo tiempo, permitiendo que el niño juegue en el límite de sus capacidades: si el juego es demasiado fácil, no habrá estimulación; si, por el contrario, es demasiado difícil, el niño no podrá resolverlo y la actividad le resultará frustrante. Para lograr que los juegos se adecuen a las capacidades del niño, cada uno de ellos incluye algún tipo de mecanismo adaptativo: los juegos comienzan de forma sencilla y se complejizan a medida que el niño avanza en los niveles y en el uso de las habilidades requeridas. Esto significa que cada niño puede avanzar rápidamente en los niveles que le resultan fáciles de solucionar y, a medida que la tarea se complejiza, cuando pierde un número determinado de ensayos de forma consecutiva, los niveles se

vuelven más sencillos. A través de esta estrategia se intenta evitar la frustración y mantener la dificultad en el “techo” modificando el juego para que el progreso se dé de manera individualizada, según las habilidades del niño [40]. La combinación de estas características junto con la práctica sostenida y sistemática promueve la adquisición de las competencias buscadas.

Mate Marote es una plataforma web con juegos desarrollados en *javascript*. El *backend* que provee los servicios tanto a los jugadores como a los investigadores se desarrolló en Java, y la aplicación web se hospeda en un servidor *JBoss* en la nube, lo que asegura que el sitio esté siempre disponible con poco mantenimiento. Al jugar, las métricas son enviadas al servidor y almacenadas en una base de datos PostgreSQL. Posteriormente, a pedido de los investigadores los datos se filtran y se almacenan en una base de datos MongoDB, desde la cual se generan archivos CSV con las métricas solicitadas. En relación al envío de datos (*data streaming*), los juegos envían la información al servidor de manera incremental en pequeñas unidades que no necesariamente contienen toda la información referente al ensayo en curso. Esto implica un paso posterior de reensamblado de la información que se realiza cuando los investigadores solicitan los datos específicos sobre los juegos. Esta estructura permite que la pérdida temporal de conectividad no implique una pérdida de datos (por una descripción completa de la arquitectura computacional de Mate Marote ver [41]).

Una vez que los juegos se suben a la plataforma, los investigadores los combinan en un ‘camino’ o ‘flujo’ de juegos (*gameflow*), definiendo las dependencias entre actividades y la cantidad de tiempo que cada actividad permanece activa, de acuerdo a criterios como la cantidad de tiempo jugado, la fecha o el nivel de progreso en el juego (figura 1A). Las investigaciones en el área suelen consistir en tres etapas: una evaluación preestimulación, una etapa de estimulación y una última de evaluación posterior [17], [42], [43]. En Mate Marote, cada etapa está enmarcada dentro de un flujo de juego que puede contener varias actividades y dependencias específicas y durar lo que el investigador defina, tanto en cantidad de horas, días o progreso alcanzado por los usuarios para cada juego.

Cuando un usuario entra en la plataforma por primera vez, encuentra al menos un juego activo en el flujo de juegos que se le ha asignado (ver figura 1B). Una vez que se alcanza el criterio de finalización para el juego que el usuario seleccionó, el niño es enviado nuevamente a la pantalla principal, donde encontrará nuevos juegos activos o un mensaje que le indica que debe esperar cierta cantidad de tiempo (por ejemplo, un día) para que se activen otros juegos.

En resumen, la plataforma permite que los investigadores definan la estructura de las intervenciones estableciendo el orden de los juegos, las dependencias entre ellos, el tiempo que permanecen activos y hasta la frecuencia con que éstos se habilitan. La estructura computacional de Mate Marote permite el almacenamiento de los datos de la interacción del niño con los juegos, posibilitando el seguimiento de los aprendizajes.

Todos los procedimientos se adecuan a los derechos internacionales de los niños, niñas y adolescentes, cuentan

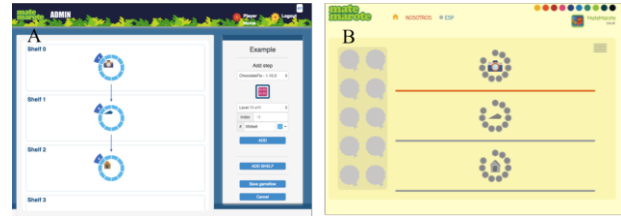


Figura 1. Capturas de pantallas de la plataforma Mate Marote: A) Pantalla representativa del *backend* del sitio para administradores. Los investigadores diseñan un flujo de juegos; en este ejemplo consiste en un primer paso con un juego de memoria de trabajo (*n-back*), un segundo juego de control inhibitorio y flexibilidad cognitiva (*Avioncito*) y un tercer juego de planificación (*Casitas*). Las flechas indican que se han establecido dependencias que establecen el orden de las actividades. B) La visión de usuario del flujo de juegos establecido en A. El único juego habilitado es el primero, porque aún no se alcanzaron los criterios que permiten que se active la segunda actividad.

con aprobación de un comité de ética internacional y el envío y guardado de datos se realiza de manera encriptada y confidencial. Para que un niño pueda jugar, requerirá la generación de un usuario en la plataforma, para lo cual es necesario que un adulto responsable firme un consentimiento informado.

III. ELEMENTOS DE GAMIFICACIÓN

Varios trabajos muestran que la incorporación de elementos que mejoran la jugabilidad de las tareas aumenta la motivación y el disfrute de los usuarios [44], [45]. Desde su nacimiento en 2008 hasta la fecha, Mate Marote ha incorporado y continúa incorporando elementos para mejorar la motivación, la interacción y el enganche (*engagement*) de los niños con los juegos. Estos factores, estudiados dentro del campo de la gamificación, pueden someterse a diversas clasificaciones cuyo debate se encuentra más allá de los objetivos de este trabajo. No obstante, para ordenar la sección, presentaremos los elementos que Mate Marote ha incorporado según los principios para la gamificación en contextos educacionales propuestos por Dicheva et al. [46].

Diseño estético. Todos los elementos (personajes, íconos, medallas, animaciones) de la plataforma fueron diseñados con una estética atractiva para niños en los primeros años escolares. Cada juego tiene un ícono especial. Al loguearse, los jugadores pueden ver todos los íconos que conforman el flujo de actividades que tienen asignado.

Historia y avatares. Los juegos de Mate Marote son presentados y protagonizados por tres personajes principales: la niña Ana, el niño Pancho y el gato Nubis que, con distintos vestuarios y junto a otros personajes (ver figura 2A), pueden elegirse como avatares al generarse un nuevo usuario en la plataforma.

Progreso. Hay dos elementos que permiten al usuario seguir su avance. Por un lado, en la parte inferior de cada pantalla de juego, el progreso se visualiza por ovillos de lana que van pintándose de acuerdo a criterios prefijados que pueden incluir cantidad de tiempo jugado, porcentaje completado o ensayos ganados, entre otros. Además, y siguiendo el mismo tipo de criterios, en la página principal, círculos de colores alrededor de los íconos de cada juego van iluminándose de acuerdo al avance del jugador (figura 2B derecha).

Feedback. Inmediatamente después de cada ensayo de entrenamiento se presenta *feedback* positivo o negativo en modalidad visual, auditiva o ambas.

Medallas. Cada juego otorga monedas de bronce a medida que los niños van cumpliendo metas (como haber pasado cierto tiempo jugando, haber alcanzado cierto nivel, haber sorteado un nivel complejo, haber perseverado en un nivel aun cuando no lo haya ganado, etc.). Las medallas de bronce se acumulan y se combinan generando monedas de plata y de oro. Cada moneda otorgada tiene un espacio privilegiado en la pantalla, además de sonido y animación especial. Las monedas se comparten entre los juegos, completando progresivamente un medallero especial en la página principal (figura 2B izquierda).

IV. JUEGOS DE ESTIMULACIÓN

Avioncito (control inhibitorio y flexibilidad cognitiva)

El control inhibitorio, también llamado control cognitivo, es la capacidad de refrenar impulsos o tendencias iniciales para reflexionar sobre lo que se hace; permite la independencia de estímulos externos o impulsos internos inmediatos e ir más allá de los hábitos que guían las acciones en una dirección predeterminada [5]. Los dos componentes fundamentales del control inhibitorio son el control o supresión de las interferencias y la inhibición de respuestas. El primero es la habilidad de filtrar o ignorar información irrelevante que proviene del ambiente y que, por ende, distrae de la tarea en curso. El segundo es la capacidad de inhibir respuestas automáticas y dominantes pero incorrectas [47]. Entretanto, la flexibilidad cognitiva permite adaptarse a demandas y prioridades cambiantes y alternar entre perspectivas diferentes al analizar un problema o una situación. Es necesaria, por ejemplo, para cambiar de estrategia al resolver un problema si ésta no es eficaz [5]. Avioncito es una adaptación de la tarea ‘flor-corazón’ para evaluar control inhibitorio y flexibilidad cognitiva en niños pequeños [48]. La tarea consiste en pulsar uno de dos botones de acuerdo con la figura que aparezca en pantalla y su ubicación. A diferencia de la tarea de evaluación, en la cual solo hay dos figuras y dos ubicaciones posibles, Avioncito incluye cualquier posición en pantalla y aparición de distractores, complejizando de este modo la tarea. La tarea completa incluye fases a través de las cuales cambian las condiciones de presentación del tipo de estímulos, aumentando progresivamente la dificultad de las demandas de control inhibitorio. La última, y mayormente predominante en el juego de entrenamiento, agrega además

el componente de flexibilidad cognitiva. La idea básica del juego Avioncito es que el niño debe identificar en qué dirección (izquierda o derecha) vuela el avión y dar una respuesta de acuerdo al color de éste lo más rápido posible, antes que se termine el breve tiempo asignado al ensayo (ver figura 3). En los primeros niveles, el avión es de color amarillo y la respuesta es correcta si se indica para qué lado vuela el avión. Este tipo de condición se denomina *congruente*, la respuesta correcta es automática o preponderante y no requiere un esfuerzo cognitivo alto. Una vez sorteados los primeros niveles, el avión pasa a ser rojo y los niños deben indicar la dirección contraria a la que vuela el avión. En este caso se trata de una condición *incongruente* que requiere suprimir la respuesta automática para ofrecer una respuesta subdominante, es decir, requiere *control inhibitorio*. Las pantallas con los aviones rojos son más difíciles, constatándose mayores tiempos de respuesta y una tasa de error más alta [49]. Más adelante, los aviones amarillos y rojos aparecen intercalados de forma pseudoaleatoria. En esta fase del juego se deben recordar las dos reglas (la regla para el avión amarillo y la regla para el avión rojo). Más importante aún, es imprescindible tener *flexibilidad cognitiva* para cambiar de regla entre ensayos y aplicar la correspondiente para ganar cada pantalla. Hacia el final del juego, los aviones pueden aparecer “dados vuelta” (figura 3D). En ese caso, hay que aplicar la regla opuesta a la aprendida, tornándose en una tarea de *reversal learning*. Finalmente, otros dos elementos adicionales aumentan la dificultad de los niveles: pueden aparecer elementos distractores en la pantalla, que requieren la supresión de la información irrelevante (figura 3C), y el tiempo disponible para ejecutar la respuesta va disminuyendo. Los investigadores pueden seleccionar la cantidad de *vidas* disponibles en el juego (de 3 a 8, dependiendo de la edad de los niños). Una vez que se pierden todas, se vuelve a comenzar desde el inicio. También se puede seleccionar a

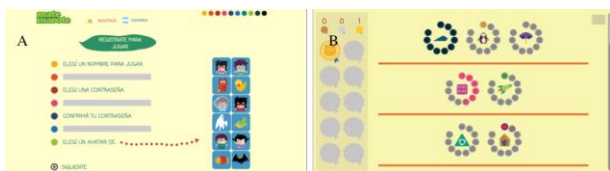


Figura 2. Capturas de pantallas de la plataforma Mate Marote. El diseño gráfico del sitio, los personajes y otros elementos es atractivo para el público infantil. A) Pantalla en la que el usuario (o un adulto responsable) elige su nombre de jugador y su avatar. B) Pantalla principal. Los juegos se ubican en estantes que pueden o no estar habilitados en simultáneo. Los círculos coloreados alrededor de cada ícono muestran el progreso en cada juego. A la izquierda aparece el medallero con las monedas acumuladas por el jugador.

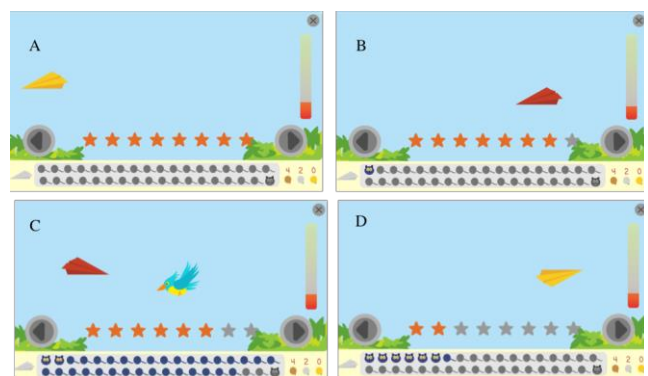


Figura 3. Juegos para estimular la memoria de trabajo. Memomarote en la parte superior (A y B) y n-back en la inferior (C y D). En Memomarote, el fichero puede contener entre 2 y 35 cartas con diseños complejos y varias dimensiones que pueden usarse para categorizarlas (presencia o ausencia de personajes, color y forma del fondo, entre otros). A) El juego comienza con el tablero de la izquierda, en dónde el jugador elige la carta que desee. B) Una vez seleccionada esa carta, todas desaparecen y vuelven a aparecer en otro sitio. El jugador debe seleccionar una carta que no haya sido elegida previamente. En n-back, el jugador debe comparar la imagen que ve con la que vio n veces antes y decidir si es igual (marcando el botón con forma de tilde) o diferente (con el botón en forma de cruz). En el ejemplo mostrado, si n=1 y C aparece inmediatamente antes que D, en el ensayo en el que aparece la imagen de la bicicleta la respuesta correcta es la cruz.

partir de qué ensayo aparecen distractores y la ventana de tiempo disponible para ejecutar la respuesta.

Memomarote y n-back (memoria de trabajo)

La memoria de trabajo es la habilidad que permite mantener activa y manipular información en la mente. El modelo más aceptado postula dos modalidades de memoria de trabajo: visuoespacial y verbal [50]. La MT es crítica para comprender el lenguaje oral y escrito, para poder realizar operaciones matemáticas mentalmente y para transformar instrucciones en acciones. Gracias a la memoria de trabajo es posible reordenar elementos, relacionarlos, compararlos, disgregarlos en sus partes constitutivas y analizarlos [51]. Mate Marote cuenta con dos juegos para entrenar este proceso (ver figura 4). Uno de ellos, Memomarote, se basa en una tarea de tipo *Self-Ordered Pointing* que requiere memoria de trabajo visual pero no espacial [52]. Cada nivel consiste en un tablero con fichas que se caracterizan por presentar estímulos visuales complejos categorizables en varias dimensiones. Se requieren tantas jugadas como fichas hay en el tablero para ganar el nivel. El objetivo del juego es seleccionar, en el orden que el participante desee, cada una de las fichas. Sin embargo, cada vez que se toca o se clikea sobre una de las imágenes, todas ellas desaparecen y aparecen reordenadas en el tablero (figura 4A y 4B). En cada jugada el niño debe seleccionar una ficha que no haya seleccionado previamente. Para números pequeños de fichas los niños pueden, simplemente, intentar recordar cuáles seleccionaron o cuáles falta seleccionar. Sin embargo, cuando el número de fichas excede el límite de ítems procesables por la memoria de trabajo, los niños deben aprender otra estrategia (por ejemplo, agrupar, ordenar) para poder resolver el problema [53].

El otro juego para entrenar memoria de trabajo es una tarea tipo *n-back* [54], una de las tareas más usuales en el entrenamiento de este proceso. El objetivo del juego es decidir si el estímulo que se presenta es igual al que se presentó *n* estímulos antes. Así, cuando *n*=1, se debe definir si el estímulo que se ve en ese momento es igual al que se

vio inmediatamente antes. Si *n*=2, se lo debe comparar con la imagen que se vio no una sino dos imágenes atrás (ver figuras 3C y 3D). En ambos juegos, la cantidad de ítems que se deben recordar se adecua al nivel de éxito del niño.

Casitas (planificación)

La planificación comprende el proceso de formulación, evaluación y selección de una secuencia de pensamientos y acciones para alcanzar una meta. Puede por lo tanto entenderse como la habilidad de anticiparse mentalmente a la estrategia más eficaz y efectiva de lograr un objetivo. Para ello es necesario combinar un número discreto de pasos en un plan de acción y ejecutar cada paso en el orden correcto [55]. Casitas, el juego que estimula la capacidad de planificación, es un juego basado en la tarea *dog-cat-mouse* [56] y utiliza un tablero compuesto por tres casas (cada una perteneciente a cada personaje de Mate Marote), un espacio vacío y caminos que conectan estos lugares (figura 5A). El objetivo es llevar a cada personaje a su casa en la mínima cantidad posible de movimientos. Los personajes pueden moverse de a uno, a lo largo de los caminos, deben completar el recorrido (no es válido dejar un personaje a ‘mitad de camino’) y solo puede haber un personaje en cada posición. El juego presenta un amplio rango de niveles de dificultad que varía de forma no monotonía con el número mínimo de movimientos requeridos para completar exitosamente la jugada, tal como se muestra en [31]. En los niveles iniciales se le indica al niño el número de movimientos requeridos para ganar, que aumentan, de forma gradual o aleatoria, de uno a siete. En los niveles más avanzados, el niño debe descubrir por sí mismo cuál es la mínima cantidad de movimientos apropiados para cada pantalla. Al igual que en los juegos de MT, el avance en dificultad al que se enfrenta el niño es predeterminado por los investigadores de acuerdo al número de aciertos y errores en la resolución de los ensayos.

Fábrica de chocolates (razonamiento lógico)

Razonar es el proceso mediante el cual se extraen conclusiones o se realizan inferencias lógicas de forma inductiva o deductiva a partir de la información recibida del ambiente. Esta actividad puede ser llevada a cabo con diferentes niveles de conciencia, puede desarrollarse tanto en forma tácita o implícita como de manera intencional o explícita [57]. Conformar, junto a la capacidad de resolver problemas, parte de la inteligencia fluida, un excelente predictor del desempeño académico y profesional [58]. Mate Marote incluye una versión adaptada del juego de mesa *Chocolate Fix*® de Think Fun Inc®. El juego cuenta con un tablero de 3x3 posiciones en el que faltan algunas piezas. El objetivo es colocar las piezas faltantes de acuerdo a sus atributos y a pistas que se brindan (figura 5B). En los niveles más sencillos, el número de piezas a colocar es bajo y la información contenida en las pistas es alta. A medida que el juego avanza, la dificultad se incrementa ya sea porque aumenta el número de fichas a colocar, disminuye la información brindada para solucionar el problema, se incorporan pistas parciales (que indican solo el color o la forma de la pieza) o una combinación de estos elementos. El progreso en la dificultad de los niveles se organiza según pautas definidas por los investigadores de acuerdo a investigaciones previas [31], [59].

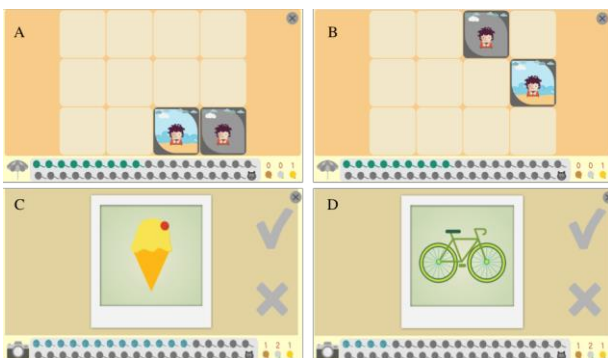


Figura 4. Juegos para estimular la memoria de trabajo. Memomarote en la parte superior (A y B) y *n-back* en la inferior (C y D). En Memomarote, el fichero puede contener entre 2 y 35 cartas con diseños complejos y varias dimensiones que pueden usarse para categorizarlas (presencia o ausencia de personajes, color y forma del fondo, entre otros). A) El juego comienza con el tablero de la izquierda, en donde el jugador elige la carta que desee. B) Una vez seleccionada esa carta, todas desaparecen y vuelven a aparecer en otro sitio. El jugador debe seleccionar una carta que no haya sido elegida previamente. En *n-back*, el jugador debe comparar la imagen que ve con la que vio *n* veces antes y decidir si es igual (marcando el botón con forma de tilde) o diferente (con el botón en forma de cruz). En el ejemplo mostrado, si *n*=1 y C aparece inmediatamente antes que D, en el ensayo en el que aparece la imagen de la bicicleta la respuesta correcta es la cruz.

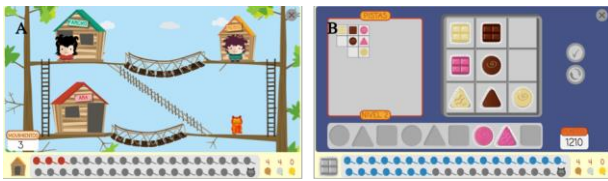


Figura 5. Juegos para estimular funciones ejecutivas superiores: planificación y razonamiento lógico. A) Captura de pantalla de Casitas (planificación). Abajo a la izquierda se indica el número de movimientos en el que se debe completar la jugada. B) Captura de pantalla de Fábrica de chocolates (razonamiento lógico). En el recuadro de la izquierda aparecen una o más pistas que proveen información para colocar en el tablero las piezas faltantes, ubicadas en la parte inferior de la pantalla.

V. RESULTADOS DE INTERVENCIONES CON MATE MAROTE

Mate Marote se ha probado en varias experiencias en las que participaron niños argentinos con desarrollo típico de nivel inicial a tercer grado [31], [42] y, recientemente, también en niños que cursan educación inicial en Uruguay [60]. En total, hasta el momento han participado más de 500 niños de entre 5 y 10 años de edad, que acuden a escuelas públicas y privadas urbanas de variados niveles socioeconómicos (resultados en preparación).

En ambos países, y para diferentes edades y contextos socioeconómicos, hemos evaluado los efectos de intervenciones que estimulan varios procesos cognitivos: memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, planificación y razonamiento. Una desventaja de estos diseños es que dificulta interpretar las causas de los efectos de transferencia lejana. Sin embargo, la literatura reciente apunta a que este tipo de programas es más promisorio que los que se basan en un único dominio [26], [27]. La elección de este tipo de dinámica se sostiene entonces en que uno de nuestros propósitos es generar y validar programas de estimulación cognitiva con impacto en el quehacer diario de los niños, en particular aquellos que provienen de contextos vulnerables.

En el año 2014 publicamos los resultados de una intervención realizada con 111 escolares argentinos de ambos géneros, de 6 años de edad promedio, que asistían al primer grado de escuelas de contexto socioeconómico bajo [42]. Consistió en 9 sesiones de cada uno de tres juegos: Casitas, Avioncito y Memomarote o la misma cantidad de sesiones de juegos control. En cada sesión los niños jugaron alrededor de 10 minutos a uno de los juegos de manera individual y acompañados por un asistente de investigación que explicó las consignas y evacuó dudas en el caso que fuese necesario. El grupo control activo siguió la misma dinámica, y tanto los maestros como los asistentes se mantuvieron ‘ciegos’ a la asignación al grupo control o experimental (incluso desconocían la existencia de dos grupos diferentes). En total los participantes accedieron a todos los juegos menos de 7 horas [42]. En las sesiones pre y post intervención los niños realizaron tareas novedosas también en formato electrónico y lúdico para evaluar distintos aspectos de la transferencia a FE. Las pruebas que se incluyeron en las sesiones de evaluación fueron: *Attention Network Test* (Child-ANT [19]), una tarea tipo *stroop* flor-corazón [48], y la Torre de Londres [61]. En estas circunstancias los juegos demostraron ser eficaces en la

estimulación del control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva (menores tiempos de respuesta en los ensayos del bloque mixto de la tarea tipo *stroop* para el grupo experimental en la sesión post intervención) y algunos aspectos de la atención (específicamente en la red de orientación evaluada con la tarea ANT). Más importante aún, los efectos del programa no se limitaron a un mejor desempeño en las FE entrenadas, sino que tuvieron un impacto más amplio: los niños con más inasistencias a clase que jugaron con Mate Marote (pero no un grupo control activo) mejoraron su rendimiento en lengua y matemática en primer grado (Por una descripción completa de los resultados, gráficas y tablas asociadas al estudio ver [42]).

Este y otros trabajos, llevados adelante con un número pequeño de participantes y en condiciones de juego supervisado o semisupervisado [60], son prometedores. No obstante, el desafío actual es lograr escalar el alcance de la plataforma a una gran cantidad de usuarios en un formato de juego no supervisado en contextos ecológicos. Un primer piloto en Argentina en laptops OLPC arrojó resultados de entrenamiento comparables a los obtenidos en condiciones de juego supervisado, si bien en este estudio no se evaluó transferencia [49]. Actualmente estamos intentando extender el alcance de la plataforma en Uruguay y Argentina. Dados los resultados consistentemente prometedores, un objetivo social sería incluirlo en currículas escolares donde los docentes pudieran integrar el uso de esta herramienta dentro del aula. Esto incluiría idealmente una pequeña capacitación docente y trabajo político-institucional para pensar la implementación y viabilidad de estas currículas de forma adecuada en nuestros países.

Se puede acceder a la plataforma en las urls www.matemarote.edu.uy y www.matemarote.org.ar (dado que Mate Marote es un proyecto de investigación académica-tecnológica, la plataforma puede tener diferentes juegos, aspectos gráficos o no estar accesible por mantenimiento).

VI. EL FUTURO DE MATE MAROTE

Nuestros objetivos a nivel científico incluyen evaluar la adherencia y la eficacia de distintos flujos de juego, indagar qué aspectos del entorno (expandingo la caracterización del ambiente más allá del relacionado al nivel socioeconómico) o propios del niño (tales como el temperamento) influyen en las diferencias interindividuales de respuesta a los entrenamientos y, eventualmente, evaluar la pertinencia también en poblaciones de desarrollo atípico. Como mencionamos previamente, es poco lo que se conoce sobre la eficacia del entrenamiento cognitivo. Si bien nuestro grupo y muchos otros han probado que es posible mejorar FE con la práctica, aún es mucho lo que se desconoce: ¿Produce el mismo impacto jugar x días consecutivos a un juego que hacerlo un día durante x semanas? ¿Es mejor jugar todos los días a un juego distinto y repetir el ciclo cada dos semanas o jugar varios días al mismo juego y luego cambiar? ¿Jugar a varios juegos en un determinado orden produce el mismo efecto que jugarlos en el orden inverso? ¿Se obtienen los mismos resultados permitiendo a los niños que escojan el orden en que quieren jugar que si este les es especificado? ¿Qué resultados produce el entrenamiento de las FE superiores sobre los procesos básicos? ¿El

entrenamiento de FE superiores transfiere al rendimiento académico?

Este tipo de preguntas sin respuesta evidencian que hacen falta estudios sistemáticos y rigurosos de, por ejemplo, distribuciones temporales de eventos de estimulación cognitiva y del efecto del orden de los entrenamientos en esta estimulación. Estos aspectos poco explorados abren preguntas interesantes sobre el alcance y el impacto de las estimulaciones. Con su flujo de juegos dinámico y fácil de usar para un experimentador, Mate Marote se torna una herramienta versátil y simple para comenzar a responder estas preguntas y, en última instancia, poder aprovechar al máximo el potencial que tiene el entrenamiento cognitivo computacional, haciéndolo de manera individualizada de acuerdo a las necesidades de cada niño.

VII. DISCUSIÓN

La desigualdad, uno de los principales padecimientos de América Latina [62], suele ir acompañada de altos niveles de pobreza y disminuye el impacto que puede tener el desarrollo económico en disminuirla [63]. En nuestra región la incidencia de la pobreza, en particular la infantil, continúa siendo alarmante [64]. No obstante, la desigualdad trasciende la disparidad en los ingresos económicos [65]. En Uruguay, por ejemplo, los niños de 0 a 3 años pertenecientes a los hogares de menores ingresos presentan un rendimiento descendido en pruebas estandarizadas que evalúan comunicación, motricidad fina, resolución de problemas y desarrollo socioemocional [66]. En lo que respecta al acceso a la educación, el porcentaje de niños de 3 años que accede a centros educativos es muy inferior para la población de menores ingresos. Luego, durante la etapa escolar, el nivel socioeconómico del hogar y del centro educativo se asocia con el nivel de desempeño en lengua y matemática, con la cantidad de inasistencias y con el acceso, permanencia y egreso de educación media y superior [67], [68]. Es claro entonces que la generación de estrategias y herramientas que apunten a disminuir la inequidad e igualar oportunidades desde edades tempranas es de suma importancia en nuestra región.

Debe destacarse además la profunda asimetría geográfica en la generación de conocimiento sobre desarrollo cognitivo y pobreza. La mayoría de los estudios se producen en países occidentales de altos ingresos. No obstante, es plausible que la heterogeneidad con que se manifiesta la pobreza en distintos países, sumado a componentes culturales idiosincráticos, limiten la aplicabilidad de los estudios realizados en países de altos ingresos a la región latinoamericana [69].

En este contexto surge la preocupación por generar conocimiento local y programas diseñados a medida de las características socioculturales, económicas y de infraestructura propias de los países donde se aplicarán, que apunten a promover el desarrollo cognitivo de forma económicamente viable y con un impacto social potencialmente amplio [33]. La neurociencia cognitiva educacional permite el diálogo entre la investigación básica en aspectos vinculados con el desarrollo cognitivo y la educación. Como resultado de ese diálogo surge Mate Marote, una herramienta concreta para que padres y educadores promuevan el desarrollo de habilidades mentales

imprescindibles para el tránsito por el sistema educativo: control atencional, capacidad de planificación y control de respuestas impulsivas que den lugar a conductas reflexivas y adaptativas por parte de los niños.

¿Es la estimulación cognitiva computarizada una estrategia prometedora para mejorar la vida cotidiana de los niños en situaciones más vulnerables? Esta es una de las grandes preguntas del área que requiere una discusión teórica que no se ha dado con frecuencia o en profundidad [70] y que debe enmarcarse en los modelos más recientes sobre el desarrollo en general y de las FE en particular. Ya sea que se conceptualice al desarrollo como un sistema dinámico [71] o desde una perspectiva neuroconstructivista [2], [72], un problema central es cómo interactúan los genes, los aspectos ambientales y las trayectorias de desarrollo, típicas o atípicas, de distintos procesos entre sí y cómo esto es modulado por la ausencia o presencia de intervenciones para promover el desarrollo cognitivo.

A pesar de la miríada de trabajos que muestran una asociación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de las FE, son pocos los trabajos que evalúan de forma directa el impacto de aquel en el efecto del entrenamiento cognitivo computarizado. Un trabajo reciente apunta a que no habría relación entre estas variables [73], aunque debemos recordar que los resultados obtenidos en países desarrollados no son necesariamente trasladables a otras regiones [69].

¿Que variables pueden explicar estos resultados? La forma de caracterizar la pobreza, el grado de desarrollo de distintos procesos y las variantes genotípicas deberían ser consideradas. Por ejemplo, en niños de desarrollo típico la homocigosis de la forma larga del gen transportador de dopamina tipo 1 (DAT1) se vincula con menores dificultades en resolver tareas de conflicto atencional [20], aunque no conocemos estudios que vinculen directamente la variante genotípica de ese gen y la eficacia del entrenamiento. Por otra parte, ciertos SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*) en el gen para el receptor de dopamina 2 (DRD2) se asociaron a mejoras durante el entrenamiento de la MT [74].

Algunos trabajos apuntan a que el entrenamiento computarizado en poblaciones infantiles de desarrollo atípico podrían ser eficaces en disminuir los efectos de la psicopatología (revisado en [75]). Sin embargo, datos recabados en adultos apuntan a que la eficacia del entrenamiento cognitivo depende del genotipo. Así, se ha sugerido que en pacientes con esquizofrenia, aquellos con ciertas variantes del gen catechol-O-methyl transferase (COMT) son sensibles al entrenamiento cognitivo [76], aunque esta asociación ha sido cuestionada [77].

Otro escenario plausible de analizar es el de la interacción entre los procesos en desarrollo. Sodorqvist y Nutley [70] plantean que para que el entrenamiento de un proceso, por ejemplo la MT, tenga repercusiones en aspectos cognitivos más amplios, es necesario que un desarrollo disminuido de ese proceso sea el *único* cuello de botella que subyace a las conductas más generales en las que se esperan repercusiones. Dado que las conductas complejas se construyen sobre una multiplicidad de procesos básicos, es razonable esperar que intervenciones que apunten a entrenar varias FE tengan mayor probabilidad de repercutir en

aspectos conductuales amplios como el rendimiento académico.

Más aún, en relación a la transferencia lejana, se hace necesario discutir cuáles son los posibles mecanismos que la sustentan y qué aspectos metodológicos se deben considerar para evaluarlos. Se han propuesto dos rutas que vinculan entrenamiento y rendimiento académico. La primera implica una repercusión directa en el *desempeño* en tareas relevantes. La otra posibilidad es que el entrenamiento impacte en la capacidad de *aprendizaje* [70].

Para evaluar mejoras en el *desempeño* se deben seleccionar cuidadosamente las tareas de evaluación, ya que como señalan Diamond y Ling [5] es en los escenarios en los que las demandas son elevadas que es factible encontrar los efectos positivos de la estimulación.

Por otro lado, si se desea evaluar la posibilidad de que el entrenamiento mejore la capacidad de *aprendizaje*, es decir, de la adquisición de nuevas habilidades, son otras las consideraciones metodológicas. En este caso es fundamental que 1) exista una enseñanza explícita de las habilidades que se pretende que los niños adquieran y 2) que transcurra un tiempo que permita la incorporación de tales destrezas.

¿Es Mate Marote una herramienta efectiva de entrenamiento cognitivo con consecuencias positivas en el rendimiento académico? Nuestros datos indican que en una población específica (niños y niñas de 6 años, que cursaban primer grado en escuelas de contexto socioeconómico bajo) un programa de estimulación de varios procesos logró mejorar algunos aspectos de las funciones ejecutivas, y que estos efectos se trasladaron al rendimiento en lengua y matemática para aquellos niños que menos asistían a clase. En esa experiencia, las FE en las que se encontraron beneficios de la estimulación fueron algunos componentes atencionales y de control inhibitorio [42].

Mate Marote es una herramienta prometedora para incorporar programas de estimulación cognitiva de forma sencilla, entretenida y económica en cualquier hogar o institución educativa que cuente con computadoras o tabletas. Es además útil para llevar adelante estudios que busquen aportar datos sobre cómo aspectos ambientales, personales o genéticos influyen en las diferencias interindividuales que suelen observarse en los efectos de los programas de estimulación. La plataforma es, a diferencia de programas similares disponibles en el mercado, una herramienta libre, de código abierto y con evaluación de impacto para estimular aspectos cognitivos claves en el desarrollo. Cabe destacar que hasta el momento los datos publicados por nuestro grupo se refieren a experiencias controladas y supervisadas en las que participaron niños de trayectorias de desarrollo típico. En este escenario, los juegos logran fomentar el desarrollo de habilidades mentales esenciales para aprender y que tienen un impacto en los logros académicos de niños que crecen en contextos vulnerables.

El gran desafío es, entonces, amplificar a gran escala la propuesta, y hacerlo de forma sustentable, es decir incluir más niños reduciendo el número de recursos humanos necesarios, valiéndonos del acceso masivo a la tecnología, en particular en países que cuentan con programas que facilitan una computadora, laptop o tableta a cada estudiante.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República, Uruguay, la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y la Fundación Ceibal, Uruguay, el CONICET y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva de la Argentina a través de la Fundación Sadosky. Las autoras también desean agradecer a Paula Abramovich por los diseños gráfico y al resto del equipo de Mate Marote: Laouen Belloli, Melina Vladisaukas, Hernán Delgado-Vivas, Diego Fernández Slezak, Paula Abramovich, Sebastián Lipina y Mariano Sigman.

BIBLIOGRAFÍA

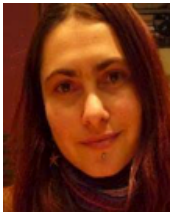
- [1] G. Gottlieb and R. Lickliter, "Probabilistic epigenesis," *Dev. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–11, 2007.
- [2] T. M. Dekker and A. Karmiloff-Smith, "The dynamics of ontogeny: A neuroconstructivist perspective on genes, brains, cognition and behavior.," *Prog. Brain Res.*, vol. 189, pp. 23–33, 2011.
- [3] U. Bronfenbrenner, "Ecological models of human development," *Readings on the development of children*, vol. 3, pp. 37–43, 1994.
- [4] D. A. Hackman, M. J. Farah, and M. J. Meaney, "Socioeconomic status and the brain: Mechanistic insights from human and animal research," *Neuroscience*, vol. 11, no. September, pp. 651–659, 2010.
- [5] A. Diamond and D. S. Ling, "Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not," *Dev. Cogn. Neurosci.*, vol. 18, pp. 34–48, 2016.
- [6] C. Blair and R. Razza, "Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten," *Source Child Dev. Child Dev.*, vol. 78, no. 2, pp. 647–663, 2007.
- [7] L. L. Brock, S. E. Rimm-Kaufman, L. Nathanson, and K. J. Grimm, "The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten," *Early Child. Res. Q.*, vol. 24, no. 3, pp. 337–349, 2009.
- [8] M. S. Burrage, C. C. Ponitz, E. A. McCready, P. Shah, B. C. Sims, A. M. Jewkes, and F. J. Morrison, "Age- and schooling related effects on executive functions in young children: A natural experiment," *Child Neuropsychol.*, vol. 14, no. January 2015, pp. 510–524, 2008.
- [9] F. J. Morrison, C. C. Ponitz, and M. M. McClelland, "Self-regulation and academic achievement in the transition to school," in *Child Development at the Intersection of Emotion and Cognition*, S. D. Calkins and M. A. Bell, Eds. American Psychological Association, 2010, pp. 203–224.
- [10] P. Viterbori, M. C. Usai, L. Traverso, and V. De Franchis, "How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study.," *J. Exp. Child Psychol.*, vol. 140, pp. 38–55, 2015.
- [11] L. Engelhardt, E. D. A. Briley, F. D. Mann, K. P. Harden, and M. Elliot, "Genes Unite Executive Functions in Childhood," *Psychol. Sci.*, vol. 26, no. 8, pp. 1151–1163, 2015.
- [12] G. M. Lawson and M. J. Farah, "Executive function as a mediator between SES and academic achievement throughout childhood," *Int. J. Behav. Dev.*, vol. 41, no. 1, pp. 91–104, 2017.
- [13] D. Pnevmatikos and I. Trikkaliotis, "Journal of Experimental Child Intraindividual differences in executive functions during childhood: The role of emotions," *J. Exp. Child Psychol.*, vol. 115, no. 2, pp. 245–261, 2013.
- [14] A. Diamond, "Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions," *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 21, no. 5, pp. 335–341, 2012.
- [15] A. Diamond, W. S. Barnett, J. Thomas, and S. Munro, "Preschool program improves cognitive control.," *Science*, vol. 318, no. 5855, pp. 1387–8, 2007.
- [16] T. R. Sasser, K. L. Bierman, B. Heinrichs, and R. L. Nix, "Preschool Intervention Can Promote Sustained Growth in the Executive- Function Skills of Children Exhibiting Early Deficits," *Psychol. Sci.*, vol. 28, no. 12, pp. 1719–1730, 2017.

- [17] J. Au, E. Sheehan, N. Tsai, G. J. Duncan, M. Buschkuhl, and S. M. Jaeggi, "Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis," *Psychon. Bull. Rev.*, vol. 22, no. 2, pp. 366–77, 2015.
- [18] S. M. Jaeggi, M. Buschkuhl, J. Jonides, and W. J. Perrig, "Improving fluid intelligence with training on working memory," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 105, no. 19, pp. 6829–6833, 2008.
- [19] M. R. Rueda, J. Fan, B. D. McCandliss, J. D. Halparin, D. B. Gruber, L. P. Lercari, and M. I. Posner, "Development of attentional networks in childhood," *Neuropsychologia*, vol. 42, no. 8, pp. 1029–1040, 2004.
- [20] M. R. Rueda, M. K. Rothbart, B. D. Mccandliss, L. Saccomanno, and M. I. Posner, "Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention," pp. 2–7, 2005.
- [21] "Cogmed." [Online]. Available: <https://www.cogmed.com/>. [Accessed: 23-Dec-2017].
- [22] "Focus pocus." [Online]. Available: <http://neurocog.com.au/products/focus-pocus/>. [Accessed: 23-Dec-2017].
- [23] S. J. Johnstone, S. J. Roodenrys, K. Johnson, R. Bonfield, and S. J. Bennett, "Game-based combined cognitive and neurofeedback training using focus pocus reduces symptom severity in children with diagnosed AD/HD and subclinical AD/HD," *Int. J. Psychophysiol.*, 2017.
- [24] S. M. Jaeggi, J. Karbach, and T. Strobach, "Editorial Special Topic: Enhancing Brain and Cognition Through Cognitive Training," *J. Cogn. Enhanc.*, 2017.
- [25] G. Sala and F. Gobet, "Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence," *Dev. Psychol.*, vol. 53, no. 4, pp. 671–685, 2017.
- [26] M. R. Rueda, P. Checa, and L. M. Cómbita, "Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: Immediate changes and effects after two months," *Dev. Cogn. Neurosci.*, vol. 2, no. SUPPL. 1, pp. S192–S204, 2012.
- [27] S. Cortese, M. Ferrin, D. Brandeis, B. Jan, D. Daley, R. W. Dittmann, M. Holtmann, P. Santosh, J. Stevenson, A. Stringaris, A. Zuddas, and E. J. Sonuga-Barke, "Cognitive Training for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials," *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, vol. 54, no. 3, pp. 164–174, 2015.
- [28] F. Buttelmann, J. Karbach, and C. C. Von Bastian, "Development and Plasticity of Cognitive Flexibility in Early and Middle Childhood," *Front. Psychol.*, vol. 8, pp. 1–6, 2017.
- [29] A. P. Mackey, S. S. Hill, S. I. Stone, and S. A. Bunge, "Differential effects of reasoning and speed training in children," *Dev. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 582–590, 2011.
- [30] S. Bergman Nutley, S. Söderqvist, S. Bryde, L. B. Thorell, K. Humphreys, and T. Klingberg, "Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study," *Dev. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 591–601, 2011.
- [31] A. P. Goldin, M. S. Segretin, M. Hermida, L. Paz, S. Lipina, N. Javier, and M. Sigman, "Training planning and working memory in third graders," *Mind, Brain, Educ.*, vol. 7, no. 2, pp. 136–146, 2013.
- [32] M. J. Hermida, M. S. Segretin, S. J. Lipina, S. Benarós, and J. A. Colombo, "Abordajes neurocognitivos en el estudio de la pobreza infantil: Consideraciones conceptuales y metodológicas," *Int. J. Psychol. Psychol. Ther.*, vol. 10, no. 2, pp. 205–225, 2010.
- [33] S. Ribeiro, N. B. Mota, V. da R. Fernandes, A. C. Deslandes, G. Brockington, and M. Copelli, "Physiology and assessment as low-hanging fruit for education overhaul," *Prospects*, Mar. 2017.
- [34] "One Laptop per Child." [Online]. Available: <http://one.laptop.org/>. [Accessed: 08-Jun-2017].
- [35] "Plan Ceibal." [Online]. Available: <http://www.ceibal.edu.uy/>. [Accessed: 08-Jun-2017].
- [36] A. A. Zucker and D. Light, "Laptop Programs for Students," *Science (80-.)*, vol. 323, pp. 82–85, 2009.
- [37] J. D. Roche and B. D. Johnson, "Cogmed Working Memory Training Product Review," *J. Atten. Disord.*, vol. 18, no. 4, pp. 379–384, 2014.
- [38] S. Ballesteros, J. Mayas, E. Ruiz-Marquez, A. Prieto, P. Toril, L. Ponce de Leon, M. de Ceballos, and J. Reales Avilés, "Effects of Video Game Training on Behavioral and Electrophysiological Measures of Attention and Memory: Protocol for a Randomized Controlled Trial," *JMIR Res Protoc*, vol. 6, no. 1, p. e8, 2017.
- [39] P. Toril, J. Reales Avilés, J. Mayas, and S. Ballesteros, "Video Game Training Enhances Visuospatial Working Memory and Episodic Memory in Older Adults," *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 10, p. 206, 2016.
- [40] A. P. Goldin and M. Lopez-Rosenfeld, "Estimulación de procesos cognitivos Incorporación de conocimiento neurocientífico para el desarrollo de contenido en plataformas digitales," in *Pensar las TIC desde la Ciencia Cognitiva y la Neurociencia*, 2016.
- [41] L. Belloli, M. A. Miguel, A. P. Goldin, and D. Fernández Slezak, "Mate Marote: a BigData platform for massive scale educational interventions," in *45 JALIO, Jornadas Argentinas de Informática.*, 2016.
- [42] A. P. Goldin, M. J. Hermida, D. E. Shalom, M. Elias Costa, M. Lopez-Rosenfeld, M. S. Segretin, D. Fernández-Slezak, S. J. Lipina, and M. Sigman, "Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 111, no. 17, pp. 6443–8, Apr. 2014.
- [43] M. R. Rueda, M. I. Posner, and K. Mary, "The Development of Executive Attention: Contributions to the Emergence of Self-Regulation," *Dev. Neuropsychol.*, vol. 28, no. 2, pp. 573–594, 2005.
- [44] S. Dörrenbächer, P. M. Müller, J. Tröger, and J. Kray, "Dissociable effects of game elements on motivation and cognition in a task-switching training in middle childhood," *Front. Neurosci.*, vol. 5, pp. 1–22, 2014.
- [45] S. Mohammed, L. Flores, J. Deveau, R. C. Hoffing, C. Phung, C. M. Parlett, E. Sheehan, D. Lee, J. Au, M. Buschkuhl, V. Zordan, S. M. Jaeggi, and A. R. Seitz, "The Benefits and Challenges of Implementing Motivational Features to Boost Cognitive Training Outcome," pp. 491–507, 2017.
- [46] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre, and G. Angelova, "Gamification in Education: A Systematic Mapping Study Gamification in Education: A Systematic Mapping Study," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. June, pp. 75–88, 2015.
- [47] S. A. Bunge, N. M. Dudukovic, M. E. Thomason, C. J. Vaidya, and J. D. E. Gabrieli, "Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI," *Neuron*, vol. 33, no. 2, pp. 301–311, 2002.
- [48] M. C. Davidson, D. Amso, L. C. Anderson, and A. Diamond, "Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching," *Neuropsychologia*, vol. 44, no. 11, pp. 2037–2078, 2006.
- [49] M. Lopez-Rosenfeld, A. P. Goldin, S. Lipina, M. Sigman, and D. Fernandez Slezak, "Mate Marote: A flexible automated framework for large-scale educational interventions," *Comput. Educ.*, vol. 68, pp. 307–313, 2013.
- [50] A. D. Baddeley and G. J. Hitch, "Developments in the concept of working memory," *Neuropsychology*, vol. 8, no. 4, pp. 485–493, 1994.
- [51] A. Diamond, "Executive functions," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 64, pp. 135–68, 2013.
- [52] M. Petrides and B. Milner, "Deficits on subject-ordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man," *Neuropsychologia*, vol. 20, no. 3, pp. 249–262, 1982.
- [53] G. A. Miller, "The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information," *Psychol. Rev.*, vol. 63, no. 2, pp. 81–97, 1956.
- [54] W. K. Kirchner, "Age differences in short-term retention of rapidly changing information," *J. Exp. Psychol.*, vol. 55, no. 4, pp. 352–358, 1958.
- [55] A. M. Owen, "Cognitive planning in humans: Neuropsychological, neuroanatomical and neuropharmacological perspectives," *Prog. Neurobiol.*, vol. 53, no. 4, pp. 431–450, 1997.
- [56] D. (Carnegie-M. U. Klahr, "Solving problems with ambiguous subgoal ordering: preschoolers' performance," *Child Dev.*, vol. 56, pp. 940–952, 1985.
- [57] J. S. B. T. Evans and D. E. Over, *Rationality and Reasoning*. Psychology Press, 1996.
- [58] C. E. Bailey, "Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 1118, pp. 122–141, 2007.
- [59] L. Paz, A. P. Goldin, C. Diuk, and M. Sigman, "Parsing Heuristic and Forward Search in First-Graders' Game-Play Behavior," *Cogn. Sci.*, pp. 1–28, 2014.
- [60] V. Nin, H. Delgado, A. P. Goldin, D. Fernández-slezak, L. Belloli, and A. Carboni, "Executive Functions development in preschoolers from different socioeconomic backgrounds in Uruguay," in *Mind, Brain, and Education 2016 Conference*, 2016.

- [61] T. Shallice, "Specific impairments of planning," *Philos. Trans. Sci.*, vol. 298, pp. 199–209, 1982.
- [62] CEPAL, *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. 2016.
- [63] CEPAL, *La ineficiencia de la desigualdad. Síntesis*. 2018.
- [64] R. Jolly, "Inequality: a historical issue within the United Nations System," in *World social science report, 2016: Challenging inequalities; pathways to a just world*, 2016.
- [65] World-Bank, *poverty_WB2016.pdf*. Washington D.C.: World Bank, 2016.
- [66] W. Cabella, M. De Rosa, E. Failache, P. Fitermann, N. Katzkowics, M. Medina, J. Mila, M. Nathan, A. Nocetto, I. Pardo, I. Perazzo, G. Salas, M. C. Salmentón, C. Severi, and A. Vigorito, "Salud, nutrición y desarrollo en la primera infancia en Uruguay," Montevideo, 2015.
- [67] INEE, "Informe sobre el estado de la educación en Uruguay 2015-2016," Montevideo, 2017.
- [68] A. Rivas, *América Latina después de PISA. Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015)*. Buenos Aires: CIPPEC-Natura-Instituto Natura., 2015.
- [69] S. L. Haft and F. Hoefl, "Poverty's Impact on Children's Executive Functions: Global Considerations," no. 158, pp. 69–79, 2017.
- [70] S. Söderqvist and S. B. Nutley, "Are Measures of Transfer Effects Missing the Target?," *J. Cogn. Enhanc.*, vol. 1, pp. 508–512, 2017.
- [71] L. B. Smith and E. Thelen, "Development as a dynamic system," *Trends Cogn. Sci.*, vol. 7, no. 8, pp. 343–348, 2003.
- [72] A. Karmiloff-smith, "Development itself is the key to understanding developmental disorders," *Trends Cogn. Sci.*, vol. 2, no. 10, pp. 389–398, 1998.
- [73] B. Katz and P. Shah, "The role of child socioeconomic status in cognitive training outcomes," *J. Appl. Dev. Psychol.*, vol. 53, no. October, pp. 139–150, 2017.
- [74] S. Söderqvist, H. Matsson, M. Peyrard-janvid, J. Kere, and T. Klingberg, "Polymorphisms in the Dopamine Receptor 2 Gene Region Influence Improvements during Working Memory Training in Children and Adolescents," *J. Cogn. Neurosci.*, vol. 26, no. 1, pp. 54–62, 2014.
- [75] M. Keshavan, S. Vinogradov, J. Rumsey, J. Sherrill, and A. Wagner, "Cognitive Training in Mental Disorders: Update and Future Directions," *Am. J. Psychiatry*, vol. 171, no. 5, pp. 510–522, 2014.
- [76] M. Bosia, M. Bechi, E. Marino, S. Anselmetti, S. Poletti, F. Cocchi, E. Smeraldi, and R. Cavallaro, "Influence of catechol-O-methyltransferase Val158Met polymorphism on neuropsychological and functional outcomes of classical rehabilitation and cognitive remediation in schizophrenia," *Neurosci. Lett.*, vol. 417, no. 3, p. 271–274., 2007.
- [77] K. Greenwood, C. F. Hung, M. Tropeano, P. McGuffin, and T. Wykes, "No association between the catechol-O-methyltransferase (COMT) val158met polymorphism and cognitive improvement following cognitive remediation therapy (CRT) in schizophrenia," *Neurosci. Lett.*, vol. 496, no. 2, pp. 65–69, 2011.



Veronica Nin es docente e investigadora en la Facultad de Psicología y miembro del Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje, de la Universidad de la República de Uruguay. Se doctoró en Ciencias Biológicas en el 2014 a través del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas de Uruguay. Sus intereses incluyen educación en la primera infancia y psicología y neurobiología del desarrollo en contextos de vulnerabilidad social.



Andrea Goldin es bióloga y doctora en Ciencias Fisiológicas (UBA). Investigadora del CONICET y profesora del Laboratorio de Neurociencia de la Universidad Torcuato Di Tella. Sus intereses incluyen la neurociencia, la educación y la divulgación científica. Es miembro de la Asociación Civil Expedición Ciencia, dedicada a la enseñanza informal de las ciencias.



Alejandra Carboni es directora del Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPSI), Profesora Agregada, grado 4 de la Facultad de Psicología, Udelar. Se doctoró en Neurociencias por la Universidad Complutense de Madrid en el año 2010. Su línea de investigación se centra en el estudio del neurodesarrollo en la primera infancia y en el estudio de las bases neuronales de la atención.

Publicación asociada 2

Nin, V., Delgado, H., Muniz-Terrera, G., & Carboni, A. (2022). Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status. *Developmental Science*, e13241. <https://doi.org/10.1111/desc.13241>



RESEARCH ARTICLE

Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status

Verónica Nin^{1,2}  | Hernán Delgado^{1,2}  | Graciela Muniz-Terrera³  |
Alejandra Carboni^{1,2} 

¹ Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad de la República, Uruguay

² Centro Interdisciplinario para la Cognición en la Enseñanza y el Aprendizaje, Espacio Interdisciplinario, Universidad de la República, Uruguay

³ Centre for Dementia Prevention, University of Edinburgh, Scotland, UK

Correspondence

Verónica Nin, Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad de la República, Uruguay.

Email: veronica.nin@gmail.com

Funding information

ANII, Grant/Award Num-

bers: FSPI_X_2015_1_108417,

ININ_1_2017_1_137164; CSIC, Grant/Award

Number: 191120-000676-15

Abstract

Executive functions (EF), either conceptualized as skills involved in regulation of cognition and emotion in service of goal-oriented behavior, or reductively as working memory, flexibility and inhibitory control, are commonly invoked constructs in developmental science. Two main traditions on EFs measurement prevail, one consisting of ratings obtained through questionnaires that inquire on behavior in common situations, the other based on performance in laboratory tasks. Whether both types of assessment actually refer to the same constructs is not consensual. Further, the role of school context in the degree of correspondence between both types of measures remains largely unexplored. Here, we show in a sample of over 220 children (age $M = 5.6$, $SD = 0.4$ years), by means of multilevel models, that whether EF tasks can predict BRIEF-P ratings and vice-versa, depends on the process considered and on the school SES. Inhibitory control, planning, and global executive functioning are associated with BRIEF-P ratings in all schools. In contrast, we found no association among measures of flexibility independently of school SES. For working memory, we found that questionnaire rating predicts span only in high SES schools, but span predicts behaviors across schools. Our findings contribute to a growing body of literature that proposes constructs assessed by questionnaires and tasks only partially overlap and suggests that school SES may be a relevant factor to consider when questionnaires are answered by teachers.

KEYWORDS

child development, cognitive assessment, executive functions, multilevel analysis, self-regulation, SES

1 | INTRODUCTION

The ability to voluntarily and consciously align thoughts and emotions with behavior in the pursuit of goals is the most usual definition of Executive Functions (EF) (Diamond, 2013; Zelazo, 2015, 2020). In spite of what seems to be a clear definition, conceptual, and methodological challenges regarding EF persist in the literature (Doebel, 2020; Inzlicht et al., 2021). The work by Miyake et al. (2000) constitutes a turning point in terms of EF conceptualization. Their seminal work aimed to identify (part of) the cognitive processes that underlie performance in

tasks that are frequently used to assess EF. To do so, they selected a number of tasks based on convenience criteria and analyzed the results by means of latent variable analysis. The results supported that EF can be partially dissociated into three components: working memory (WM), inhibitory control (IC), and cognitive flexibility (CF), and a unitary factor. Although later publications do not always find support for a tripartite model in adults (Karr et al., 2018), and a less differentiated model is proposed for younger children (Karr et al., 2018; Lehto et al., 2003), the reduction of EF skills to these three specific components has gained traction in the literature. As a result, it has become frequent to



encounter definitions that refer to three EF: WM, inhibition, and flexibility, and to assume these are the building blocks of more complex, or higher, EF as planning or reasoning (Diamond, 2013).

This predominant view has recently been challenged by Doebel who proposes that EF should be instead conceptualized as the integration of knowledge, beliefs, and values when applying control over cognitive, motor, and perceptual processes for goal pursuit in specific situations (Doebel, 2020). For instance, performance in a classic self-regulation task depends on beliefs about group norms (Doebel & Munakata, 2018), whether others would find out about the subject's behavior (Ma et al., 2020), or takes place in isolation or in pairs (Koomen et al., 2020). In addition, this author has shown that exposure to language appropriate to deal with contrasting stimuli characteristics improves performance in inhibitory control and flexibility tasks (Doebel & Zelazo, 2016b). Doebel proposes that children do not simply develop an inhibitory process they then can apply across a wide range of situations, but rather, what children develop is a skill to use control in particular situations.

These two different ways of conceptualizing EF are in turn related to two clear perspectives regarding EF measurement (Malanchini et al., 2019; Toplak et al., 2013). The first one, rooted in clinical and experimental psychology, employs tasks that are administered individually, under optimal experimental conditions, and that may or not be emotionally neutral, to measure specific cognitive processes. Examples of tasks with neutral emotional content used to evaluate WM are the Corsi blocks and the digit span in their forward and backward versions (Oberauer et al., 2018). Inhibition capacity is usually evaluated through semantic incongruence tasks such as Stroop or spatial incompatibility tasks such as Simon (Davidson et al., 2006). For younger children, tasks that do not require well-developed reading skills have been developed to replace tasks based on semantic incongruence. Examples of these are the day-and-night stroop (Gerstadt et al., 1994), the fruit stroop (Archibald & Kerns, 1999), and the animal stroop (Wright et al., 2003). Flexibility tasks generally involve switching between prompts or rules, for example, the dimensional-change card sorting (Doebel & Zelazo, 2016a), or the mixed block of the Hearts and Flowers task (Davidson et al., 2006).

On the other hand, the second tradition of evaluation proposes the use of questionnaires, which in the case of children are usually completed by parents or teachers, to inquire about everyday situations that neither reflect emotionally neutral nor controlled situations, and require the coordination of multiple underlying processes, contextual knowledge and motivation. One scale that is gaining popularity in the literature is the Behavioral Rating Inventory of Executive Functions (BRIEF) (Gioia et al., 2000) and its preschool version BRIEF-P (Isquith et al., 2004). Both present items that evaluate how common certain behaviors are, grouped in five scales and three indices.

Taking into consideration the differences described for performance-based and questionnaire-based evaluations, it is not surprising that several studies on the convergent validity of these types of measures suggest that they weakly correlate (Duckworth & Kern, 2011; Enkavi et al., 2019; Mahone & Hoffman, 2007; Malanchini

Research Highlights

- BRIEF-P Inhibit, Emotional Control, and Planning/Organize scales are associated with performance in inhibitory control and planning tasks across schools
- BRIEF-P Working Memory scale is associated with performance in a WM task only in high SES schools
- BRIEF-P flexibility scale is not associated with performance in a task with a flexibility component independently of School SES
- BRIEF-P based measures show higher intraclass correlation than tasks and are not sensitive to socioeconomic context.

et al., 2019; Saunders et al., 2017; Toplak et al., 2013). Toplak et al. (2013) reviewed specifically the relation between BRIEF and EF tasks in clinical and non-clinical populations and found significant, although low associations, between both.

Another important issue to consider regarding EF is the influence of context in its acquisition and manifestation (Ellis et al., 2017). According to contemporary theories of development, EF developmental trajectories are the product of a multilevel, culturally and historically situated dynamic system, in which biological and environmental factors modulate each other over time (Blair & Raver, 2012; Lerner, 2006). An improvement of EF during childhood has been consistently reported, together with the maturation of the prefrontal cortex that supports EF skills (Farah, 2017; Zelazo, 2020). In addition, the support for an association between socioeconomic status (SES) and EF development measured by means of laboratory tasks is strong (Farah, 2017; Hackman et al., 2015; Lawson et al., 2018). In Doebel's understanding of EF, socioeconomic differences in the ability to exert control in similar situations is expected given that the knowledge, values, norms and types of circumstances encountered during development varies across contexts (Doebel, 2020).

Taking into consideration the concerns regarding whether or not questionnaires and tasks evaluate the same constructs, and whether EFs should be conceptualized mechanistically or holistically, it is not clear what to expect of the relationship between informant-based measures and socioeconomic circumstances, although Sherman and Brooks report that children from lower SES tend to get ratings that indicate difficulties with EF (Sherman & Brooks, 2010). In addition to all of the above, another concern regarding informant-based measures lies in the fact that responses are subject not only to typical measurement errors, but also to expectation effects and biases that affect the raters (Fuhs et al., 2015; Mashburn et al., 2006). For instance, teachers' evaluations of EF may be subject to what is known as the "reference group effect," the fact that each teacher will judge a child's abilities relative to their peers' (Fuhs et al., 2015). The perception that teachers have in relation to their students' abilities is in turn associated with the classroom context: teachers in disadvantaged schools tend



to underestimate their students' literacy abilities (Ready & Wright, 2011). Whether this finding holds true for basic skills evaluations made by teachers of younger children is, at the best of our knowledge, unknown.

In light of these conflicting views, understanding the relationship between EF measured by tasks and questionnaires may shed light on the relation between specific cognitive processes and the resolution of real-life challenges for children from diverse socioeconomic backgrounds. The present work seeks to provide evidence in relation to two key issues. First, on whether individual, test-based measures of EF, and measures provided by teachers through the BRIEF-P questionnaire tap into the same underlying processes, that is, whether one can predict the other. Based on the previous findings reported in the literature and recapitulated in this introduction, we hypothesized that a low to moderate association for the performance-based and rating measures of inhibitory control, cognitive flexibility, and planning would emerge. The second issue is whether school's socioeconomic characteristics are associated with, and moderate, EF measures obtained by both methodologies. The absence of prior studies on this matter, and the multiple factors that may influence the evaluation teachers make about their students, makes it difficult to advance hypotheses in this regard: we cannot anticipate whether a modulation of the associations for each specific process will emerge. Given the nested structure of the data, we used multilevel analysis, a statistical methodology that allows to disentangle within and between classes variance, and the inclusion of predictors at both individual and school levels.

2 | METHODS

2.1 | Participants

A total of 308 children (150 girls) were recruited for the study from 14 kindergarten classes in 10 public schools in Montevideo, Uruguay, classified either as the lowest or highest Sociocultural Level (SCL) quintile by the National Administration of Public Education. Data from 4 children were removed from the analytical sample because they were outliers according to their age (age above/below three SD samples' average age). Teachers were asked to complete the BRIEF-P for each child in the classroom (see below), but failed to return questionnaires for seven children, and one questionnaire was incomplete. We excluded children whose BRIEF-P questionnaires had unacceptable inconsistency scores (for further detail on BRIEF-P treatment refer to the corresponding paragraph in this section). The final sample consisted therefore of 261 children (129 girls) in kindergarten, aged $M = 5.6$, $SD = 0.4$ years. Not all children attended all testing sessions; the number of participants for each analysis is reported in the results section. Informed consent was obtained from parents/caregivers in accordance with the World Medical Association (WMA) Declaration of Helsinki. The study was approved by the Research Ethics Committee of the School of Psychology, University of the Republic.

2.2 | Design and procedures

Children were administered a battery of EF tasks at their schools, during two sessions (two to three tasks per session) at times reported by teachers not to interfere with regular meals and activities. A detailed description of the procedures is available in the Supplemental Material. The tasks used in this article have been reported before (Goldin et al., 2014), and will be briefly described in the corresponding section. In addition, teachers filled the Behavior Rating Inventory of Executive Function-Preschool version (BRIEF-P) (Isquith et al., 2004) for every child in their classroom.

2.3 | School sociocultural level

Schools in Uruguay are classified by the National Administration of Public Education according to a continuous variable (the School Sociocultural Level, SCL) a composite of three sets of measures: SES of the school's overall population, a measure of maternal education for every child in the school, and indicator of social integration that combines the proportion of homes with school-aged children that do not attend formal education and the proportion of children that live in urban slums (ANEP, 2016). The specific score of each school is not open access, however, the distribution in quintiles is public: those schools classified as the lowest quintile serve the poorest population and are usually located in vulnerable quarters. On the other hand, schools in the highest quintile serve children from homes located in urban neighborhoods characterized by middle and middle high-class homes. Taking schools in the extremes of the distribution ensures that the differences attributable to socioeconomic circumstances are captured. This approach has also been followed in the US (Torff & Sessions, 2009).

2.4 | Cognitive assessment

2.4.1 | Inhibitory control and cognitive flexibility task

We used an adaptation of the Hearts and Flowers task (Wright & Diamond, 2014). Two types of stimuli were presented either at the left or right of the screen on each trial. The congruent stimuli required children to press the button on the same side of the screen and the incongruent stimuli required a button press on the opposite side of the screen. An initial block of 12 congruent trials (all responses on the same side) was followed by a block of 12 incongruent trials (all responses on the opposite side), and then by a mixed block of 24 trials where congruent and incongruent trials were randomly intermixed. Instructions and a practice block of 8 trials were given before each block. We used the Proportion of Correct Answers (PCA) in the incongruent block as the measure of inhibitory control, like other studies in the region with similar samples (Giovannetti et al., 2020; Hermida et al., 2015). We used the



PCA in the mixed block as a measure of cognitive flexibility (Camerota et al., 2019; Davidson et al., 2006).

2.4.2 | Visuo-spatial working memory task

Corsi Blocks task (Corsi, 1972). Children were presented with a 3×3 matrix of light bulbs. First, the number of lights that would turn-on was shown. Then, the sequence of lamps lit up in random order. Children had to reproduce the sequence by touching the corresponding light bulbs. Each block included five trials ranging from 1 lamp to the maximum amount possible before reaching the cutoff criteria of three consecutive errors. We used the longest remembered sequence as a measure of WM span.

2.4.3 | Planning task

Tower of London (TOL) task (Shallice, 1982). Children were shown a goal configuration with three colored balls in poles of three different heights, an initial configuration, and the number of moves required to transition from the initial to the goal configuration. As children progress through trials the amount of moves required to solve the problem increases. Cutoff criteria were three consecutive errors. The measure for planning was the number of moves of the problem with the highest amount of required moves successfully resolved.

2.5 | Behavioral Rating Inventory of Executive Function - Preschool (BRIEF-P)

Questionnaires were completed by teachers. We did not include in the analysis 35 questionnaires with unacceptable inconsistency scores. We did not find differences in the frequency of unacceptable inconsistency scales among low and high SCL schools according to a chi-squared test ($\chi^2 = 2.0909$, $df = 1$, $p = 0.1$). Fifteen questionnaires had higher than cutoff values in the negativity scale. We carefully analyzed these and found that all had T-scores greater than 65 in at least one index, values considered clinically significant (Isquith et al., 2004). Given that clinical populations may have high negativity scores, and according to Sherman and Brooks recommendations, we decided to include questionnaires with a high negativity score that also presented T-scores higher than 65 on any scale (Sherman & Brooks, 2010).

2.6 | Statistical analyses

Before running the analytical plan to check our hypothesis, we ran several models to investigate whether the quality of the data acquired during the evaluation sessions was adequate. To do so, we first run logistic regressions with the complete dataset (i.e., all trials for all children included in the final sample) with children nested into their classes. The results of these analyses corroborated that the data follows the

TABLE 1 Demographic variables

Variable	School SCL		p
	Low, N = 141 ^a	High, N = 120 ^a	
Gender			0.5
F	67 (48%)	62 (52%)	
M	74 (52%)	58 (48%)	
Age, years	5.61 (0.45)	5.65 (0.36)	0.6
Home SES	27 (10)	46 (10)	<0.001

^an(%); Mean (SD).

behavior expected for each task. The methodology and results are presented in detail in the Supplemental Material. Next, we performed multilevel analysis to determine whether BRIEF-P measures can predict classic EF measures, whether performance in tasks can predict BRIEF-P ratings, and how socioeconomic background influences these associations. All models were fitted using R (R Core Team, 2020) using packages lme4 (Bates et al., 2015), emmeans (Lenth, 2020), and sjstats (Lüdtke, 2021). We built the models by sequentially including child-level variables, then school-level variables, and finally an interaction term. The child level variables of interest were BRIEF scales T-scores and performance in the selected tasks, child-level covariates were age, gender and home SES, and the higher-level variable was school SCL. Because of the high correlation between home SES and school SCL, the former was included only if it significantly improved the model's fit. Children's measurements were nested within their classes by means of a random intercept term. We fitted several models: a null model with no predictors to calculate the intraclass correlation, a model with child-level variables, and a model which added the school variable. We also fitted a model with an interaction term between school SCL (a variable entered as Low or High SCL) and the variables of interest. Age was centered by calculating the difference in relation to the youngest child in the sample, that is, the youngest child entered with an age of 0. EF task performance measures and home SES were transformed to z-values and BRIEF raw scores to T-scores. We used a Type III Analysis of Variance with Satterthwaite's method to calculate the estimated p-values of the fixed effects. The procedure described was conducted to optimize fitting while taking in consideration data structure in a hypothesis-driven approach to data analysis (Meteyard & Davies, 2020).

3 | RESULTS

3.1 | Demographic variables

The basic demographics for both groups of schools are shown in Table 1. There were no differences in age or gender frequency among low and high SCL schools. We found that, as expected, the SES score of homes in low SCL schools was on average 1.4 SD below homes in high SES schools ($t = -15.48$, $df = 254.93$, $p < 0.001$). However, it is important to notice that children who attend high SCL public schools



TABLE 2 Association of the Proportion of Correct Answers (PCA) in the incongruent block of the Hearts and Flowers-like task and the Inhibition or Emotion Control scales of the BRIEF-P

Predictors	B2 PCA_z			B2 PCA_z		
	Estimates	CI	<i>p</i>	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	0.19	−0.67 to 1.05	0.658	−0.11	−0.95 to 0.74	0.804
Age	0.21	−0.12 to 0.54	0.212	0.22	−0.11 to 0.55	0.197
Gender [M]	0.47	0.22–0.73	<0.001	0.43	0.18–0.69	0.001
Inh_T	−0.02	−0.03 to −0.01	0.005			
SchoolSCL	0.11	0.01–0.20	0.027	0.12	0.03–0.21	0.011
EC_T				−0.01	−0.03 to −0.00	0.043
Random effects						
σ^2	0.87			0.89		
τ_{00}	0.06 _{Class}			0.06 _{Class}		
ICC	0.07			0.06		
N	14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	230			230		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.132/0.192			0.115/0.169		

come from homes actually classified as medium to medium-high SES and do not represent the highest SES in absolute terms. This is in fact expected because high-class children in Uruguay tend to attend private schools. Descriptive statistics for all variables and zero-order correlations among all variables are shown in Supplementary Tables S1 and S2.

3.2 | Inhibitory control

A total of 230 children had data on the second block of the Hearts and Flowers-like test and BRIEF-P questionnaires. Logistic regressions of the dataset showed the quality of the dataset allowed for further processing (Supplementary Tables S3–S6). A chi-squared test to compare the proportion of children from low and high SCL schools that undertook the test showed no difference in attrition ($\chi^2 = 0.89$, $df = 1$, $p = 0.3$). We started by analyzing whether BRIEF-P scores predict the PCA in the incongruent block of the task. We ran a null model to determine the PCA attributable to class belonging and found that it is only 10% (ICC = 0.1). Inclusion of age and gender improved the model fit in every model we ran and were always included. Addition of Home SES did not improve fit and therefore was not included. The following step, addition of the Inhibit scale T-scores resulted in improved fit ($p < 0.01$), its estimate shows the appropriate sign and it significantly explains variance in the incongruent block performance. Then, we included the variable of interest at the second level, SCL, which also resulted in a better fit ($p < 0.05$), and also explained part of the performance in the task. Model results are presented in Table 2. As can be seen, both variables of interest, BRIEF-P assessment and school SCL are predictors of inhibitory control. The last step was the introduction of the interaction term between school SCL and the perception of inhibitory control abilities measured with the questionnaire. The interaction term did not result in an improvement of fit ($p = 0.2$), which suggests that

BRIEF-P has similar predictive value for both low and high SCL schools. Indeed, the parameters from this model shown in Supplementary Table S7 indicate that the interaction term is not statistically significant, and its inclusion undermines the predictive value of the isolated terms.

Inhibitory control could also be associated with the ability of children to control their emotions (Carlson & Wang, 2007). In order to check this possibility, we ran similar models as the ones described in the previous paragraph, this time with the Emotion Control (EC) scale of the BRIEF-P questionnaire. Inclusion of the Emotion Control scale improved the fit ($p < 0.05$), and inclusion of School SCL did too ($p < 0.05$). The results are summarized in Table 2. In the following step, the interaction term did not result in an improvement of fit ($p = 0.4$), which suggests that BRIEF-P EC scale has similar predictive value of task performance in both low and high SCL schools. Again, the parameters of this model, shown in Supplementary Table S7, indicate that the interaction term is not statistically significant, and its inclusion undermines the predictive value of the isolated terms.

We then assessed the association in the opposite direction, that is, whether PCA can predict the broader skills reflected in BRIEF-P Inhibit and Emotional Control scales. We followed the same steps described in the previous paragraph. The ICC in both cases is 0.2, therefore, the effect of class belonging is twice as big when we consider ratings by teachers. Again, adding home SES did not improve fit ($p = 0.9$ for both the Inhibit and EC scales). However, inclusion of PCA in the incongruent block further improved the fit ($p < 0.01$ and $p < 0.05$ for IC and EC scales) and significantly explained part of the variance in the Inhibition scale ratings. In contrast to what we found in the models to predict performance in the incongruent block of the Hearts and Flowers-like task, adding school SCL did not explain further variance in either model ($p = 0.3$ and $p = 0.7$ for IC and EC scales) in the BRIEF-P ratings. All model estimates are shown in Table 3. Given this lack of a main effect of school SCL we did not run the models with the interaction term.



TABLE 3 Association of the Inhibition scale rating and the Emotional Control scale with the Proportion of Correct Answers (PCA) in the incongruent block of the Hearts and Flowers-like task

Predictors	EC_T			Inh_T		
	Estimates	CI	<i>p</i>	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	45.92	39.91–51.93	<0.001	46.03	40.02–52.05	<0.001
Age	1.84	–1.42 to 5.11	0.268	2.15	–1.07 to 5.36	0.190
Gender [M]	3.82	1.54–6.11	0.001	5.17	2.93–7.41	<0.001
Block 2 PCA_z	–1.19	–2.36 to –0.02	0.047	–1.71	–2.86 to –0.56	0.004
SchoolSCL	–0.24	–1.53 to 1.05	0.718	–0.75	–2.06 to 0.57	0.265
Random effects						
σ^2	70.42			67.84		
τ_{00}	18.36 _{Class}			19.28 _{Class}		
ICC	0.21			0.22		
N	14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	230			230		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.057/0.252			0.124/0.318		

3.3 | Cognitive flexibility

The third, mixed block, of the Hearts and Flowers-like task requires children to alternate responses between congruent and incongruent stimuli presented in a pseudo aleatory order. It has been argued that therefore this block requires a flexibility component (Camerota et al., 2019; Davidson et al., 2006). We analyzed whether the Shift Scale of the BRIEF-P is a valid predictor of cognitive flexibility as assessed by the PCA in the mixed block. Two hundred twenty-eight children completed the task, for whom we followed the same procedure as before. Similar to the previous EF measures, a small, although greater proportion of variance of PCA in the third block of the task is explained by group belonging (ICC = 0.16). Unlike the previous results, we found that Home SES significantly improved the fit and was therefore also incorporated ($p < 0.001$). We then incorporated the Shift Scale T-values and, different from the results described up to this point, we did not find an improvement of fit ($p = 0.3$). To check if SCL explains part of the performance, we proceeded to incorporate the school SCL term, which improved the fit ($p < 0.05$). In summary, results shown in Table 4 indicate that the score obtained in the Shift Scale is not associated with performance in the mixed block of the Hearts and Flowers task but it is to school SCL. Due to the lack of main effect of the BRIEF-P we did not include an interaction term.

Next, we ran the models to assess whether performance in the mixed block holds predictive value of the BRIEF-P Shift scale. Again, the ICC for the null model was higher in this case (ICC = 0.24). Contrary to the previous models, home SES did not improve fit ($p = 0.6$) and therefore was not included. Inclusion of the z-scores in the mixed block did not improve fit ($p = 0.3$), and neither did adding School SCL, suggesting that performance in the mixed block of the task does not explain the ratings in the Shift scale of BRIEF-P, and nor does school type. The estimates of this latter model are shown in Table 5.

TABLE 4 Association between BRIEF-P Shift Scale and the Proportion of Correct Answers (PCA) in the Mixed block of the Hearts and Flowers-like task

Predictors	B3 PCA_z		
	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	–0.79	–1.57 to –0.01	0.048
Age	0.33	0.03–0.63	0.031
Gender [M]	0.33	0.10–0.55	0.004
SES_z	0.18	0.01–0.34	0.034
Shif_T	–0.01	–0.02 to 0.01	0.294
SchoolSCL	0.10	0.00–0.20	0.047
Random effects			
σ^2	0.70		
τ_{00} Class	0.05		
ICC	0.06		
N _{Class}	14		
Observations	228		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.184/0.236		

3.4 | Working memory

Two hundred twenty-three children had Corsi blocks span data and BRIEF-P questionnaires. A chi-squared test to compare the proportion of children from low and high SCL schools that undertook the test showed no difference in attrition ($\chi^2 = 0.19$, $df = 1$, $p = 0.7$). The quality of the dataset allowed for further analysis (see Supplemental Material Tables S8 and S9). We first fitted the null model (ICC = 0.11). Inclusion of home SES did not improve fit ($p = 0.1$) and therefore was not incorporated. We then included the variable of interest at child level, the

TABLE 5 Association between the Proportion of Correct Answers (PCA) in the Mixed block of the Hearts and Flowers-like task and ratings in the Shift scale

Predictors	Shif_T		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	47.63	40.98–54.27	<0.001
Age	0.13	–3.18 to 3.45	0.937
Gender [M]	3.52	1.25–5.80	0.002
Block 3 PCA_z	–0.75	–2.06 to 0.57	0.266
SchoolSCL	–0.02	–1.50 to 1.47	0.982
Random effects			
σ^2	69.36		
$\tau_{00\text{Class}}$	25.59		
ICC	0.27		
N_{Class}	14		
Observations	228		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.033/0.294		

standardized T score of the Working Memory scale, which improved model fit ($p < 0.01$). Next, we included school SCL, which further improved the fit ($p < 0.01$). In the last step, we included an interaction term between school SCL and BRIEF-P WM, that also improved fit ($p < 0.01$). We used this final model to evaluate the predictive capacity of the Working Memory index of the BRIEF-P questionnaire and whether it varies for high and low SCL schools. As shown in Table 6, the relation between both measures shows the appropriate sign, although it is not statistically significant. However, as can also be seen in Figure 1, the relation of both variables is modulated by school SCL. To further understand the modulation by school SCL, we computed the slopes for both types of schools and found that the slope for low SCL schools was -0.00819 (CI 95% $[-0.0262$ to $0.00981]$) and the slope for high SCL schools was -0.05401 (CI 95% $[-0.0830$ to $-0.02503]$), which means that the slope in high SCL schools is approximately seven times steeper. Importantly, the 95% confidence interval for High SCL schools does not contain zero, but for Low SCL schools it does. These results indicate that the WM scale of the BRIEF-P holds predictive value of performance in Corsi Blocks only in High SCL schools. Moreover, the pairwise difference between slopes was significant ($t\text{-ratio} = 2.69$, $p < 0.01$).

We then followed the same steps but for the opposite association. Again, we found that the ICC for teachers ratings of working memory (ICC = 0.23) is twice the value for task measures. In this case, adding home SES did not improve fit ($p = 0.2$). Adding the variable of interest, span in Corsi blocks, resulted in better fitting ($p < 0.01$), but addition of school SCL did not significantly improve the fit ($p = 0.1$), results are shown in Table 7.

3.5 | Planning

Due to a technical problem in two low and two high SCL schools, some data points for the TOL task were lost, therefore, we assessed a smaller

sample consisting of 191 children. A chi-squared test to compare the proportion of children from low and high SCL schools that undertook the test showed no difference in attrition ($\chi^2 = 0.12$, $df = 1$, $p = 0.7$). We then run a similar set of analysis as with Corsi blocks in order to check the quality of our data set, the results are shown in Supplementary Tables S10 and S11. Finally, we proceeded to run the sequence of models to test our hypothesis. The ICC for TOL in the null model was 0.25, the higher variance attributable to class clustering in our study. Introduction of gender and age improved the fit of the model ($p < 0.05$), also inclusion of Home SES ($p < 0.01$) and the variable of interest the Plan/Organize scale of BRIEF-P ($p < 0.01$). In contrast with the previous tasks, inclusion of the school level variable did not improve model fit ($p = 0.8$). We tested whether this result was explained by the high correlation among home SES and school SCL. To do so, we ran a model removing home SES and keeping school SCL, however, in this model the main effect of school SCL did not achieve significance ($p = 0.4$), nor did its inclusion improve the fit ($p = 0.3$). All the estimates and the corresponding p values in each of these models are presented in Table 8.

Next, we ran the models to evaluate the predictive value of TOL performance of planning behaviors. The ICC of the PO scale null model was 0.25. Inclusion of home SES did not result in better fitting ($p = 0.8$), but adding the performance in TOL did ($p < 0.01$). Again, inclusion of school SCL did not ($p = 0.2$), so we did not proceed to include the interaction term; estimates are shown in Table 9.

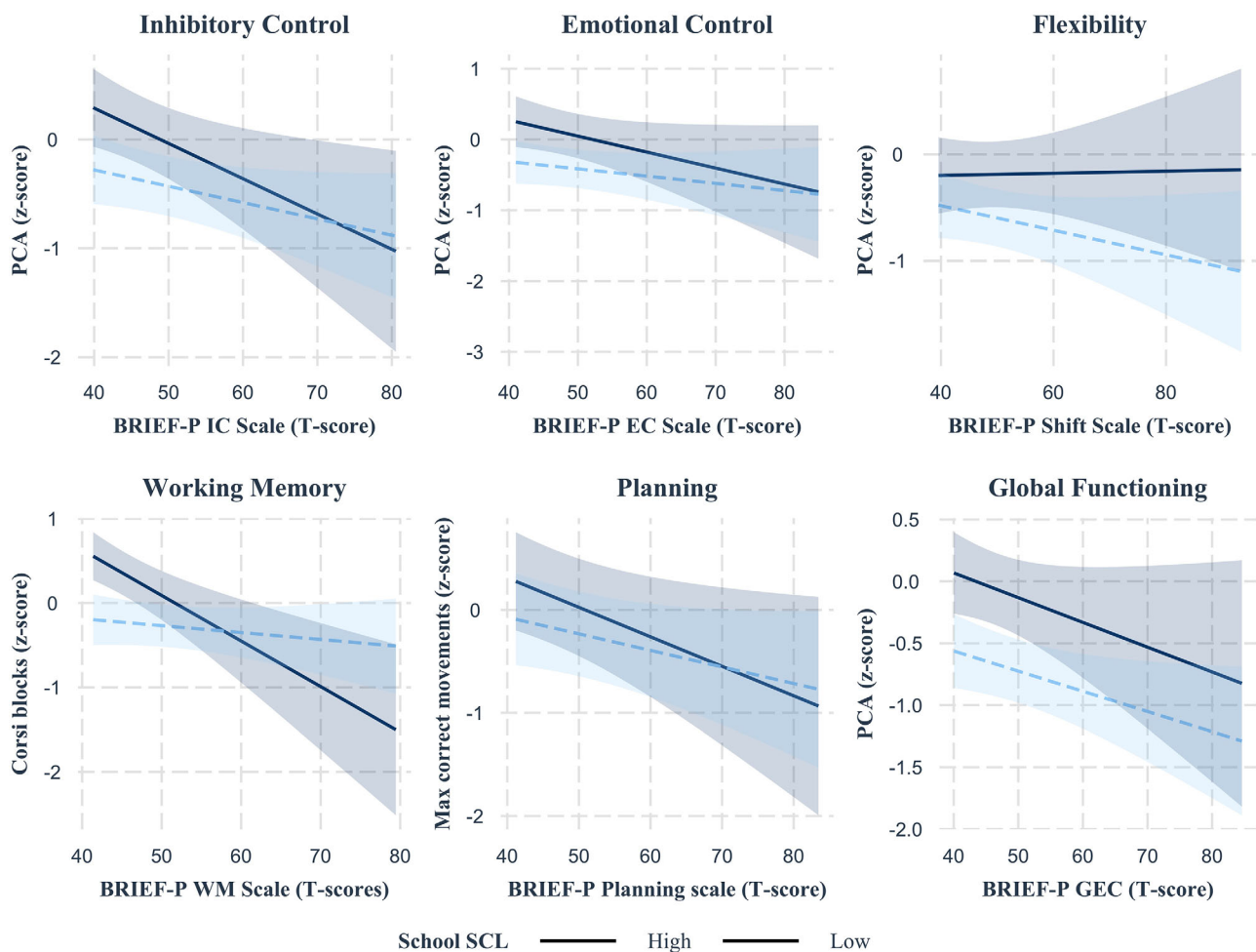
3.6 | Global executive functioning

The successful resolution of the mixed block of the Hearts and Flowers-like task requires cognitive flexibility to alternate between rules, inhibitory control to refrain the automatic, prepotent response and working memory to hold both rules in consciousness (Davidson et al., 2006); therefore, it could be considered an indicator of integrated executive functioning. The BRIEF-P questionnaire combines all its scales in a Global Executive Composite (GEC). We evaluated the relation among these following the same analytical procedure. The first steps of model building were described in the section referring to flexibility, so we continued with the inclusion of GEC-T values into the model, which resulted in better fit ($p < 0.01$). The incorporation of school SCL did not result in an improvement of fit ($p = 0.1$), not surprisingly in view of the high correlation between home SES and school SCL. Indeed, a model that includes School SCL but not home SES results in a significant proportion of variance explained by this variable. The results of these models are shown in Table 10. Noteworthy, the GEC is a statistically significant predictor of the mixed block PCA in the three models. Finally, in accordance with the theory-driven approach to analysis, we also ran a model with the interaction term between school SCL and the GEC. In this model the interaction term did not reach significance ($p = 0.8$), therefore, the relationship between both approaches to global functioning is not modulated by school SCL (Supplementary Table S12).

The ICC for BRIEF-P GEC ratings was 0.3, almost twice as large as the ICC for the performance in the mixed block of the Hearts and Flowers-like task. Adding the covariates resulted in better fitting

TABLE 6 Association between BRIEF-P WM scale and Corsi Blocks span

Predictors	MaxSpan_z			MaxSpan_z		
	Estimates	CI	<i>p</i>	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	0.07	−0.92 to 1.06	0.888	−1.15	−2.46 to 0.17	0.088
Age	0.47	0.14–0.80	0.005	0.48	0.15–0.80	0.004
Gender [M]	−0.02	−0.27 to 0.22	0.851	0.03	−0.22 to 0.27	0.826
SchoolSCL	0.12	0.03–0.20	0.005	0.66	0.26–1.07	0.001
WM_T	−0.02	−0.04 to −0.01	0.008	0.00	−0.02 to 0.03	0.780
WM_T * SchoolSCL				−0.01	−0.02 to −0.00	0.007
Random effects						
σ^2	0.83			0.81		
τ_{00}	0.04 _{Class}			0.03 _{Class}		
ICC	0.04			0.04		
N	14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	223			223		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.161/0.197			0.185/0.217		

**FIGURE 1** Interaction plots showing the modulation of the association between BRIEF-P and performance in laboratory tasks by School SCL

**TABLE 7** Association between Corsi Blocks span and BRIEF-P WM scale ratings

Predictors	WM_T		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	52.88	47.47–58.28	<0.001
Age	–1.89	–4.94 to 1.17	0.226
Gender [M]	2.27	0.22–4.32	0.030
MaxSpan_z	–1.59	–2.68 to –0.50	0.004
SchoolSCL	–0.90	–1.99 to 0.19	0.104
Random effects			
σ^2	56.02		
$\tau_{00\text{Class}}$	12.68		
ICC	0.18		
N_{Class}	14		
Observations	223		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.128/0.289		

($p < 0.001$), home SES did not ($p = 0.3$), and performance in the mixed block improved fit ($p < 0.01$). Akin to all models where we used performance to explain BRIEF-P variance, inclusion of school SCL did not result in improvement of the model ($p = 0.3$). These latter model estimates are shown in Table 11.

The plots illustrating the modulation of school SCL of the predictive capacity of the BRIEF-P of performance in tasks are presented in Figure 1.

4 | DISCUSSION

The present work sought to provide empirical evidence to contribute to the ongoing discussion of methodological approaches used to measure

TABLE 9 Association between the Maximum amount of movements in correct answers (Max_z) in the Tower of London Task and the BRIEF-P Plan/Organize Scale

Predictors	PO_T		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	51.47	45.08–57.86	<0.001
Age	–1.51	–5.04 to 2.02	0.402
Gender [M]	3.13	0.78–5.47	0.009
Max_z	–1.75	–3.05 to –0.46	0.008
SchoolSCL	–0.77	–2.06 to 0.51	0.237
Random effects			
σ^2	61.19		
$\tau_{00\text{Class}}$	17.99		
ICC	0.23		
N_{Class}	14		
Observations	191		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.113/0.315		

EF. In the first place, we assessed the extent of the predictive capacity of the teacher version of the BRIEF-P regarding the performance in classic neurocognitive tasks, and vice-versa, using multilevel analysis. Then, we conducted analyses to understand whether school socioeconomic characteristics (here referred to as SCL) modulate the association among task-based and questionnaire-based assessment of EF. To the best of our knowledge, this is the first work that considers school characteristics when analyzing the convergence of task and informant-based EF measures. We found an heterogeneous set of results that we proceed to discuss.

For the constructs of inhibitory control and planning, our results are consistent with studies reporting low but significant associations

TABLE 8 Predictive value of the BRIEF-P Plan/Organize Scale of the maximum amount of movements incorrect answers (Max_z) in the Tower of London Task

Predictors	Max_z			Max_z			Max_z		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	0.46	–0.48 to 1.39	0.338	0.51	–0.53 to 1.54	0.336	0.22	–0.86 to 1.29	0.694
Age	0.39	0.03–0.76	0.035	0.40	0.03–0.76	0.034	0.39	0.01–0.77	0.047
Gender [M]	–0.11	–0.37 to 0.14	0.380	–0.11	–0.37 to 0.14	0.379	–0.08	–0.34 to 0.18	0.534
SES_z	0.25	0.08–0.41	0.004	0.25	0.07–0.44	0.007			
PO_T	–0.02	–0.04 to –0.01	0.005	–0.02	–0.04 to –0.01	0.005	–0.02	–0.04 to 0.01	0.009
SchoolSCL				–0.02	–0.16 to 0.13	0.826	0.07	–0.08 to 0.22	0.353
Random effects									
σ^2	0.68			0.68			0.72		
τ_{00}	0.17 _{Class}			0.17 _{Class}			0.24 _{Class}		
ICC	0.20			0.20			0.25		
N	14 _{Class}			14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	191			191			191		
Marginal R^2 /Conditional R^2	0.133/0.305			0.126/0.299			0.097/0.324		

TABLE 10 Predictive power of global executive functioning (GEC) scale of performance in the mixed block of the Hearts and Flowers-like task

Predictors	Block 3 PCA_z			Block 3 PCA_z			Block 3 PCA_z		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	0.03	−0.74 to 0.79	0.947	−0.38	−1.20 to 0.44	0.364	−0.26	−1.07 to 0.56	0.534
Age	0.33	0.04–0.62	0.026	0.27	−0.02 to 0.56	0.065	0.31	0.02–0.60	0.035
Gender [M]	0.37	0.15–0.60	0.001	0.39	0.16–0.61	0.001	0.37	0.15–0.60	0.001
GEC_T	−0.02	−0.03 to −0.01	0.005	−0.02	−0.03 to −0.00	0.011	−0.02	−0.03 to −0.00	0.011
HomeSES_z	0.25	0.12–0.38	<0.001				0.18	0.02–0.33	0.028
SchoolSCL				0.15	0.07–0.23	<0.001	0.09	−0.01 to 0.18	0.083
Random effects									
σ^2	0.67			0.68			0.67		
τ_{00}	0.05 _{Class}			0.04 _{Class}			0.04 _{Class}		
ICC	0.07			0.06			0.06		
N	14 _{Class}			14 _{Class}			14 _{Class}		
Observations	228			228			228		
Marginal R ² /Conditional R ²	0.171/0.226			0.194/0.242			0.209/0.253		

TABLE 11 Prediction of the GEC Scale by performance in the mixed block of the hearts and flowers-like task

Predictors	GEC		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	81.06	64.61–97.51	<0.001
Age	1.19	−6.70 to 9.07	0.768
Gender [M]	11.99	6.63–17.36	<0.001
Block 3 PCA_z	−4.42	−7.52 to −1.31	0.005
SchoolSCL	−1.71	−5.50 to 2.09	0.378
Random Effects			
σ^2	385.54		
τ_{00} Class	172.06		
ICC	0.31		
N _{Class}	14		
Observations	228		
Marginal R ² /Conditional R ²	0.109/0.384		

among performance- and informant-based measures (Garon et al., 2016; Tamm & Peugh, 2019; Toplak et al., 2013). For these constructs it could be interpreted that the items in the corresponding BRIEF-P Inhibitory control, Emotional Control and Planning/Organizing scales capture situations that do indeed require at least partially the ability to contain preponderant actions and self-organize behavior. The opposite situation is also true, from our results, it seems that the basic cognitive process captured by the tasks are building blocks for behaviors in the complex situations encountered at school that require self-regulation and organization.

With regards to flexibility, while the BRIEF-P inquires mainly about the ability of children to adapt to new social situations and to changes in the routine, the mixed block of the Flower and Hearts task involves

flexibility in terms of a rule change. We found that ratings in the Shift scale do not predict performance in the task, nor performance in the mixed block of the Hearts and Flowers-like test relate to flexible behavior in social situations. Consistent findings were reported by Tamm and Peugh (2019) using a broader set of tasks. These results suggest that both measures do not reflect the same underlying construct, possibly because the type of situations depicted in the BRIEF-P items require a wide range of socioemotional skills not involved in the Flower and Hearts task, while also suggesting that flexibility, as measured in the mixed block of the task, does not play a role in complex, social situations that require children to adapt to novel situations.

A different situation emerged for the working memory construct. Working memory is, broadly defined, a system, or set of processes, that hold mental representations for use in thought and action (Oberauer et al., 2018). The differences among Corsi blocks and the BRIEF-P WM scale are perhaps the most evident. Whereas the forward version of the Corsi Blocks is a serial recall type of task (a.k.a simple span), the BRIEF-P items address performance in a wide range of broadly presented situations, generally pertaining to distractibility and the ability to remain on task. Even though the large distance between both assessments, BRIEF-P WM scale does predict the simple memory span, strikingly, only for children that attend high SCL schools. Why? The analysis of items contained in the WM scale of BRIEF-P suggests that it reflects not only WM capacity, but also self-regulating abilities that are, in turn, strongly associated with socioeconomic factors (Blair, 2010; Evans & Kim, 2013; McEwen & McEwen, 2017). So, in kids from more privileged schools, better abilities to deal with everyday situations that require enough span to hold relevant information and simultaneously self-monitoring abilities is also evident in a higher capacity to remember longer sequences in WM. Therefore, the association between both measures is present, as has been shown for adults (McCabe et al., 2010). However, for kids that attend low SCL schools, the self-monitoring component of WM could be compromised and



given that performance in everyday situations not only requires good memory span, but also the ability to control attention and behavior, the association between span and actual behavior would be lost.

Given the heterogeneous capacity of the BRIEF-P scales to predict performance in tasks, we were surprised to find a significant association of the GEC with performance in the mixed block of the Flowers and Hearts-like task. This may imply that the cognitive processes needed for successful execution in the mixed block also take part in the successful navigation of the complex behaviors required in classroom situations. On the other hand, BRIEF-P GEC indeed captures situations that require the integration of working memory, flexibility and inhibitory control.

Finally, we found that for all tasks, school SCL partially explains performance; however, none of the BRIEF-P scales ratings shows an association with School SCL. Therefore, it seems that tasks are sensitive to the school context characteristics but the questionnaire is not. One possible explanation for this discrepancy is that teachers judge children in relation to their peers, which is known as the reference group effect (Fuhs et al., 2015). The fact that all BRIEF-P models show higher ICCs than the tasks counterparts suggests that, indeed, teachers' measures lack the granularity obtained with the tasks. It has also been shown that teachers underestimate the literacy skills of children in disadvantaged schools (Ready & Wright, 2011). However, expanding the concept of "teacher bias" into the construct of EF is complicated due to the convergent validity issues reported in previous studies and confirmed here. The only process for which we found that teachers ratings in low SCL schools tended to be below the task counterpart was WM. However, as discussed before, we do not have elements to interpret this result as a teacher bias, instead, the analysis of the BRIEF-P items suggest that it evaluates what is known as the "central executive" in Baddeley and Hitch's model (Baddeley & Hitch, 1994) rather than WM span.

4.1 | Limitations and future directions

The generalization of the findings presented here to other performance-based measures is challenging. The battery of tasks we used is limited to one per domain, and its associations (or lack of) with ratings are therefore circumscribed to that particular task. Despite the fact that the ones we selected are widely reported in the literature, we did not include a typical measure of cognitive flexibility, as the Dimensional Change Card Sort.

Another limitation of the present study is that we have not provided evidence of a potential age effect of the associations reported. The age of our sample is in the upper limit for the BRIEF-P, a situation that limits the possibility of following this cohort with the same instrument. In addition, we cannot provide any evidence about whether one type of measurement holds better predictive value for scholastic achievement later on.

Finally, due to space limitations, we did not include Confirmatory Factor Analysis with our data to assess if performance-based and ratings measurements load into two separate factors, as would be

expected if both types of measures do tap into different underlying constructs.

5 | CONCLUSIONS

In sum, our work presents evidence consistent with a partial agreement between the BRIEF-P and individual task performance, dependent both on the process considered, the socioeconomic background of the school, and the direction of the prediction. In this sense, we provide evidence of the importance of considering school level variables when evaluating EF, especially if these are based on teachers' judgments. Furthermore, our results are relevant because the possibility of evaluating EF through questionnaires is becoming more attractive as it does not require specifically trained personnel and it is less time consuming than applying test batteries individually, therefore reducing overall testing costs. Last but not least, by no means do we state that one measure is better than the other, rather, that one cannot be substituted by the other.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by ANII grants FSPI_X_2015_1_108417, ININ_1_2017_1_137164 and CSIC grant 191120-000676-15

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interests.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

ORCID

Verónica Nin  <https://orcid.org/0000-0003-3162-1582>

Hernán Delgado  <https://orcid.org/0000-0002-5738-1516>

Graciela Muniz-Terrera  <https://orcid.org/0000-0002-4516-0337>

Alejandra Carboni  <https://orcid.org/0000-0003-4009-1122>

REFERENCES

- ANEP. (2016). Relevamiento de características socioculturales de las escuelas públicas del Consejo de Educación Inicial y Primaria 2015.
- Archibald, S. J., & Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. *Child Neuropsychology*, 5(2), 115–129. <https://doi.org/10.1076/chin.5.2.115.3167>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485–493. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2012). Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67(4), 309–318. <https://doi.org/10.1037/a0027493>
- Blair, C. (2010). Stress and the development of self-regulation in context. *Child development perspectives*, 4(3), 181–188.
- Camerota, M., Willoughby, M. T., & Blair, C. B. (2019). Speed and accuracy on the hearts and flowers task interact to predict child outcomes. *Psychological Assessment*, 31(8), 995–1005. <https://doi.org/10.1037/pas0000725>

- Carlson, S. M., & Wang, T. S. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22(4), 489–510. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.08.002>
- Corsi, P.M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Doebel, S. (2020). Rethinking executive function and its development. *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, 15(4), 942–956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>
- Doebel, S., & Munakata, Y. (2018). Group influences on engaging self-control: Children delay gratification and value it more when their in-group delays and their out-group doesn't. *Psychological Science*, 29(5), 738–748. <https://doi.org/10.1177/0956797617747367>
- Doebel, S., & Zelazo, P. D. (2016a). A meta-analysis of the dimensional change card sort: Implications for developmental theories and the measurement of executive function in children Sabine. *Developmental Review*, 8(5), 583–592. <https://doi.org/10.1002/aur.1474.Replication>
- Doebel, S., & Zelazo, P. D. (2016b). Seeing conflict and engaging control: Experience with contrastive language benefits executive function in preschoolers. *Cognition*, 157, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.09.010>
- Duckworth, A. L., & Kern, M. L. (2011). A meta-analysis of the convergent validity of self-control measures. *Journal of Research in Personality*, 45(3), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.jr.p.2011.02.004>
- Ellis, B. J., Bianchi, J., Griskevicius, V., & Frankenhuis, W. E. (2017). Beyond risk and protective factors: An adaptation-based approach to resilience. *Perspectives on Psychological Science*, 12(4), 561–587. <https://doi.org/10.1177/1745691617693054>
- Enkavi, A. Z., Eisenberg, I. W., Bissett, P. G., Mazza, G. L., MacKinnon, D. P., Marsch, L. A., & Poldrack, R. A. (2019). Large-scale analysis of test-retest reliabilities of self-regulation measures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5472–5477.
- Evans, G. W., & Kim, P. (2013). Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child Development Perspectives*, 7(1), 43–48.
- Farah, M. J. (2017). The neuroscience of socioeconomic status: Correlates, causes, and consequences. *Neuron*, 96(1), 56–71. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.08.034>
- Fuhs, M. W., Farran, D. C., & Nesbitt, K. T. (2015). Prekindergarten children's executive functioning skills and achievement gains: The utility of direct assessments and teacher ratings. *Journal of Educational Psychology*, 107(1), 207–221. <https://doi.org/10.1037/a0037366>
- Garon, N. M., Piccinin, C., & Smith, I. M. (2016). Does the BRIEF-P predict specific executive function components in preschoolers? *Applied Neuropsychology: Child*, 5(2), 110–118. <https://doi.org/10.1080/21622965.2014.1002923>
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 1/2–7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129–153. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-X)
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology*, 6(3), 235–238. <https://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>
- Giovannetti, F., Pietto, M. L., Segretin, M. S., & Lipina, S. J. (2020). Impact of an individualized cognitive training intervention in preschoolers from poor homes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2912. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082912>
- Goldin, A. P., Hermida, M. J., Shalom, D. E., Elias Costa, M., Lopez-Rosenfeld, M., Segretin, M. S., Fernandez-Slezak, D., Lipina, S. J., & Sigman, M. (2014). Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention-Supplementary material. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17), 6443–6448. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320217111>
- Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, 1–17. <https://doi.org/10.1111/desc.12246>
- Hermida, M. J., Segretin, M. S., Prats, L. M., Fracchia, C. S., Colombo, J. A., & Lipina, S. J. (2015). Cognitive neuroscience, developmental psychology, and education: Interdisciplinary development of an intervention for low socioeconomic status kindergarten children. *Trends in Neuroscience and Education*, 4(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.03.003>
- Inzlicht, M., Werner, K. M., Briskin, J. L., & Roberts, B. W. (2021). Integrating models of self-regulation. *Annual Review of Psychology*, 72(1), 319–345. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-061020-105721>
- Isquith, P. K., Gioia, G. A., & Espy, K. A. (2004). Executive function in preschool children: Examination through everyday behaviour. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 403–422.
- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L., & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions: A systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological Bulletin*, 144(11), 1147–1185. <https://doi.org/10.1037/bul0000160>
- Koomen, R., Grueneisen, S., & Herrmann, E. (2020). Children delay gratification for cooperative ends. *Psychological Science*, 31(2), 139–148. <https://doi.org/10.1177/0956797619894205>
- Lawson, G. M., Hook, C. J., & Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), e12529. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Lenth, R. (2020). Mmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. R package version 1.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Lerner, R. M. (2006). Developmental science, developmental systems, and contemporary theories of human development. *En Handbook of child psychology: Theoretical models of human development*, Vol. 1, 6th ed (pp. 1–17). John Wiley & Sons Inc.
- Lüdecke D. (2021). sjstats: Statistical functions for regression models (Version 0.18.1). <https://CRAN.R-project.org/package=sjstats>
- Ma, F., Zeng, D., Xu, F., Compton, B. J., & Heyman, G. D. (2020). Delay of gratification as reputation management. *Psychological Science*, 31(9), 1174–1182. <https://doi.org/10.1177/0956797620939940>
- Mahone, E. M., & Hoffman, J. (2007). Behavior ratings of executive function among preschoolers with ADHD. *The Clinical Neuropsychologist*, 21(4), 569–586. <https://doi.org/10.1080/13854040600762724>
- Malanchini, M., Engelhardt, L. E., Grotzinger, A. D., Harden, K. P., & Tucker-Drob, E. M. (2019). «Same but different»: Associations between multiple aspects of self-regulation, cognition, and academic abilities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117(6), 1164–1188. <https://doi.org/10.1037/pspp0000224>
- Mashburn, A. J., Hamre, B. K., Downer, J. T., & Pianta, R. C. (2006). Teacher and classroom characteristics associated with teachers' ratings of prekindergartners' relationships and behaviors. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24(4), 367–380. <https://doi.org/10.1177/0734282906290594>
- McCabe, D. P., Roediger III, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: Evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222.
- McEwen, C. A., & McEwen, B. S. (2017). Social structure, adversity, toxic stress, and intergenerational poverty: An early childhood model. *Annual Review of Sociology*, 43, 445–472.



- Meteyard, L., & Davies, R. A. I. (2020). Best practice guidance for linear mixed-effects models in psychological science. *Journal of Memory and Language*, 112, 104092. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104092>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Awh, E., Brown, G. D. A., Conway, A., Cowan, N., Donkin, C., Farrell, S., Hitch, G. J., Hurlstone, M. J., Ma, W. J., Morey, C. C., Nee, D. E., Schweppe, J., Vergauwe, E., & Ward, G. (2018). Benchmarks for models of short-term and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(9), 885–958. <https://doi.org/10.1037/bul0000153>
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. *R foundation for statistical computing*. URL <https://www.R-project.org/>
- Ready, D., & Wright, D. (2011). Accuracy and inaccuracy in teachers' perceptions of young children's cognitive abilities: The role of child background and classroom context. *American Educational Research Journal - AMER EDUC RES J*, 48, 335–360. <https://doi.org/10.3102/0002831210374874>
- Saunders, B., Milyavskaya, M., Etz, A., Randles, D., & Inzlicht, M. (2017). Reported self-control is not meaningfully associated with inhibition-related executive function: A Bayesian analysis. *PsyArXiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/bxfsu>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 298, 199–209.
- Sherman, E. M. S., & Brooks, B. L. (2010). Behavior Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version (BRIEF-P): Test review and clinical guidelines for use. *Child Neuropsychology*, 16(5), 503–519. <https://doi.org/10.1080/09297041003679344>
- Tamm, L., & Peugh, J. (2019). Concordance of teacher-rated and performance-based measures of executive functioning in preschoolers. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 25(3), 410–424. <https://doi.org/10.1080/09297049.2018.1484085>
- Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: Do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 54(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12001>
- Torff, B., & Sessions, D. (2009). Teachers' attitudes about professional development in high-SES and low-SES communities. *Learning Inquiry*, 3(2), 67–77. <https://doi.org/10.1007/s11519-009-0040-1>
- Wright, A., & Diamond, A. (2014). An effect of inhibitory load in children while keeping working memory load constant. *Frontiers in Psychology*, 5(MAR), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00213>
- Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: Typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 44(4), 561–575. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00145>
- Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 612–624. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.001>
- Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, 16(1), 431–454. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-072319-024242>

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information may be found in the online version of the article at the publisher's website.

How to cite this article: Nin, V., Delgado, H., Muniz-Terrera, G., & Carboni, A. (2022). Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status. *Developmental Science*, e13241. <https://doi.org/10.1111/desc.13241>

Publicación asociada 3

Nin, V., Delgado, H., Goldin, A. P., Fernández-Slezak, D., Belloli, L., & Carboni, A. (2023). A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1-20.



A Classroom-Embedded Video Game Intervention Improves Executive Functions in Kindergarteners

Verónica Nin^{1,2} · Hernán Delgado^{1,2} · Andrea Paula Goldin^{3,4} · Diego Fernández-Slezak^{4,5} · Laouen Belloli^{4,5} · Alejandra Carboni^{1,2}

Received: 23 September 2022 / Accepted: 4 April 2023
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2023

Abstract

Executive functions like working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility are a set of neurocognitive processes involved in reasoning, planning, and self-regulatory skills that allow goal-oriented behaviors. Mounting evidence supports the importance of these processes for educational success from early on. Executive functions can be improved by employing computerized activities. However, most of the evidence with gamified tasks comes from controlled studies in laboratory settings, while the efficiency of interventions deployed in real-world circumstances is scarce. Furthermore, the effectiveness of an intervention might be modulated by school socioeconomic status, but the evidence in this regard is still limited. The present study examined the efficiency of a short training program, aimed to stimulate executive functions, deployed in high- and low-socioeconomic school kindergarten classes. One hundred and thirty-six children ($M = 5.30$, $SD = 0.36$ years old) participated in a randomized, pre/post, controlled design. Data were analyzed with multilevel analysis. We found that all children that participated in the training group improved their working memory span and performance in a fluid intelligence task. Gains in inhibitory control and cognitive flexibility were observed only in children from low socioeconomic background schools. We also explored far-transfer effects on non-trained skills. We found no evidence of improved performance in a planning task, or classroom behaviors typically associated with executive functions. Our results show that it is possible to promote cognitive development in kindergarteners through video games played within classrooms of diverse sociocultural contexts.

Keywords Executive functions · Kindergarten · Cognitive stimulation · Gamified activities

Introduction

Executive functions (EF) are part of the domain-general skills that allow learning. Traditionally, EF are defined as the processes that make possible the control of thoughts, emotions, and behaviors in pursuit of goals in novel or challenging contexts such as educational settings (Diamond, 2013; Zelazo, 2020). It should be noted nonetheless that the precise definition is a matter of intense debate crossed by several disciplinary traditions and methodological approaches that coexist in the field (Inzlicht et al., 2021), and lies beyond the scope of this work. We will however state that we ascribe to a popular model in the literature, presented by Miyake in a groundbreaking article (Miyake et al., 2000) and further advanced by Diamond (Diamond, 2013). This model proposes that a specific set of cognitive processes referred to as core EF underlie other higher-level processes that are needed in the resolution of complex tasks. According to this proposal, there are three core EF: Working

✉ Verónica Nin
vnin@psico.edu.uy

¹ Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

² Centro Interdisciplinario para la Cognición en La Enseñanza y el Aprendizaje, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

³ Laboratorio de Neurociencia, Universidad Torcuato Di Tella, Buenos Aires, Argentina

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Buenos Aires, Argentina

⁵ Laboratorio de Inteligencia Artificial Aplicada, Instituto de Ciencias de la Computación, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Memory (the cognitive process responsible for keeping and actively manipulating a small amount of information in mind, to be used in the immediate execution of behaviors), Cognitive Flexibility (which makes it possible to move the attentional focus among stimuli and change the approach to properly solve the task at hand), and Inhibitory Control (the ability to hold prepotent, automatic responses favoring subdominant ones, and also the ability to filter distracting stimuli). In the aforementioned proposal, these processes, in turn, support higher EF: planning (the capacity to organize a series of steps to guide the progression from an initial state to a desired one), reasoning (the ability to make inferences and reach conclusions during problem analysis), and problem-solving (a complex process that involves problem representation, selecting a sequence of actions, executing it, and monitoring the results) (Diamond, 2013).

EF play an important role in school performance from early education on. Core EF in kindergarten explains unique variance in math and reading achievements in first (Morgan et al., 2017), second (Morgan et al., 2019), and third grade (Nguyen et al., 2019). Moreover, EF are associated with children's classroom behaviors (Brock et al., 2018), and have been proposed to mediate the notorious socioeconomic status (SES) gap in educational attainment (Fitzpatrick et al., 2014). Therefore, it has been hypothesized that the promotion of EF development in kindergarten may have positive repercussions on educational achievement, especially for the most underprivileged social groups.

Several elements in the most proximal raising contexts have been described to influence EF development: increased language quality, scaffolding parenting practices, and a diversity of activities available for children are associated with improved performance on EF tasks (e.g., Rosen et al., 2020; Sarsour et al., 2011). On the other hand, the presence of early adversities, recently proposed to be present along a deprivation and threat dimension, are generally linked to decreased EF (Vogel et al., 2021). Moreover, an extensive corpus of evidence shows that the child's home socioeconomic status is associated with EF (e.g., Noble et al., 2005, 2007), and the amount of cognitive stimulation received at home is one of the mechanisms that link poverty to cognitive outcomes (Rosen et al., 2020). Nonetheless, recent reports suggest that low socioeconomic status modulates cognitive development more nuancedly than previously assumed. For working memory and cognitive flexibility, for instance, several papers now show that poverty can leave unaffected, or under specific circumstances even improve, these processes (Young et al., 2018, 2022).

At the school level, it has been argued that the progressive, sustained, and systematic recruitment of EF through age-appropriate activities promotes its development (Diamond & Ling, 2016). Moreover, much effort has been put into generating interventions that target EF skills, hoping

they could benefit especially the less advantaged students. The range of school-based proposals is wide, from curricula adaptations, mindfulness, and several types of physical exercise, to screen-mediated activities (Takacs & Kassai, 2019). Among these, the curricular approach has been more profusely evaluated in large randomized controlled trials (RCT). For instance, the effects of the Tools of the Mind program, a play-based curriculum built on Vygotskian concepts, have been assessed with RCT in its preschool (Barnett et al., 2008; Nesbitt & Farran, 2021) and kindergarten versions (Blair et al., 2018; Diamond et al., 2019); in the USA (Blair et al., 2018; Diamond et al., 2019), and in Canada (Solomon et al., 2018); in versions that require 1 or 2 years of teacher training (Goble et al., 2021), and in schools of different economic backgrounds (Blair et al., 2018). The evidence shows that several children's and teachers' characteristics modulate the success of the program in kindergarten. Results tend to be better for children of lower SES (Blair et al., 2018); and teachers' years of experience, teachers' psychological distress, and fidelity of implementation are all factors that contribute to the program outcomes (Goble et al., 2021). The Tools of the Mind case exemplifies two important notions. First, EF can be improved with school-based interventions, and second, several child, teacher, and school characteristics modulate the effectiveness of the program.

While curricula-based approaches show promise, their scalability in low-resource settings is limited due to their time-intensive, expensive, and specialized training requirements. In part driven by the goal of overcoming these implementation barriers, cheaper and easier-to-implement interventions have also been envisioned and tested. These interventions tend to be radically different from the curricular approach: they usually are short-term (spanning over weeks to a few months) and delivered through time-limited activities that may or may not take place inside the classroom. For instance, the "red light, purple light" intervention developed by Tominey and McClelland (2011) consists of group-based activities requiring EF. An eight-week intervention of the "red light, purple light" program delivered by trained facilitators and assisted by researchers was tested in an RCT by Schmitt et al. (2015), who found improvements in task-based measures of EF, but not in teacher reports of EF. *The Brain Games* (EASEL lab n.d.) is an activity-based intervention that uses card games and relies on a series of activities initially included in a social-emotional learning curriculum called SECURE (Social, Emotional, and Cognitive Understanding and Regulation in education). Barnes et al. (2021) assessed whether an intervention using the *Brain Games*, delivered by teachers and embedded into classroom dynamics, was able to improve EF in a sample of children from pre-K to fourth grade in rural and urban contexts, respectively. Despite the children did not play with the games the same amount of time, both studies found positive effects on EF.

In addition to all of the above, interactive screens are being increasingly used inside classrooms with pedagogical intentions. Children's inherent interest in screens motivates students, giving screen-mediated activities the potential to create engaging learning contexts (Coleman & Money, 2020; Martinez et al., 2022). Screen-mediated activities have been used to teach specific content, to engage the cognitive foundations of learning (Martinez et al., 2022), and even to promote prosocial behavior (Li & Zhang, 2022) by means of gamified activities, serious videogames, or entertainment videogames.

The possibility that executive skills can be enhanced by repeated practice with screen-mediated activities is a matter of heated debate (Blair, 2017; Cao et al., 2020; Moreau, 2021). Several academic and commercial platforms target EF at different points along the lifespan, both for typical and clinical populations. Before presenting some of these initiatives, we would like to emphasize that a consensus over their ability to modify EF and EF-based abilities has not been reached (Gobet & Sala, 2023; Moreau, 2021).

Working memory has been targeted by both task-like games developed by researchers (e.g., Jaeggi et al., 2008; Loosli et al., 2012) and commercial gamified activities. One platform that unifies both purposes is Cogmed Working Memory Training^{RM}, which consists of a variety of adaptive, computerized, working memory gamified tasks. Although it has been used at schools, it is an expensive program generally utilized to train working memory (WM) in those students that need it the most (for example, students diagnosed with ADHD) in a pull-out dynamic that is not compatible with group-based activities (Holmes et al., 2009; Mezzacappa & Buckner, 2010; van der Donk et al., 2013).

Other gamified activities that target cognitive processes beyond WM have also been tested under heavily controlled circumstances in school settings. For instance, Mate Marote, an online, free platform of gamified activities for EF training (Nin et al., 2019) was able to improve both EF and school grades in a population of low SES first graders that received intensive training in small groups pulled out from their classrooms (Goldin et al., 2014). Attentional capacities have also been trained in children with different neurodevelopmental clinical diagnoses in the school setting. Like all previous studies, the training sessions were conducted in a separate, quiet room during school hours (Tullo et al., 2018). The design of the aforementioned studies has also helped decipher how different game (Katz et al., 2014), individual (Jaeggi et al., 2014; Ørskov et al., 2021), and social characteristics may impact training results. While these studies do not always resemble real classroom dynamics, and some (but not all) meta-analyses propose that their posited results are merely statistical noise (Gobet & Sala, 2023), they raise the possibility that short interventions with gamified activities may improve EF in an ecological setting.

Furthermore, individual differences at baseline can also modulate training effects in opposing ways. Some reviews claim that EF training usually results in better outcomes for those who start below (Diamond & Ling, 2016; Titz & Karbach, 2014). However, the opposite has also been reported (Ørskov et al., 2021; Segretin et al., 2014). When *magnification* occurs, individuals that perform better initially will also benefit more from cognitive interventions. On the contrary, *compensation* can also happen, that is, high-performing individuals would benefit less from cognitive interventions, probably because they are already functioning at the optimal level, leaving less room for improvement (Titz & Karbach, 2014). Results pertaining to magnification vs. compensation effects are mixed and non-conclusive. However, putting all the pieces together, one could hypothesize that if the compensation theory holds true, children from lower SES will benefit more from training due to more room for improvement, but only for those processes more heavily impacted by poverty, namely inhibitory control (for a review on this topic see Blair & Ku (2022)). On the contrary, if magnification occurs, the data would show that children from higher resource contexts improve the most, leaving their peers from scarce-resources settings lagging even more behind. All things considered, additional research is needed to help clarify all these issues.

In synthesis, while a number of studies suggest that cognitive training in school settings, delivered through screen-mediated cognitive stimulation programs is feasible, the assessment of these kinds of interventions embedded within classrooms, with all the experimental noise that implies, is lacking (Green et al., 2019). In fact, deciphering whether or not screen-mediated interventions are effective under real-world circumstances is one of the biggest challenges in the field (Green et al., 2019). When interventions are deployed in a typical classroom environment, researchers do not control children's attendance, nor external factors that may alter motivation (such as birthday celebrations or a rainy day that impedes going out during recess). In the previous paragraph, we mentioned several game and individual factors that can impact the results of an intervention. In addition to those, school characteristics also vary widely. At schools, the presence of variability in a plethora of institutional circumstances is both natural and inevitable. For instance, schools located in affluent versus impoverished quarters may differ in several aspects that can potentially affect intervention effectiveness (a more vulnerable institution might have more power cuts, teacher strikes, could be difficult to access during bad weather conditions, etc.). However, very little is known about this specific level of analysis. Therefore, one of the ultimate goals of the cognitive-enhancement field is to evaluate whether an intervention has real-world impact by analyzing its efficacy in a variety of less-than-ideally controlled settings (Green et al., 2019).

The studies revised so far also evidentiate that the ability of screen-mediated stimulation to promote EF gains in

kindergarteners is still emergent. There are few studies on screen-mediated cognitive training for children in this age group (Scionti et al., 2020), and only a few evaluate how socioeconomic status impacts screen-mediated stimulation delivered within classroom dynamics in this population (Foy & Mann, 2014; Rojas-Barahona et al., 2015). In addition, there are none, to the best of our knowledge, studies on the interaction of school-level socioeconomic status and screen-mediated stimulation. This last point is relevant within contemporary contextual theories of development (Bronfenbrenner, 1994; Lerner, 2006) that underscore that interactions among multiple levels of the ecology that children inhabit influence developmental outcomes. Providing evidence on how school-level characteristics modulate the effectiveness of interventions aimed to enhance cognition may help better understand the variety of elements at different levels of analysis than need to be taken into account when designing cognitive training programs.

Finally, the effectiveness of an intervention can be assessed in terms of near-transfer effects, that is, an improvement in the same processes targeted by the activities; and far-transfer effects, which implies improvements in other cognitive domains, or broader behaviors such as academic performance and self-regulated behavior (Smid et al., 2020). As mentioned before, although there is plenty of evidence that practice with gamified tasks results in near transfer, most evidence comes from tightly controlled settings. A more heated debate is whether, and under which conditions, cognitive training can elicit far transfer. To date, the evidence of far transfer from screen-mediated stimulation interventions is not conclusive (Blair, 2017; Green et al., 2019).

In this study, we explore the effectiveness of a screen-mediated stimulation program that targets basic EF in schools of different socioeconomic backgrounds. To do so, we deployed a RCT with an active control group in 6 kindergarten classrooms. Children played with cognitive-challenging games present in an open-access platform called Mate Marote (Nin et al., 2019), or control games for six weeks. Based on previous research, we advanced the following hypotheses: (i) a short screen-mediated stimulation program improves the targeted domains, although conflicting results in the literature prevented us from anticipating a hypothesis for non-trained processes; and (ii) school socioeconomic level may moderate the efficiency of the intervention. Specifically, we propose that training will lead to greater improvements in low SES schools, given that we expect those children to perform below the media (in other words, our hypothesis is that we will find a compensatory effect).

Materials and Methods

Design and Procedure

We followed an experimental pre/post design. Kindergarteners in each class were randomly assigned either to the

cognitive stimulation group (from now on, the CS group) or the active control (AC) group. All procedures were the same for all children, the only difference between groups was the nature of the games. Children worked on tablets of the Uruguayan OLPC program in their own classrooms during regular school hours, accompanied by a small team of research assistants (RA) in a ratio of 1 RA every 2-to-4 children. RA logged in the children and encouraged them to keep their attention on the games; however, they avoided any further interaction regarding the games. Children sat in their usual location but were allowed to move inside the classroom with the tablets if they wanted to. Teachers were present during the intervention and helped with its general organization. During the intervention stage, children in the CS group played 2 of 4 games (described below) in each session, 3 days per week for 6 weeks. Children in the AC group also played 4 games, with the same frequency. The games in the AC group were selected because they do not engage EF but present similar motor demands and engaging features (such as coloring games or games that require moving the tablet in order to avoid a collision between 2 objects). With this schedule, by the end of the intervention, each activity could be played for as much as 72 min, yielding a total intervention duration of 288 min. Because the experiment was conducted inside the school, a child only played a session if she or he was at school that day. Hence, the intervention finished in the sixth week whether children completed all sessions or not. For analysis purposes, only children that completed at least 50% of the training or control sessions were considered. 91% of the children met this criterion, and there were no differences between the number of sessions attended by children in the AC ($M = 13.2$, $SD = 3.0$) and CS ($M = 14.3$, $SD = 3.7$) groups ($\chi^2 = 20.231$, $df = 16$, $p = 0.2$). Post-intervention measures were administered one week after the intervention ended.

The gamified activities are part of Mate Marote, an online, free-of-use platform available for educational and research purposes (matemarote.org.ar) (Nin et al., 2019). The platform includes activities that are inspired by standard cognitive tasks; however, they differ from those in several ways: 1) there are kid-friendly characters that present the instructions, 2) there are several rewards (in the form of bronze, silver, and gold medals, flashy sounds, and both positive and negative feedback), 3) all games progress through increasing levels of difficulty by means of an automatic algorithm that keep every child in a level that is challenging but feasible. A detailed description of the mechanics, the adaptive algorithms, and the factors leveraged to manipulate difficulty can be found in Nin et al. (2019). All activities were administered individually on tablets with headphones. Before the first training session of each game, a short animated video explained

its rules and goal. After the instructions, children played the first levels of each game. These levels are easy, and meant to help the children incorporate the game mechanics. If children did not understand the game dynamics and lost the first 2 trials, the instructions were automatically repeated. On the rare occasion children kept losing after two rounds of instructions, RA were instructed to explain the rules until they were understood. All children were able to understand the game mechanics during the first session. The automated game flows ensured that children played with the activities as programmed. Only one activity was active at the beginning of the session, children were allowed to play it for up to 8 min. After this time had elapsed, and as soon as the current trial ended, that activity became unavailable and the children were allowed to play with the second activity for the same amount of time.

Working Memory Game

It is based on a nonspatial, pattern recognition working memory task. Each trial consists of a constant number of cards that are characterized by complex visual stimuli, categorizable in several dimensions (as card shape or color, character or objects that appeared in the card, etc.). Cards appear randomly located in a grid. Children have to sequentially choose all of the cards without repetition. The objective of the game is to select, in the order that the participant wishes, each one of the cards. However, two hundred ms after each selection, all the cards disappear and reappear in random, different locations on the board. The first trial consists of two cards. As trials progress, the amount of cards increases by one to a possible maximum of 24 cards. As many clicks as cards in the board are required to win the level. The difficulty of the trials adapts to each child performance: When 3 trials are won in a row, one extra card is included in the grid. If 2 trials are lost in a row, one card is removed from the grid.

Inhibitory Control and Cognitive Flexibility Game

Children have to press one of two buttons, which points to the direction that a plane flies, or the opposite direction, depending on the color of the plane, according to the rules of the game. One plane appears for 1500 ms in any position on the screen. During the first 10 trials, children need to point in the same direction as the yellow plane is going. Then, 10 trials continue where the children have to point in the opposite direction of a red plane. Finally, yellow and red planes appear intermingled, in random order. The game includes 3 elements to increase the difficulty as trials progress: 1) the time available to execute the response starts at 9925 ms and decreases 25 ms each trial, until the lower limit of 3225 ms is reached 2) distracting stimuli appear on any location in the screen, and 3) in the most advanced trials, the

rules associated with each color are inverted. Children start with 5 lives and every time a mistake is made, children lose one life. Once the 5 lives are depleted, the game starts over.

Reasoning Game

It is an adapted version of the board game Chocolate Fix® by Think Fun Inc®. The game consists of a board of 3×3 positions in which some pieces are missing. The goal is to place the missing pieces according to their attributes (shape and color) and the clues provided. In the simpler levels, there is a small number of pieces to place, and the information contained in the clues is high. As the game progresses the difficulty increases, either because the number of pieces to be placed gets higher, due to a decrease in the information provided to solve the problem, or due to the incorporation of partial clues (indicating either the color or the shape of the piece), or a combination of these elements. The progress in the difficulty of the levels is organized by following guidelines defined by researchers according to previous investigations (Goldin et al., 2013; Paz et al., 2014).

Mental Rotation Game

The game presents several silhouettes of different shapes, children had to select all matching pairs before the time allocated ends. We used a beta version that was being tested, no results will be shown in this paper.

Participants

Schools in Uruguay are classified by the National Administration of Public Education according to a continuous variable: the School Sociocultural Level (SCL). SCL is a composite of three sets of measures: SES of the school's overall population, the level of maternal education for every child in the school, and an indicator of social integration that combines the proportion of homes with school-aged children that do not attend formal education and the proportion of children that live in urban slums (ANEP, 2016). The specific score of each school is not public; however, the distribution in quintiles is available: those schools classified as the lowest quintile serve the poorest population and are usually located in vulnerable quarters. On the other hand, schools in the highest quintile serve children from homes located in neighborhoods characterized by middle- and high-class homes. Taking schools in the extremes of the distribution ensures that differences attributable to socioeconomic circumstances are captured. This approach has also been followed in the US (Torff & Sessions, 2009), in Brazil (Weissheimer et al., 2020), and by us before (Nin et al., 2022) The presence of Unsatisfied Basic Needs (UBN) in the home was assessed through a phone interview and then categorized as a dichotomous variable: home with or without UBN.

A total of 137 children (63 girls) were recruited from 6 kindergarten classes of public schools in Montevideo, Uruguay, classified either as the lowest or highest SCL quintile by the National Administration of Public Education (ANEP, 2016). Our previous experience (Nin et al., 2022) and published reports (Weissheimer et al., 2020) indicate that children from low SCL backgrounds tend to attend less often to school. We assumed a higher loss of participants in this population and therefore included a higher number of children from schools in less affluent neighborhoods in the initial sample. Data from 1 child were removed from the analytical sample because she was an outlier according to her age (age above /below 3 SD samples' average age). The final sample consisted therefore of 136 children (62 girls) aged $M = 5.30$, $SD = 0.36$ years. We tested children that were present at school on the day of evaluation, therefore, not all children attended all testing sessions. The number of participants and the composition of the groups for each analysis are reported in the results section.

Informed consent was obtained from parents/legal guardians and oral assent was provided by all children participating in the study. Parents/legal guardians consented both to participate and to publish the pooled, analyzed, and anonymized data. The study was approved by the Research Ethics Committee of the School of Psychology, Universidad de la República, Uruguay and followed the World Medical Association Declaration of Helsinki.

Instruments Used

Cognitive Assessment

Pre- and post-intervention measures consisted of a battery of standard tasks (see below) that were administered at the schools, during 2 sessions of 3 activities each. We also included 2 newly developed tasks that evaluate mental rotation abilities to acquire data to validate them. For all tasks, instructions were presented with headphones through short animated videos that preceded each task. In every case, a block of practice trials was then administered; if children failed the practice block, instructions and practice were repeated once. All tasks were finished automatically once the cutoff criterion was reached. This automated process allowed research assistants to simultaneously evaluate two or three children. The order of the tasks was the same for all children, during the first evaluation session we applied two mental rotation tasks and an inhibitory control and a cognitive flexibility task (see below). In the second session, we administered one task for working memory, one for planning, and one for reasoning. The validation of the testing procedure is reported in (Nin et al., 2022).

Inhibitory Control & Cognitive Flexibility Task

We used an adaptation of the Hearts and Flowers task (Wright et al., 2003). In each trial, one of two types of stimuli was presented either on the left or right of the screen. The congruent stimuli required children to press the button on the same side of the screen and the incongruent stimuli required a button press on the opposite side of the screen. An initial block of 12 congruent trials was followed by a block of 12 incongruent trials, and then by a mixed block of 24 trials where congruent and incongruent trials were randomly intermixed. In all blocks, trials were counterbalanced. Instructions and a practice block of 8 trials were given before each block. We used the Proportion of Correct Answers (PCA) in the incongruent block as the measure of inhibitory control, and the PCA in the mixed block as the measure of cognitive flexibility, like other studies in the region with similar samples (Giovannetti et al., 2020; Hermida et al., 2015; Nin et al., 2022).

Visuospatial Working Memory Task

We used the Corsi Blocks-tapping task (Corsi, PM, 1972). Children were presented with a 3×3 matrix of light bulbs. First, the number of lights that would turn on was shown. Then, a sequence of lamps lit up in random order. Children had to reproduce the sequence by touching the corresponding light bulbs. Each block included five trials ranging from 1 lamp to the maximum amount possible before reaching the cutoff criterion of three consecutive errors. Only children that were able to remember at least two items were considered to ensure that the test was understood. The longest length of items remembered was used as a measure of working memory span.

Fluid Intelligence Task

The Test of Nonverbal Intelligence (ToNI) is a language-free nonverbal intelligence test with two equivalent forms that are appropriate for a wide age range. Each item consists of a sequence of abstract figures in which the child must select the only option that completes the pattern (Brown et al., 1997). The test was administered and scored according to the manual instructions. This test has been used with children of similar demographics in the region (Hermida et al., 2019). Only children that were able to obtain at least two correct trials were considered to ensure that the test was understood. The total score was used as a measure of fluid intelligence.

Planning Task

We used the Tower of London task (Shallice, 1982). Children were shown a goal configuration with 3 colored balls

in poles of three different heights, an initial configuration, and the number of moves required to transition from the initial to the goal configuration. As children progress through trials, the number of moves required to solve the problem increases. The cutoff criterion was three consecutive errors. The outcome measure for planning was the number of moves of the problem with the highest amount of required moves successfully resolved.

Behavioral Rating Inventory of Executive Functions-Preschool (BRIEF-P)

BRIEF-P questionnaires (Isquith et al., 2004) were completed by teachers. In accordance with the instrument manual, we did not include in the analysis those that presented unacceptable inconsistency scores. We carefully analyzed the questionnaires with high negativity scores and kept those that had T-scores greater than 65 in at least one index according to Sherman and Brooks's recommendations (Sherman & Brooks, 2010).

Home Characteristics

A phone interview with a family member in the same household as the child was conducted to gather information about the home's characteristics such as UBN, level of education of the main caregiver, presence of crowding conditions, and type of health coverage, among others. The interview was based on the items present in two instruments: the index of SES, developed by economists (Llambí & Pi, 2012) and widely used in our country, and questions from the National Continuum Home Survey carried out by the National Institute of Statistics.

Data Analysis

We performed multilevel analyses to determine the effects of the cognitive training program in the evaluated processes due to the nested structure of the data. We used R (R Core Team, 2020) packages lme4 (Bates et al., 2015), emmeans (Lenth, R, 2020), lmerTest (Kuznetsova et al., 2017), and sjstats (Lüdtke D, 2021). Separate models were run for each task analyzed. In all cases, the model included cognitive performance as the outcome variable, and the following variables in the fixed portion: at the child level (level one) we included age, group allocation (active control or cognitive stimulation), and the time of measurement (before and after the intervention). The school level (level two) variable was School SCL. The models were built adding the factors one by one (see equations below), and fit was compared using the Akaike information criterion (AIC) and the chi-squared p -value. The final step was to compare two different models: one with a

two-way interaction term between the time of measurement and group allocation (in order to compare performance before and after intervention in the control and experimental groups), and another with a triple interaction that added School SCL to assess whether results varied across schools of different backgrounds. The latter model is reported only if the inclusion of the triple interaction improves the fit. For the final models that presented significant effects, we performed post-hoc tests to assess differences between the AC vs. CS groups, before and after the intervention. We also performed comparisons in low and high SCL schools in the model with the triple interaction Group*Time*SchoolSCL, only if this model presented a better fit than the model with the double interaction. In all the post-hoc analyses we used an FDR correction. To evaluate the effectiveness of the intervention we employed the difference in the model estimated means before and after the intervention for both the AC and CS groups. In the random portion of the models, children's measurements were nested within their classes employing a random intercept term. Age was centered by calculating the difference in relation to the youngest child in the sample, that is, the youngest child entered with an age of 0. Standardization of measures is recommended for multilevel models, in order to do so and still be able to compare children in different groups and at different time points, the standardization was performed by pooling all the raw data together. Task scores were scaled to z values and BRIEF-P raw scores to T scores according to the instrument instructions. The procedure described was selected because it takes into consideration the data structure in a hypothesis-driven approach to data analysis (Meteyard & Davies, 2020). The general equations for the models are:

$$\begin{aligned} z_score &\sim (1|class/participant) \\ z_score &\sim Age + Time + (1|class/participant) \\ z_score &\sim Age + Time + SchoolSCL + (1|class/participant) \\ z_score &\sim Age + SchoolSCL + Group*Time + (1|class/participant) \\ z_score &\sim Age + SchoolSCL*Group*Time + (1|class/participant) \end{aligned}$$

The R code for the whole procedure is reported in the supplemental material.

Results

Descriptive Statistics

The basic demographics for both groups of schools are shown in Table 1, and zero-order correlations for all variables at baseline are presented in Table 2. There were no differences in gender frequency among low and high SCL

Table 1 Descriptive statistics of the variables used in the study

Variable	School SCL		<i>p</i> -value ²
	Low, N = 83 ¹	High, N = 53 ¹	
Gender			> 0.9
F	38(46%)	24(45%)	
M	45(54%)	29(55%)	
Age	5.23 (0.39)	5.42 (0.27)	0.001
UBN			< 0.001
none	10(12%)	48(91%)	
1 or more	73(88%)	5(9%)	
Sessions	13 (3)	15 (3)	< 0.001

¹n(%); Mean (SD)²Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum testBold emphasis help locate the *p* values under 0.001

schools, but we found a small, although significant, age difference among types of schools, with slightly older children attending high SCL schools (note that the difference is less than two months of age). As expected, we found that most children (88%) in low SCL schools come from homes with UBN, but less than 10% of children from high SCL schools present UBN in their homes. Also, children in low SCL schools tend to miss more classes than their high SCL school peers, which results in a small but significant difference in the total number of sessions attended: children in high SCL schools participated on average in 2 more sessions than children in low SCL schools. We also checked that the AC and CS groups were balanced in terms of gender, age, UBN, and the number of sessions. No differences between groups were found, as shown in Table 3.

Working Memory

Data from one hundred and twenty children were entered in the analysis for working memory (WM) assessed with Corsi blocks (68 from Low SCL schools, no difference in gender frequency among groups). Of the 16 children that were not entered into the analysis, 15 missed the assessment (14 from

low SCL schools) and 1 (from 1 low SCL school) was not able to understand the task. Ten of these children belong to the CS group. In spite of the higher proportion of missed data points from low SCL schools, the descriptive statistics of the sample entered in the WM analysis are representative of the study population (shown in Supplementary Table 2). To analyze the relation among WM span, time of measurement, and group allocation, we progressively built several models. The simplest model includes only the random factors and reveals how much of the variance is explained by variability attributable either to subjects or class. We found that most of the variance is related to interindividual differences. The addition of age and time (to account for maturation influences) improves the fit ($\chi^2 p < 0.001$). The inclusion of the second level variable, school SCL also improves fit ($\chi^2 p < 0.05$). Finally, we compared the model with the double interaction term between group allocation (active control, AC or cognitive stimulation, CS) and time of measurement (pre or post-intervention) to a model without interaction. Again, this latter model showed an improved fit ($\chi^2 p < 0.001$). The interaction between Group and Time of measurement reached significance ($p < 0.05$), suggesting a differential performance before and after intervention for the AC and CS groups. The model estimates and *p* values are presented in Table 4. Both groups started the intervention with similar performance (a difference of -0.32 ± 0.17 SD, $p = 0.07$). To evaluate the effectiveness of the intervention we employed the size effect (the difference in the model estimated means before and after the intervention for both the AC and CS groups). We did not find evidence of improved visuospatial working memory span in the AC group (a nonsignificant size effect of -0.10 ± 0.39 SD, $p = 0.5$); however, the WM span in children in the CS group increased by 0.50 SD (± 0.15 , $p < 0.005$), equivalent to an increase of 0.62 items (± 0.18 , $p < 0.005$). These results suggest that the cognitive training program was able to improve visuospatial WM irrespective of school characteristics. Figure 1 presents the estimated effect sizes for both groups, the data distribution, and the model's estimated means and standard error.

Table 2 Zero-order correlations for the variables used in the study

	<i>Corsi_span</i>	<i>Inc_block</i>	<i>Mix_block</i>	<i>ToL</i>	<i>ToNI</i>	<i>Age</i>	<i>SES</i>
<i>Corsi_span</i>							
<i>Inc_block</i>	0.24						
<i>Mix_block</i>	0.20	0.64***					
<i>ToL</i>	0.11	0.44***	0.52***				
<i>ToNI</i>	0.25	0.41**	0.40**	0.41**			
<i>Age</i>	0.40**	0.17	0.00	0.21	0.25		
<i>SES</i>	-0.02	0.30*	0.46***	0.65***	0.32*	0.09	

Computed correlation used pearson-method with listwise-deletion.

Note: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 3 Demographic information for the active control (AC) and cognitive stimulation (CS) groups

Variable	Group allocation		<i>p</i> -value ²
	AC, N=65 ¹	CS, N=71 ¹	
Gender			0.6
F	28(43%)	34(48%)	
M	37(57%)	37(52%)	
Age	5.32 (0.41)	5.29 (0.31)	0.5
UBN			>0.9
None	28(43%)	30(42%)	
1 or more	37(57%)	41(58%)	
Sessions completed	13 (3)	14 (4)	0.2

¹n(%); Mean (SD)²Pearson's Chi-squared test; Wilcoxon rank sum test

UBN: Unsatisfied Basic Needs

Afterward, we proceeded to test if School SCL moderates the effect of the intervention. by means of the model with the triple interaction among Time, Group, and School SCL. Results showed that the introduction of the triple interaction does not improve the model fit ($\chi^2 p=0.5$), plus the interaction term was not significant. In light of these results, we did not proceed to break down the triple interaction with post-hoc analysis. Taken together, our results suggest that the stimulation program is equally effective in schools of low and high socioeconomic backgrounds.

Table 4 Parameters for the model with WM as the outcome and School SCL and the double interaction among Group and Time of measure as predictors

Predictors	WM span (z)		
	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	-0.88	-1.47 – -0.28	0.004
Age_c	0.40	0.03 – 0.78	0.034
SchoolSCL [High]	0.41	0.03 – 0.79	0.036
Group [CS]	-0.32	-0.66 – 0.02	0.063
Time [posttest]	-0.09	-0.38 – 0.20	0.543
Group [CS] * Time [posttest]	0.59	0.18 – 1.00	0.005
Random Effects			
σ^2	0.50		
τ_{00} participant: class	0.21		
τ_{00} class	0.02		
ICC	0.32		
$N_{\text{participant}}$	120		
N_{class}	6		
Observations	199		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.126 / 0.403		

Bold emphasis help locate the *p* values under 0.001

Fluid Intelligence

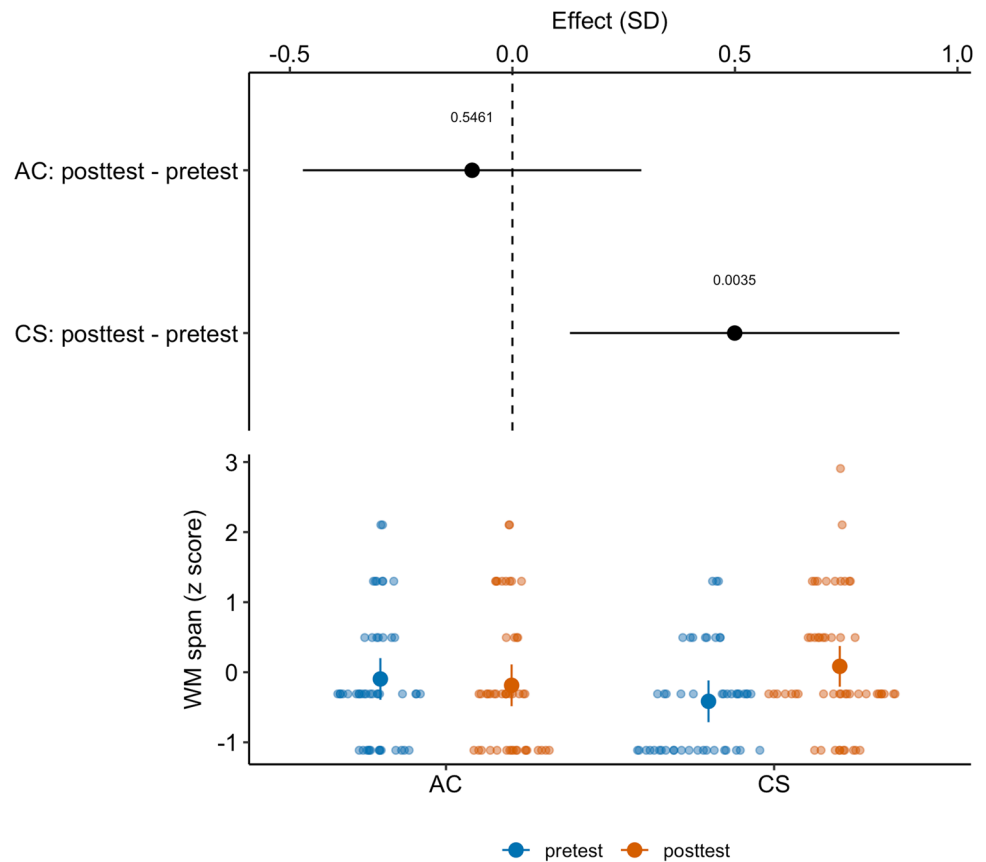
One hundred and twenty-six children (76 from Low SCL schools, no difference in gender distribution) were entered in the analysis of fluid intelligence assessed with ToNi. Nine children missed the assessment (6 from low SCL schools) and one child (from a low SCL school) was not able to understand the task. We followed the same series of steps as with the WM game, progressively building the models until we reached the final model with the double interaction. The unconditional model revealed that most of the variance in the data comes from interindividual differences. Addition of the age and time of measurement in the fixed part of the model improved fit ($\chi^2 p < 0.05$). In the next step, we included school SCL, which also improves fit ($\chi^2 p < 0.05$). Finally, we run the full model with the double interaction between group allocation and time of measurement, which also improved the fit ($\chi^2 p < 0.05$). We report the estimates and *p* values of this final model in Table 5. Akin to what happened with WM, we found that the interaction term was significant and therefore we conducted a post-hoc analysis to determine whether there were differences in z scores before and after the intervention. The baseline performance was similar between the AC and CS groups (a difference of -0.02 ± 0.16 SD, $p = 0.9$), nevertheless, at the posttest children in the CS group performed 0.36 SD (± 0.12 SD, $p < 0.05$) better than before the intervention, a difference that corresponds to an increase in 2.2 ± 0.7 points in the score obtained in the ToNI. For the control group, this difference was almost zero and did not reach significance (a difference of 0.01 ± 0.16 SD, $p = 0.8$, or 0.3 ± 0.1 trials). Akin to the results obtained with the WM task, our results, summarized in Fig. 2, suggest that our games promote gains in fluid intelligence across schools.

We then ran the model with the triple interaction to assess the impact of school socioeconomic background on the training. Including the modulation by School SCL did not improve fit ($\chi^2 p = 0.08$), and neither of the principal effects nor the triple interaction term in the model were significant. Therefore, our results suggest that school SCL does not moderate the effectiveness of the program.

Inhibitory Control

A total of 126 children (76 from low SCL schools) were included in the Hearts and Flowers-like task. Six of the 10 children that missed the assessment were from low SCL schools. All children tested were able to understand the task. The second block of the task consists totally of spatially incongruent stimuli and therefore requires inhibitory control. The third block consists of intermingled congruent and incongruent trials, and therefore also taps into cognitive flexibility. In order to answer our two main research

Fig. 1 Intervention effect on WM span. Top: simple effects (difference in means) of the Corsi blocks z score for the Active Control (AC) and the Cognitive Stimulation group (CS). Bars are 95% confidence intervals of the effects. Unadjusted p values from the linear model are given. Bottom: model estimated means, error bars that represent the model estimated 95% confidence intervals of each mean, and the model-adjusted individual response values, for each experimental group (AC and CS) at pretest (blue) and posttest (orange)



questions, that is, to find out whether the intervention is able to improve EF, and whether the results depend on school characteristics, we followed the same series of steps for the incongruent and the mixed blocks of the task. We present first the results obtained for the incongruent block following the analytic plan: we ran the unconditional model, and our results again point to the subject level as the biggest source of variability in the data. Then, we included age and time as fixed factors, surprisingly, these additions did not improve fit ($\chi^2 p=0.2$), indicating that maturation in our sample does not explain performance in the task. We then added the school SCL, an addition that did improve fit ($\chi^2 p < 0.01$). Finally, we tested the full model with the double interaction between time and group (estimates and p values in Supplementary Table 3). In this model, we observed a significant main effect of School SCL ($p < 0.05$): children that attend more advantaged schools performed better than their peers in low SCL schools. Indeed, children in low SCL schools had z- scores 0.38 ± 0.83 SD below the mean, while children in high SCL schools had scores 0.24 ± 0.53 SD above the mean ($t = -4.8079$, $df = 108.6$, $p < 0.001$). The rest of the main effects and the interaction term were non-significant. Indeed, the introduction of the interaction did not improve fit ($\chi^2 p = 0.7$). These results suggest that the intervention was not effective across schools. The planned

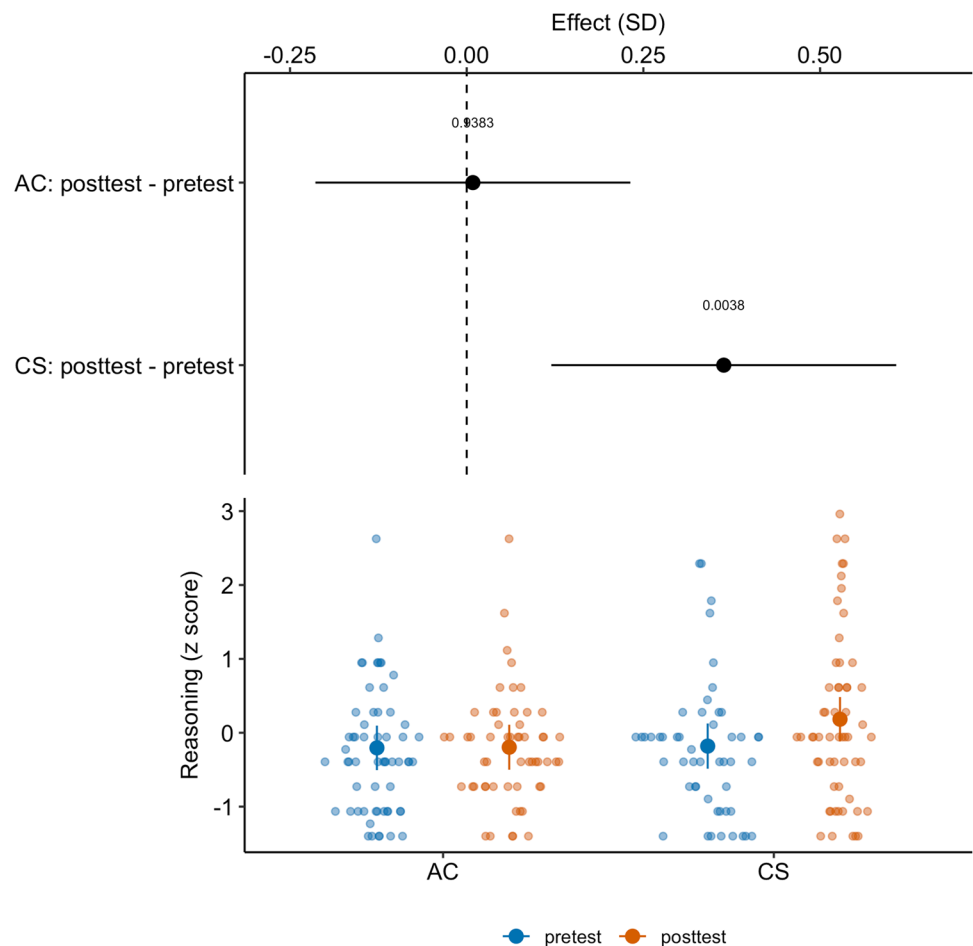
post-hoc comparisons revealed that, when children are pooled at School SCL, no differences in performance before and after the intervention were observed neither for the AC

Table 5 Parameters for the model with fluid intelligence as the outcome and School SCL and the double interaction among Group and Time of measure as predictors

Predictors	Fluid intelligence score (z)		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	-0.92	-1.51–0.34	0.002
Age_c	0.35	-0.03–0.73	0.073
SchoolSCL [High]	0.48	0.07–0.89	0.023
Group [CS]	0.02	-0.30–0.35	0.883
Time [posttest]	0.01	-0.21–0.23	0.938
Group [CS] * Time [posttest]	0.36	0.03–0.68	0.033
Random Effects			
σ^2	0.35		
τ_{00} participant: class	0.40		
τ_{00} class	0.03		
ICC	0.55		
$N_{\text{participant}}$	126		
N_{class}	6		
Observations	223		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.134 / 0.608		

Bold emphasis help locate the p values under 0.001

Fig. 2 Intervention effect on reasoning. Top: simple effects (difference in means) of ToNi z score for the Active Control (AC) and Cognitive Stimulation Group (CS). Bars are 95% confidence intervals of the effects. Unadjusted p values from the linear model are given. Bottom: model estimated means, error bars that represent the model estimated 95% confidence intervals of each mean, and the model-adjusted individual response values for each experimental group (AC and CS) at pretest (blue) and posttest (orange)



group (a difference of 0.08 ± 0.10 SD, $p = 0.5$) nor for the CS group (a difference of 0.17 ± 0.11 SD, $p = 0.1$). In other words, there are no average group differences between the CS and the AC group.

In the next step in the analysis, the inclusion of the triple interaction improved the fit of the model ($\chi^2 p < 0.05$). The model's estimates and p values are shown in Table 6. Moreover, in contrast to the previous tasks evaluated, this time the triple interaction term was significant ($p < 0.05$). We explored differences among groups with the planned post-hoc tests (summarized in Fig. 3), which revealed that only children in the training group that attend low SCL schools improved performance (an increase of 0.40 ± 0.14 SD, $p < 0.05$), whereas children that participated in the CS program but attend high SCL schools did not benefit from the intervention (a difference of -0.11 ± 0.16 SD, $p = 0.3$). Children in the AC group did not improve performance in low SCL schools (-0.05 ± 0.12 SD, $p = 0.9$), nor in high SCL schools (0.29 ± 0.16 SD, $p = 0.3$). Taken together, these results suggest that, for inhibitory control, school socio-economic characteristics modulate the effectiveness of the program.

Cognitive Flexibility

The final analysis corresponds to the mixed block of the Hearts and Flowers-like test. Three children did not complete the third block and were excluded from the analysis. Once more we built the models step by step, starting with the unconditional model that, akin to before, most of the variance corresponds to individual differences. Then, the addition of age and time of measurement did not improve the model, suggesting that maturation in our sample does not explain performance in the mixed block of the task ($\chi^2 p = 0.2$). Then, we introduced school SCL, which improved fit ($\chi^2 p < 0.005$), a result that indicates that performance in the task varies significantly across the school sociocultural level. Finally, we run the full model with the double interaction between time and group allocation. This last modification did not improve fit ($\chi^2 p = 0.9$), and none of the factors estimates were significant (Supplementary Table 4), except school SCL, similar to what we observed for the incongruent block. This result is coherent with the fact that children that attend low SCL schools perform below children in high SCL schools (0.19 ± 0.06 SD below the mean in low SCL vs. 0.41 ± 0.06 SD above

Table 6 Parameters for the model with inhibitory control as the outcome and the triple interaction among Group, Time of measure, and School SCL as predictors

Predictors	Inhibitory control (z)		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	-0.52	-0.99–0.04	0.034
Age_c	0.20	-0.12–0.51	0.221
SchoolSCL [High]	0.36	-0.04–0.75	0.076
Group [CS]	-0.26	-0.60–0.08	0.133
Time [posttest]	-0.05	-0.30–0.19	0.677
SchoolSCL [High] * Group [CS]	0.42	-0.13–0.97	0.136
SchoolSCL [High] * Time [posttest]	0.34	-0.05–0.74	0.091
Group [CS] * Time [posttest]	0.45	0.08–0.82	0.018
(SchoolSCL [High] * Group [CS]) * Time [posttest]	-0.85	-1.43–0.28	0.004
Random Effects			
σ^2	0.27		
τ_{00} participant: class	0.26		
τ_{00} class	0.00		
ICC	0.50		
$N_{\text{participant}}$	126		
N_{class}	6		
Observations	221		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.154 / 0.577		

Bold emphasis help locate the p values under 0.001

the mean in high SCL schools, $t = -4.7411$, $df = 77.029$, $p < 0.001$). The post-hoc comparisons confirmed that the proportion of correct answers before and after the intervention for the AC and CS groups were similar (effect sizes of 0.08 ± 0.12 SD, $p = 0.7$ and 0.02 ± 0.13 , $p = 0.9$ respectively). In other words, for cognitive flexibility, there are no average group differences between the CS and the AC group.

Then, we ran the model that includes the modulation of School SCL and analyzed the model with the same planned comparisons (the estimates and p values are presented in Table 7). The introduction of the triple interaction term improved fit ($\chi^2 p < 0.05$), suggesting that school SCL might modulate the effect of the intervention, even if the triple interaction term in the model was not significant. Indeed, the post-hoc analysis showed that at posttest an improvement in performance was only detectable for children in the CS group in low SCL schools (an improvement of 0.50 ± 0.18 SD, $p < 0.05$ in low SCL schools vs. -0.21 ± 0.20 SD, $p = 0.3$ in high SCL schools). Children in the AC group did not improve performance in any school type (0.21 ± 0.16 SD, $p = 0.4$ and 0.07 ± 0.20 , $p = 0.5$ in low and high SCL schools, respectively). Altogether, these results suggest that improvements in cognitive flexibility were only achieved in low socioeconomic settings (Fig. 4).

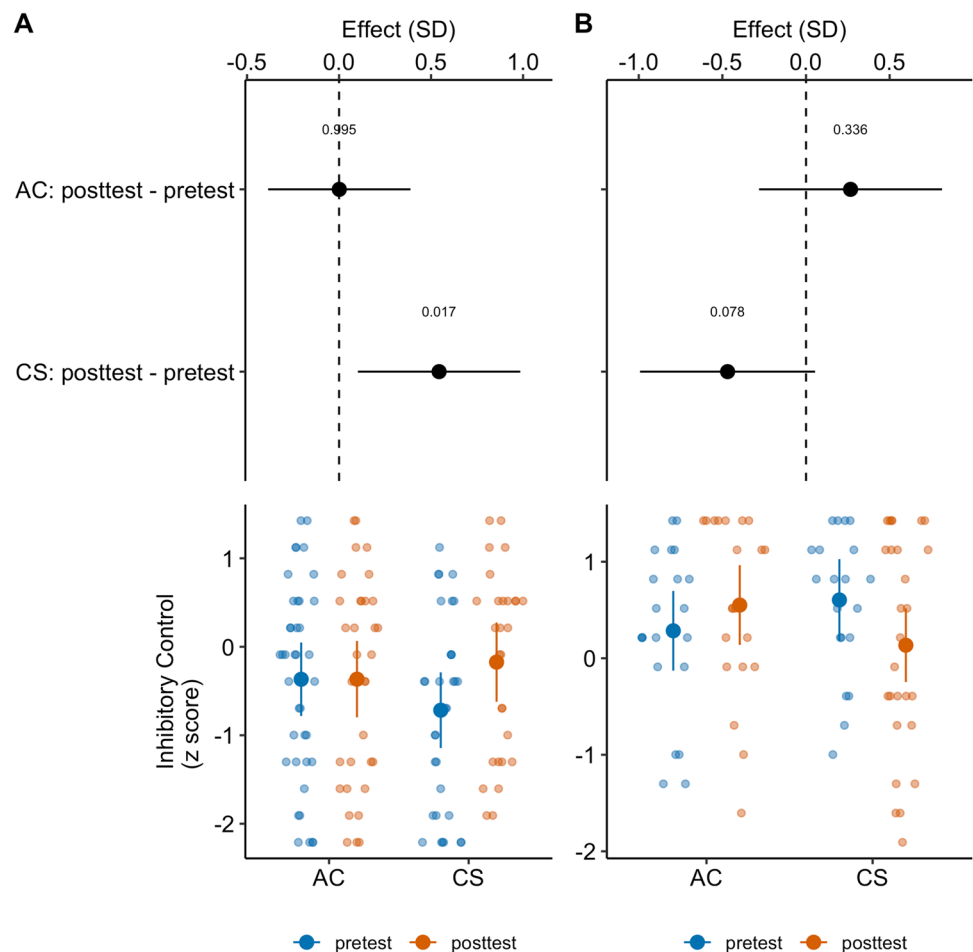
Planning

Our cognitive stimulation program did not include games that target planning abilities. However, according to Miyake (Miyake et al., 2000) and Diamond's proposal (2013), higher EF, like planning, are built upon basic EF. To evaluate if the improvement in basic EF obtained through the stimulation program impacts higher-order EF, we included a measure of planning skills. We followed the same procedure as described for the previous tasks with data from 112 children (no differences in gender frequency between groups, the lower number of children was due to a technical problem that affected two low and two high SCL schools). All children assessed were able to understand the task. The unconditional model showed that a similar portion of variance is due to class and participant levels. Inclusion of age and time did not improve fit, again suggesting that maturation in our sample does not explain planning skills ($\chi^2 p = 0.7$), however, the introduction of school SCL did improve fit ($\chi^2 p < 0.05$). Finally, the addition of the double interaction between time and group did not improve fit, which suggests that the intervention was not effective. In fact, in the model with the double interaction, neither of the principal effects (time of measurement nor group allocation) reached significance, nor did the interaction term ($p = 0.9$); the model estimates and p values are shown in Table 8. The post-hoc planned comparisons to evaluate possible differences among groups confirmed the absence of improvement in planning abilities: we did not find significant differences in performance before and after the intervention for the AC group (post-pretest difference = -0.05 ± 0.20 , $p = 0.8$) or the CS group (post-pretest difference = -0.01 ± 0.02 , $p = 0.9$), these results are shown in Fig. 5. The introduction of the triple interaction did not improve the model fit, suggesting that school SCL does not moderate the effectiveness of the intervention program ($\chi^2 p = 0.7$). None of the fixed factors nor the interaction terms were significant, therefore we conclude that the intervention's lack of effectiveness was not modulated by school SCL. This set of findings suggests that our short intervention did not impact this untrained EF.

Classroom Behavior

BRIEF-P questionnaires completed by teachers during the baseline and after the intervention were employed to assess executive functioning in the school setting. A total of 126 children (75 from Low SCL schools, with no gender differences between groups) were entered into the analysis. The BRIEF-P consists of 5 clinical scales (Inhibition, Working Memory, Emotional Control, Shift, and Planning/Organize abilities), 3 indices, and 1 Global Executive Composite (GEC). We used the 5 scales and the GEC

Fig. 3 Intervention effect on inhibitory control in low SCL schools (panel **A**) and high SCL schools (panel **B**). Top: simple effects (difference in means) of the accuracy rate in the incongruent block of the Hearts and Flowers-like test (z score) for the Active Control (AC) and Cognitive Stimulation group (CS). Bars are 95% confidence intervals of the effects. Unadjusted *p* values from the linear model are given. Bottom: modeled means, error bars that represent the modeled 95% confidence intervals of each mean, and the model-adjusted individual response values, for each experimental group (AC and CS) at pretest (blue) and posttest (orange)



to evaluate if our intervention was able to impact everyday typical behaviors associated with the aforementioned aspects of EF. We started by running the models with the double interaction. Again, we conducted the same series of post-hoc analyses in order to follow the same analytic approach as in all the previous cases. BRIEF-P measures were similar pre and post-intervention for the AC and the CS groups (all *p* values > 0.05). Next, we proceeded to run the triple interaction models but again failed to find an effect of the intervention when taking into account school SCL. Akin to the absence of transfer to planning skills, our findings suggest that the short CS implemented in this work was not able to far transfer to classroom executive behaviors.

Discussion

Evidence accumulated during the past two decades shows that children that grow up in poverty tend to lag behind their peers from more privileged contexts in educational achievements, which has long-term consequences for incorporation into a society where the amount of education

is linked to several aspects of well-being (Black et al., 2016; Chaudry & Wimer, 2016). This gap in achievement starts early on; it is already detectable in kindergarten populations (Galindo & Sonnenschein, 2015; Reardon, 2013). With this situation in mind, a much-needed proliferation in candidate interventions to foster EF development has occurred, as these have been shown to mediate the impact of SES on school readiness and academic skills (Fitzpatrick et al., 2014; Vitiello & Greenfield, 2017). Both screen-mediated and traditional activities have been evaluated; but despite the growth in publications on this topic, the field is facing a strong debate on the actual effectiveness of cognitive training (Cao et al., 2020; Gobet & Sala, 2023; Moreau, 2021). Overall, the evidence has yet not ruled out the possibility that EF can be stimulated in young children.

Recently, Smid, Karabach, and Steinbels (Smid et al., 2020) stated that despite recent best-practices recommendations for evaluating the effectiveness of cognitive training, a comprehensive understanding of how, for whom, and why certain training can be effective is lacking. Our work starts to shed some light on these issues: by following several of the methodological recommendations

Table 7 Parameters for the model with cognitive flexibility as the outcome and the triple interaction among Group, Time of measure, and School SCL as predictors

Predictors	Cognitive flexibility (z)		
	Estimates	CI	p
(Intercept)	-0.46	-1.10–0.18	0.156
Age_c	0.10	-0.31–0.51	0.626
SchoolSCL [High]	0.83	0.28–1.39	0.003
Group [CS]	-0.17	-0.60–0.27	0.459
Time [posttest]	0.21	-0.09–0.51	0.175
SchoolSCL [High] * Group [CS]	0.25	-0.46–0.96	0.497
SchoolSCL [High] * Time [posttest]	-0.28	-0.78–0.22	0.272
Group [CS] * Time [posttest]	0.29	-0.18–0.75	0.224
(SchoolSCL [High] * Group [CS]) * Time [posttest]	-0.43	-1.16–0.29	0.241
Random Effects			
σ^2	0.41		
τ_{00} participant: class	0.46		
τ_{00} class	0.02		
ICC	0.54		
N _{participant}	123		
N _{class}	6		
Observations	218		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.146 / 0.605		

Bold emphasis help locate the *p* values under 0.001

in the aforementioned paper, we show that EF training is attainable in schools. We also provide evidence that suggests that school characteristics modulate the effectiveness of interventions. In our study, working memory and reasoning stimulation work for children that attend both low and high SCL schools, whereas inhibitory control and cognitive flexibility improve only in low SCL schools. The size effects we report are similar to others reported in the literature. For instance, Cao et al. (2020) present a meta-analysis of 36 studies that employ computer-based training to simulate EF in children, have control groups, and report effect sizes. From this meta-analysis, it emerges that working memory training results in effect sizes between 0.28 and 0.54, so the effect size of 0.50 we find lies within the reported range. The same report finds a range of 0.14 to 0.35 for inhibitory control; the effect size for this study is 0.4 for low SCL schools and -0.05 for high SCL schools. Similarly, Cao et al. (2020) report that cognitive flexibility usually improves from -0.04 to 0.29 SD; our results yielded a higher improvement, of 0.50 SD, for the children that attend low SCL schools, and -0.29 in high SCL schools. Therefore, while averaging over school type our effect sizes are similar to the ones previously reported, we

provide evidence that effect sizes may be higher or lower depending on school-level factors. Scionti et al. (2020) published a meta-analysis of 36 studies that are part of 27 papers; unlike Cao, they considered only studies with children from 3 to 6 years old, but that participated in cognitive training activities that were not necessarily computer-based. They report an average effect size of 0.35, again similar to those reported in this work.

A possible explanation for the differences in effectiveness in low and high SCL schools may lie in the different baseline levels of performance. We found that, for inhibitory control and cognitive flexibility, children in high SCL schools outperform their peers from low SCL schools, in agreement with a large body of evidence that underscores that self-regulation and inhibitory control are among the most affected skills in poverty settings (Blair & Raver, 2016; Evans & Kim, 2013). In this sense, our results validate the compensation effect and suggest that there is more room for improvement in inhibitory control and cognitive flexibility in children that attend low SCL schools. On the contrary, for working memory and reasoning children reached similar levels across school types. For these processes, we do not find evidence for either compensatory or magnification effects, at least when using school SCL to aggregate children. These results contrast with those reported by Segretin et al., (2014), who showed that the results of their cognitive training interventions varied for each process considered, but in a different direction from our study. For instance, WM improved for all children in the intervention group, but more for those with better socioeconomic conditions, whereas for flexibility, older children in the intervention group improved more (in both cases a magnification effect). For the other processes evaluated in that study (attention, planning, inhibitory control) no evidence of compensatory or magnification effects was found. In addition, we provide evidence of improvement in task performance, but not in teacher-based measures of EF, a result that has also been observed by others (Schmitt et al., 2015).

Our results also shed some light in relation to the matter of short and far transfer. It should be noted that the games employed during the training phase and the tasks used for evaluation do not share the same mechanics, nor the exact cognitive processes are involved in their resolution. In this sense, our intervention did transfer into non-trained aspects within the same broadly considered cognitive process.

Whether or not interventions transfer to untrained processes and even into academic or behavioral outcomes is a matter of debate (Cao et al., 2020; Kassai et al., 2019; Scionti et al., 2020). In recent work, Smid and colleagues (Smid et al., 2020) propose that a mechanistic link between trained and untrained aspects of cognition should be present to anticipate transfer. von Bastian et al. (2022) proposed two theoretical neurocognitive mechanisms that

Fig. 4 Intervention effect on cognitive flexibility in low SCL schools (panel **A**) and high SCL schools (panel **B**). Top: simple effects (difference in means) of the accuracy rate in the mixed block of the Hearts and Flowers-like test (z score) for the Active Control (AC) and Cognitive Stimulation group (CS). Bars are 95% confidence intervals of the effects. Unadjusted *p* values from the linear model are given. Bottom: modeled means, error bars that represent the modeled 95% confidence intervals of each mean, and the model-adjusted individual response values, for each experimental group (AC and CS) at pretest (blue) and posttest (orange)

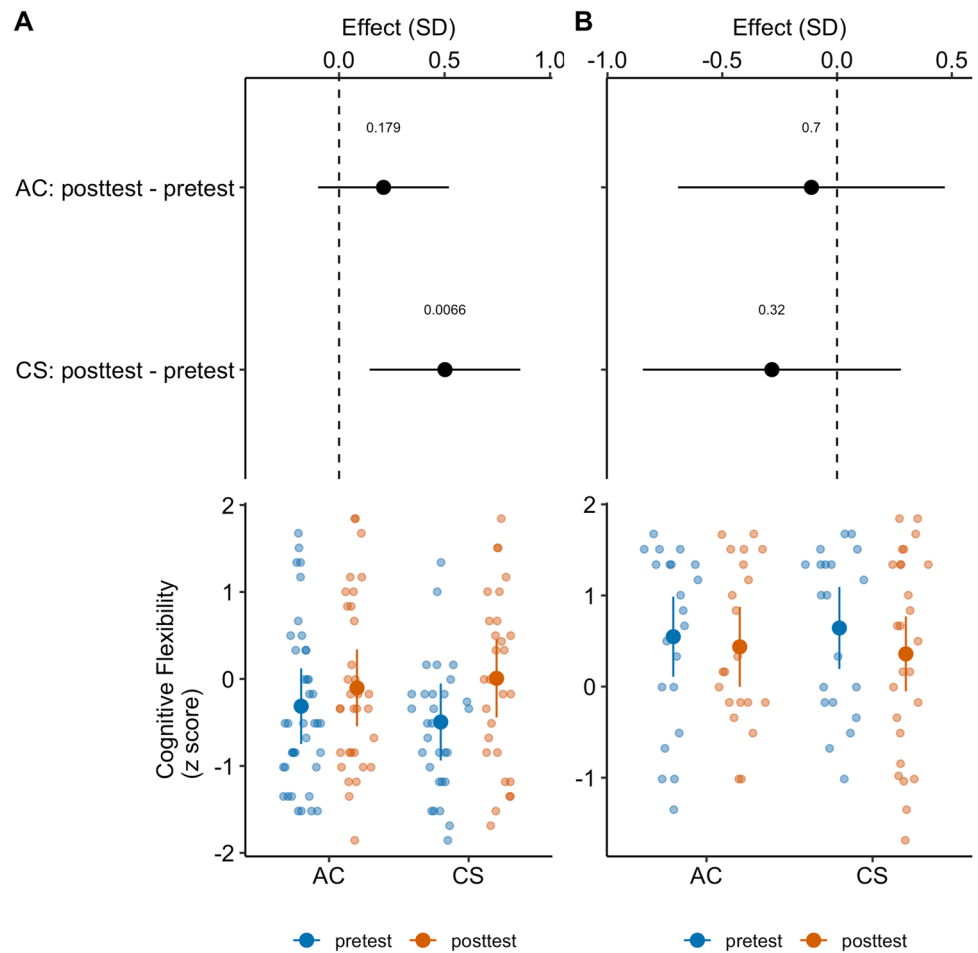


Table 8 Parameters for the model with planning as outcome and School SCL and the double interaction among Group and Time of measure as predictors

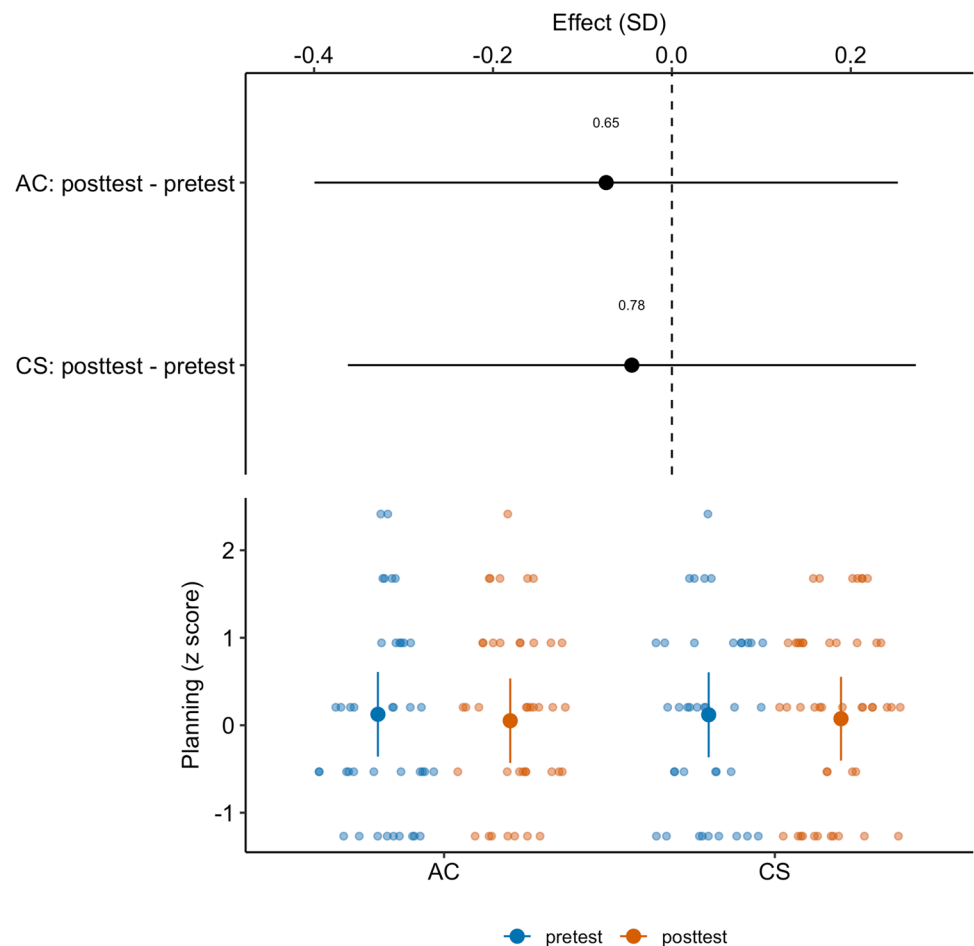
Predictors	Planning (z)		
	Estimates	CI	<i>p</i>
(Intercept)	-0.52	-1.26–0.22	0.171
Age_c	0.08	-0.35–0.51	0.702
SchoolSCL [High]	1.05	0.37–1.73	0.003
Group [E]	-0.01	-0.39–0.38	0.978
Time [posttest]	-0.07	-0.39–0.24	0.650
Group [E] * Time [posttest]	0.03	-0.41–0.47	0.898
Random Effects			
σ^2	0.43		
τ_{00} participant:class	0.35		
τ_{00} class	0.13		
ICC	0.52		
$N_{\text{participant}}$	112		
N_{class}	6		
Observations	166		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.235 / 0.636		

Bold emphasis help locate the *p* values under 0.001

could account for transfer: an increase in cognitive capacity (related to changes in the gray matter), or an increase in cognitive efficiency (that would reflect optimized performance of the neural networks within the existing capacity limits). They also argue that for working memory training, the most plausible pathway is an improvement in efficiency. Nevertheless, Zhang and Sauce (2023) provided evidence that an intensive working memory training program can induce genetic changes that resemble those that take place during maturation. It could be possible that only over a certain threshold of increased efficiency or capacity an improvement in other tasks that require similar cognitive processes could be observable. In this scenario, it is unlikely that a short, not intensive intervention as ours may produce the sufficient biological changes needed to support transfer.

Another way to reason on the possible pathways that link training to transfer is to consider that all complex behaviors require several cognitive processes, and therefore an improvement in one or several of those processes may result in an increased ability to resolve other tasks that also require them. In this sense, the theoretical framework proposed by Diamond (2013), based upon the empirical

Fig. 5 Intervention effect on planning. Top: simple effects (difference in means) of the z score of the Tower of London task for the Active Control (AC) and cognitive stimulation group (CS). Bars are 95% confidence intervals of the effects. Unadjusted *p* values from the linear model are given. Bottom: modeled means, error bars that represent the modeled 95% confidence intervals of each mean, and the model-adjusted individual response values, for each experimental group (AC and CS) at pretest (blue) and posttest (orange)



results presented by Miyake (Miyake et al., 2000), posits that higher EF abilities like planning also recruit core EF. Under this approach, therefore, one would expect an improvement in higher EF after core EF improve. EF are also considered the building blocks for complex behaviors, in this sense, a possible route to a reduction in problematic behaviors associated with poor EF could also be expected. Nevertheless, in our study, we did not observe far transfer to planning, nor to teacher reports of classroom behaviors that reflect EF, at least with the instruments we chose. The fact that our results are in conflict with the outcome predicted by the framework does not necessarily question the aforementioned framework; again we can not rule out that the length of the intervention was insufficient, or that an improvement in planning skills may be observable for a subset of children (Smid et al., 2020).

Finally, another issue that needs to be taken into consideration is that, even if EF can be boosted in young children with school-based activities, only those interventions that may be integrated into busy school curricula have the opportunity to reach students. However, school dynamics are so different from laboratory settings that several questions

arise when transferring training programs into classrooms: i) do interventions improve the targeted processes even in the noisier context of a school? ii) do interventions transfer to broader aspects relevant to education? iii) are there institutional characteristics that contribute to the effectiveness (or absence of) a training program? Likely, an iterative process between laboratory settings (where fundamental questions can be addressed) and schools (where feasibility and effectiveness can be evaluated) is necessary to fuel transformations that improve children's lives. This iterative process has indeed been taking place, with many interventions aimed at improving cognition being tested in schools. Most of those interventions have reproduced the controlled setting of a laboratory inside the schools. In this work, we moved one step further and deployed the intervention within more naturalistic classroom dynamics in schools of low and high sociocultural levels, although not yet completely administered by school personnel. Many questions remain about how to design the interventions in order to empower and encourage teachers to appropriate the use of our (or any other) training platform in the classroom. Hopefully, future studies will address these important issues.

Last, but not least, we would like to point out some limitations of our study. In the first place, only one task per domain was included; future research would benefit from expanding the battery of tests used. Secondly, our study lacks a follow-up assessment to provide evidence of how stable the observed gains are. In third place, the integrated nature of our intervention does not allow us to dissect the mechanism that drives the observed improvements in cognition, that is, we cannot adventure a mechanistic link to account for the gains observed. Another important limitation is that, although we conducted the research at schools, during habitual attendance hours, with all children per group present in the classroom at the same time, the intervention still required support from research assistants. In this sense, we recognize that the platform needs to incorporate improvements in its usability and engagement in order to be autonomously implemented by teachers. Finally, the size of our sample was not enough for more complex models with random slopes, and for working memory, attrition was higher in low SCL schools (although the final sample was still representative of the starting one, and total attrition was overall low). Therefore, the results, especially for working memory, should be taken with caution.

In sum, we provide evidence that an integrated, short video game intervention that employs technology available at schools and deployed within classrooms, under the mixed supervision of children's teachers and research assistants, was effective. The findings presented in this study have potential implications for the inclusion of video games targeting EF skills, especially in real-world settings.

Abbreviations WM: Working memory; IC: Inhibitory control; CF: Cognitive flexibility; SCL: Sociocultural level; AC: Active control; CS: Cognitive stimulation group; PCA: Proportion of Correct Answers

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s41465-023-00262-1>.

Acknowledgements We want to thank principals, teachers, school staff, parents and children that generously participated in our study. Andrea P Goldin is Fellow of the Learning Sciences Exchange, a joint project of New America and the Jacobs Foundation.

Author Contribution Verónica Nin: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Data Curation, Writing—Original Draft, Visualization, Hernán Delgado: Investigation, Writing—Review & Editing, Andrea P. Goldin: Conceptualization, Writing—Review & Editing, Supervision, Funding acquisition, Diego Fernández-Slezak: Software, Writing—Review & Editing, Laouen Belloli: Software, Alejandra Carboni: Conceptualization, Writing—Review & Editing, Supervision, Funding acquisition.

Funding This work was supported by ANII grants FSPI_X_2015_1_108417, ININ_1_2017_1_137164, Fundación Dr. MANUEL SADOSKY CPr.003/2013 OAT12/12, and CSIC grant 191120-000676-15.

Data Availability The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Declarations

Ethics Approval Approval was obtained from the ethics committee of the School of Psychology of the University of the Republic, Uruguay. The procedures used in this study adhere to the tenets of the Declaration of Helsinki.

Consent to Participate Written informed consent was obtained from the parents/legal guardians of all children. In addition, all children provided oral consent.

Consent for Publication Not applicable.

Competing Interests The authors declare no competing interests.

References

- ANEP. (2016). *Relevamiento de características socioculturales de las escuelas públicas del Consejo de Educación Inicial y Primaria*, 2015.
- Barnes, S. P., Bailey, R., & Jones, S. M. (2021). Evaluating the Impact of a Targeted Approach Designed to Build Executive Function Skills: A Randomized Trial of Brain Games. *Frontiers in Psychology*, *12*, 655246. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.655246>
- Barnett, W. S., Jung, K., Yarosz, D. J., Thomas, J., Hornbeck, A., Stechuk, R., & Burns, S. (2008). Educational effects of the Tools of the Mind curriculum: A randomized trial. *Early Childhood Research Quarterly*, *23*(3), 299–313. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.03.001>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1), Article 1. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Black, M. M., Walker, S. P., Fernald, L. C. H., Andersen, C. T., Digirolamo, A. M., Lu, C., McCoy, D. C., Fink, G., Shawar, Y. R., Shiff Man, J., Devercelli, A. E., Wodon, Q. T., Vargas-Barón, E., & Grantham-Mcgregor, S. (2016). Early childhood development coming of age: Science through the life course. *The Lancet*, *6736*(16). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31389-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31389-7)
- Blair, C., & Ku, S. (2022). A Hierarchical Integrated Model of Self-Regulation. *Frontiers in Psychology*, *13*, 725828. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.725828>
- Blair, C., McKinnon, R. D., & Daneri, M. P. (2018). Effect of the tools of the mind kindergarten program on children's social and emotional development. *Early Childhood Research Quarterly*, *43*, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.01.002>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2016). Poverty, stress, and brain development: New directions for prevention and intervention. *Academic Pediatrics*, *16*(3), S30–S36. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2016.01.010>
- Blair, C. (2017). Educating Executive Function. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive Science*, *8*(1–2), <https://doi.org/10.1002/wcs.1403>
- Brock, L. L., Murrah, W. M., Cottone, E. A., Mashburn, A. J., & Grissmer, D. W. (2018). An after-school intervention targeting executive function and visuospatial skills also improves classroom behavior. *International Journal of Behavioral Development*, *42*(5), 474–484. <https://doi.org/10.1177/0165025417738057>
- Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological models of human development. *Readings on the Development of Children*, *3*, 37–43. Retrieved Apr 3rd, 2022, from <http://www.psy.cmu.edu/~siegle/35bronfenbrenner94.pdf>

- Brown, L., Sherbenou, R., & Johnsen, S. (1997). *TONI-3: Test of non-verbal intelligence* (3rd ed.). Pro-Ed.
- Cao, Y., Huang, T., Huang, J., Xie, X., & Wang, Y. (2020). Effects and moderators of computer-based training on children's executive functions: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 11*. Retrieved Apr 3rd, 2022, from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2020.580329>
- Chaudry, A., & Wimer, C. (2016). Poverty is Not Just an Indicator: The Relationship Between Income, Poverty, and Child Well-Being. *Academic Pediatrics, 16*(3, Supplement), S23–S29. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2015.12.010>
- Coleman, T. E., & Money, A. G. (2020). Student-centred digital game-based learning: A conceptual framework and survey of the state of the art. *Higher Education, 79*(3), 415–457. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00417-0>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 18*, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Diamond, A., Lee, C., Senften, P., Lam, A., & Abbott, D. (2019). Randomized control trial of Tools of the Mind: Marked benefits to kindergarten children and their teachers. *PLoS One, 14*(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222447>
- EASEL lab. *Brain Games*. Recovered on February 17th, 2023, from <https://easel.gse.harvard.edu/brain-games>
- Evans, G. W., & Kim, P. (2013). Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child Development Perspectives, 7*(1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/cdep.12013>
- Fitzpatrick, C., McKinnon, R. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2014). Do preschool executive function skills explain the school readiness gap between advantaged and disadvantaged children? *Learning and Instruction, 30*, 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.11.003>
- Foy, J. G., & Mann, V. A. (2014). Adaptive Cognitive Training Enhances Executive Control and Visuospatial and Verbal Working Memory in Beginning Readers. *International Education Research, 2*(2), 19–43.
- Galindo, C., & Sonnenschein, S. (2015). Decreasing the SES math achievement gap: Initial math proficiency and home learning environments. *Contemporary Educational Psychology, 43*, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.08.003>
- Giovannetti, F., Pietto, M. L., Segretin, M. S., & Lipina, S. J. (2020). Impact of an individualized cognitive training intervention in preschoolers from poor homes. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(8), 2912. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082912>
- Gobet, F., & Sala, G. (2023). Cognitive Training: A Field in Search of a Phenomenon. *Perspectives on Psychological Science, 18*(1), 125–141. <https://doi.org/10.1177/17456916221091830>
- Goble, P., Flynn, T., Nauman, C., Almdarez, P., & Linstrom, M. (2021). Intervention Implementation of Tools of the Mind for Preschool Children's Executive Functioning. *Frontiers in Psychology, 12*, 624140. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.624140>
- Goldin, A. P., Segretin, M. S., Hermida, M., Paz, L., Lipina, S., Javier, N., & Sigman, M. (2013). Training planning and working memory in third graders. *Mind, Brain, and Education, 7*(2), 136–146. <https://doi.org/10.1111/mbe.12019>
- Goldin, A. P., Hermida, M. J., Shalom, D. E., Elias Costa, M., Lopez-Rosenfeld, M., Segretin, M. S., Fernandez-Slezak, D., Lipina, S. J., & Sigman, M. (2014). Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention-Supplementary material. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(17), 6443–6448. <https://doi.org/10.1073/pnas.1320217111>
- Green, S. C., Bavelier, D., Kramer, A. F., Vinogradov, S., Ansoorge, U., Ball, K. K., Bingel, U., Chein, J. M., Colzato, L. S., Edwards, J. D., Facoetti, A., Gazzaley, A., Gathercole, S. E., Ghisletta, P., Gori, S., Granic, I., Hillman, C. H., Hommel, B., Jaeggi, S. M., ... Witt, C. M. (2019). Improving Methodological Standards in Behavioral Interventions for Cognitive Enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement, 3*(1), 2–29. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>
- Hermida, M. J., Segretin, M. S., Prats, L. M., Fracchia, C. S., Colombo, J. A., & Lipina, S. J. (2015). Cognitive neuroscience, developmental psychology, and education: Interdisciplinary development of an intervention for low socioeconomic status kindergarten children. *Trends in Neuroscience and Education, 4*(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.03.003>
- Hermida, M. J., Shalom, D. E., Segretin, M. S., Goldin, A. P., Abril, M. C., Lipina, S. J., & Sigman, M. (2019). Risks for child cognitive development in rural contexts. *Frontiers in Psychology, 9* <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2018.02735>
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science, 12*(4), 9–16. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x>
- Inzlicht, M., Werner, K. M., Briskin, J. L., & Roberts, B. W. (2021). Integrating Models of Self-Regulation. *Annual Review of Psychology, 72*(1), 319–345. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-061020-105721>
- Isquith, P. K., Gioia, G. A., & Espy, K. A. (2004). Executive function in preschool children: Examination through everyday behaviour. *Developmental Neuropsychology, 26*(1), 403–422.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105*(19), 6829–6833. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2014). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory & Cognition, 42*(3), 464–480. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0364-z>
- Kassai, R., Futo, J., Demetrovics, Z., & Takacs, Z. K. (2019). A meta-analysis of the experimental evidence on the near- and far-transfer effects among children's executive function skills. *Psychological Bulletin, 145*(2), 165–188. <https://doi.org/10.1037/bul0000180>
- Katz, B., Jaeggi, S., Buschkuhl, M., Stegman, A., & Shah, P. (2014). Differential effect of motivational features on training improvements in school-based cognitive training. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*. Retrieved February 17th, 2023, from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2014.00242>
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software, 82*, 1–26.
- Lenth, R. (2020). Mmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. R Package Version 1.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Lerner, R. M. (2006). Developmental Science, Developmental Systems, and Contemporary Theories of Human Development. En *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development, Vol. 1, 6th ed* (pp. 1–17). John Wiley & Sons Inc.
- Li, H., & Zhang, Q. (2022). Effects of Prosocial Video Games on Prosocial Thoughts and Prosocial Behaviors. *Social Science Computer Review, 08944393211069599*. <https://doi.org/10.1177/08944393211069599>
- Llambí, C., & Pi, L. (2012). *INDICE DE NIVEL SOCIOECONÓMICO (INSE) Revisión Anual, 2012* (pp. 1–13).

- Loosli, S. V., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Jaeggi, S. M. (2012). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 18(1), 62–78. <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.575772>
- Lüdecke D. (2021). sjstats: Statistical functions for regression models (Version 0.18.1). <https://CRAN.Rproject.org/package=sjstats>
- Martinez, L., Gimenes, M., & Lambert, E. (2022). Entertainment Video Games for Academic Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, 07356331211053848. <https://doi.org/10.1177/07356331211053848>
- Meteyard, L., & Davies, R. A. I. (2020). Best practice guidance for linear mixed-effects models in psychological science. *Journal of Memory and Language*, 112, 104092. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104092>
- Mezzacappa, E., & Buckner, J. C. (2010). Working Memory Training for Children with Attention Problems or Hyperactivity: A School-Based Pilot Study. *School Mental Health*, 2(4), 202–208. <https://doi.org/10.1007/s12310-010-9030-9>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 100, 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moreau, D. (2021). How Malleable Are Cognitive Abilities? A Critical Perspective on Popular Brief Interventions. *American Psychologist*, 77. <https://doi.org/10.1037/amp0000872>
- Morgan, P. L., Li, H., Farkas, G., Cook, M., Pun, W. H., & Hillemeier, M. M. (2017). Executive functioning deficits increase kindergarten children’s risk for reading and mathematics difficulties in first grade. *Contemporary Educational Psychology*, 50, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.01.004>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., Pun, W. H., & Maczuga, S. (2019). Kindergarten children’s executive functions predict their second grade academic achievement and behavior. *Child Development*, 90(5), 1802–1816. <https://doi.org/10.1111/cdev.13095>
- Nesbitt, K. T., & Farran, D. C. (2021). Effects of Prekindergarten Curricula: Tools of the Mind as a Case Study. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 86(1), 7–119. <https://doi.org/10.1111/mono.12425>
- Nin, V., Delgado, H., Muniz-Terrera, G., & Carboni, A. (2022). Partial agreement between task and BRIEF-P-based EF measures depends on school socioeconomic status. *Developmental Science*, 25(5), e13241.
- Nin, V., Goldin, A. P., & Carboni, A. (2019). Mate marote: Video games to stimulate the development of cognitive processes. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 14(1). <https://doi.org/10.1109/RITA.2019.2909958>
- Nguyen, T., Grag, J., & Duncan. (2019). Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study—ScienceDirect. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 49–61.
- Noble, K. G., Norman, M. F., & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8(1), 74–87. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x>
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464–480. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>
- Ørskov, P. T., Norup, A., Beatty, E. L., & Jaeggi, S. M. (2021). Exploring Individual Differences as Predictors of Performance Change During Dual-N-Back Training. *Journal of Cognitive Enhancement: Towards the Integration of Theory and Practice*, 5(4), 480–498. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00216-5>
- Paz, L., Goldin, A. P., Diuk, C., & Sigman, M. (2014). Parsing Heuristic and Forward Search in First-Graders’ Game-Play Behavior. *Cognitive Science*, 1–28. <https://doi.org/10.1111/cogs.12181>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Reardon, S. F. (2013). The Widening Income Achievement Gap. *Educational Leadership*, 70(8), 10–16.
- Rojas-Barahona, C. A., Förster, C. E., Moreno-Ríos, S., & McClelland, M. M. (2015). Improvement of Working Memory in Preschoolers and Its Impact on Early Literacy Skills: A Study in Deprived Communities of Rural and Urban Areas. *Early Education and Development*, 26(5–6), 871–892. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1036346>
- Rosen, M. L., Hagen, M. P., Lurie, L. A., Miles, Z. E., Sheridan, M. A., Meltzoff, A. N., & McLaughlin, K. A. (2020). Cognitive Stimulation as a Mechanism Linking Socioeconomic Status With Executive Function: A Longitudinal Investigation. *Child Development*, 91(4), e762–e779. <https://doi.org/10.1111/cdev.13315>
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S., & Boyce, A. W. T. (2011). Family Socioeconomic Status and Child Executive Functions: The Roles of Language, Home Environment, and Single Parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 120–132. <https://doi.org/10.1017/S155617710001335>
- Schmitt, S. A., McClelland, M. M., Tominey, S. L., & Acock, A. C. (2015). Strengthening school readiness for Head Start children: Evaluation of a self-regulation intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 30, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2014.08.001>
- Scionti, N., Cavallero, M., Zogmaister, C., & Marzocchi, G. M. (2020). Is Cognitive Training Effective for Improving Executive Functions in Preschoolers? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 2812. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02812>
- Segretin, M. S., Lipina, S. J., Hermida, M. J., Sheffield, T. D., Nelson, J. M., Espy, K. A., & Colombo, J. A. (2014). Predictors of cognitive enhancement after training in preschoolers from diverse socioeconomic backgrounds. *Frontiers in Psychology*, 5(MAR). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00205>
- Shallice, T. (Ed.). (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 298, 199–209.
- Sherman, E. M. S., & Brooks, B. L. (2010). Behavior rating inventory of executive function – preschool version (BRIEF-P): Test review and clinical guidelines for use. *Child Neuropsychology*, 16(5), 503–519. <https://doi.org/10.1080/09297041003679344>
- Smid, C. R., Karbach, J., & Steinbeis, N. (2020). Toward a Science of Effective Cognitive Training. *Current Directions in Psychological Science*, 29(6), 531–537. <https://doi.org/10.1177/0963721420951599>
- Solomon, T., Plamondon, A., Hara, A. O., Finch, H., Goco, G., Chaban, P., Huggins, L., Ferguson, B., & Tannock, R. (2018). A Cluster Randomized-Controlled Trial of the Impact of the Tools of the Mind Curriculum on Self-Regulation in Canadian Preschoolers. 8(January), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02366>
- Takacs, Z. K., & Kassai, R. (2019). The efficacy of different interventions to foster children’s executive function skills: A series of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 145(7), 653–697. <https://doi.org/10.1037/bul0000195>
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: Effects of training on academic achievement. *Psychological Research Psychologische Forschung*, 78(6), 852–868. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0537-1>
- Tominey, S. L., & McClelland, M. M. (2011). Red Light, Purple Light: Findings From a Randomized Trial Using Circle Time Games to Improve Behavioral Self-Regulation in Preschool. *Early*

- Education and Development*, 22(3), 489–519. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.574258>
- Torff, B., & Sessions, D. (2009). Teachers' attitudes about professional development in high-SES and low-SES communities. *Learning Inquiry*, 3(2), 67–77. <https://doi.org/10.1007/s11519-009-0040-1>
- Tullo, D., Guy, J., Faubert, J., & Bertone, A. (2018). Training with a three-dimensional multiple object-tracking (3D-MOT) paradigm improves attention in students with a neurodevelopmental condition: A randomized controlled trial. *Developmental Science*, 21(6), e12670. <https://doi.org/10.1111/desc.12670>
- van der Donk, M. L. A., Hiemstra-Beernink, A.-C., Tjeenk-Kalff, A. C., van der Leij, A. V., & Lindauer, R. J. L. (2013). Interventions to improve executive functioning and working memory in school-aged children with AD(H)D: A randomised controlled trial and stepped-care approach. *BMC Psychiatry*, 13, 23. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-13-23>
- Vitiello, V. E., & Greenfield, D. B. (2017). Executive functions and approaches to learning in predicting school readiness. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 53, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2017.08.004>
- Vogel, S. C., Perry, R. E., Brandes-Aitken, A., Braren, S., & Blair, C. (2021). Deprivation and threat as developmental mediators in the relation between early life socioeconomic status and executive functioning outcomes in early childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 47, 100907. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100907>
- von Bastian, C. C., Belleville, S., Udale, R. C., Reinhartz, A., Essoumi, M., & Strobach, T. (2022). Mechanisms underlying training-induced cognitive change. *Nature Reviews Psychology*, 1(1), 30–41. <https://doi.org/10.1038/s44159-021-00001-3>
- Weissheimer, J., Fujii, R. C., & de Souza, J. G. M. (2020). The effects of cognitive training on executive functions and reading in typically developing children with varied socioeconomic status in Brazil. *Ilha Do Desterro*, 72, 85–100. <https://doi.org/10.5007/2175-8026.2019v72n3p85>
- Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: Typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 44(4), 561–575. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00145>
- Young, E. S., Griskevicius, V., Simpson, J. A., Waters, T. E. A., & Mittal, C. (2018). Can an unpredictable childhood environment enhance working memory? Testing the sensitized-specialization hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 114(6), 891–908. <https://doi.org/10.1037/pspi0000124>
- Young, E. S., Frankenhuis, W. E., DelPriore, D. J., & Ellis, B. J. (2022). Hidden talents in context: Cognitive performance with abstract versus ecological stimuli among adversity-exposed youth. *Child Development*, 93(5), 1493–1510. <https://doi.org/10.1111/cdev.13766>
- Zelazo, P. D. (2020). Executive Function and Psychopathology: A Neurodevelopmental Perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, 16(1), 431–454. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-072319-024242>
- Zhang, D.-W., & Sauce, B. (2023). Efficiency and capacity mechanisms can coexist in cognitive training. *Nature Reviews Psychology*, 2(2), 127–127. <https://doi.org/10.1038/s44159-022-00146-9>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

Publicación asociada 4

Delgado, H., & Nin, V. (2022). Una mirada psicobiológica de la autorregulación. Perspectivas implicancias. En V. Nin & J.C. Valle Lisboa (Eds): *Aportes de las Ciencias Cognitivas a la Educación*. ISBN 978-9974-0-1893-8. Aceptado para publicación.

UNA MIRADA PSICOBIOLOGICA DE LA AUTORREGULACION. PERSPECTIVAS E IMPLICANCIAS

Hernán Delgado^{1,2} y Verónica Nin¹

Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje

Centro de Investigación Básica en Psicología

Introducción

La autorregulación es un concepto central en la psicología contemporánea. La atención creciente que ha recibido se debe, en parte, a su probado carácter predictor de una amplia variedad de resultados a lo largo de la vida, incluyendo aquellos en la órbita de la salud y la educación. La investigación sugiere que el desarrollo temprano *óptimo* de los mecanismos autorregulatorios ayuda a niños y niñas a adaptarse a la escuela y a beneficiarse de las experiencias de aprendizaje y da forma a las futuras trayectorias educativas (1-5).

El tránsito de la etapa de educación infantil a la de educación primaria supone para todo niño o niña un proceso de adaptación y ajuste en distintos aspectos. A diferencia del hogar, de los centros de cuidado o de la educación inicial, la escuela impone a cada momento demandas mayores, en el entendido de que los procesos de aprendizaje se dan en entornos estructurados que requieren cada vez mayor autonomía (6). De forma natural, las y los niños variarán considerablemente su grado de preparación para adaptarse y aprender en estos entornos, incluida la comprensión de conceptos clave como números, colores, formas y asociaciones entre sonido y letra; su bienestar físico y desarrollo motor, y sus competencias sociales y emocionales. A este grupo de habilidades y competencias requeridas para que niñas y niños logren adquirir aprendizajes escolares se lo conoce como *preparación para la escolarización* (PPE) (7, 8). Un estudio, que ya tiene sus años, puso de manifiesto la importancia de las habilidades vinculadas con la autorregulación en la PPE (9). A unas 1500 maestras y maestros de educación inicial estadounidenses se les consultó cuáles eran las cualidades más importantes para la preparación de niños y niñas para la escuela primaria. En sus respuestas resaltaron aspectos como estar físicamente bien nutridos y descansados; ser capaces de comunicar sus deseos y necesidades en forma verbal; ser entusiastas y curiosos al abordar nuevas actividades; prestar atención y seguir instrucciones, y no interrumpir y ser sensibles a los sentimientos de otras niñas o niños por sobre

aspectos estrictamente académicos (por ejemplo, conocer las letras del alfabeto o saber contar hasta 20). Según la interpretación de Blair y Raver (2015), las y los docentes destacaron la relevancia de las habilidades sociales y la capacidad de regular la atención y la emoción en las actividades de enseñanza y aprendizaje, elaborando colectivamente una noción sobre la preparación que está emparentada con la de autorregulación. La opinión de las maestras sobre la PPE, de acuerdo a Blair y Raver, destaca el papel de las habilidades socioemocionales en el desarrollo de relaciones positivas con la maestra y los y las compañeras y en la generación de un ambiente de clase organizado, al tiempo que subraya la importancia de las habilidades cognitivas (por ejemplo, atención [«prestar atención»], funcionamiento ejecutivo [«seguir instrucciones»] y lenguaje [«saber comunicarse verbalmente»]) como los mecanismos directos mediante los cuales se adquieren conocimientos cada vez más complejos a través de interacciones sociales en el contexto del aula (10). El dato que arrojó esta encuesta no implica que las habilidades académicas tempranas no sean importantes para la PPE. De hecho, en un estudio de metaanálisis muy importante para el campo se utilizaron seis conjuntos de datos longitudinales para estimar los vínculos entre distintas habilidades asociadas a la PPE y el desempeño escolar posterior. En los seis estudios, las habilidades de lectura y matemática al ingresar a la escuela mostraron ser los mejores predictores del logro académico posterior (11). El punto, según Blair y Raver, es que las habilidades socioemocionales no se pueden pensar como componentes aislados de las habilidades cognitivas. Así, la interrelación entre la cognición y la emoción guiará nuestra discusión sobre la autorregulación.

En el presente capítulo nos proponemos proporcionarles a lectores y lectoras un marco teórico integrador de naturaleza psicobiológica para comprender mejor los mecanismos implicados en la autorregulación. Seguidamente, profundizaremos en el desarrollo de la autorregulación como un sistema multinivel en el contexto de la teoría de los sistemas de desarrollo relacional. Por último, en el entendido de que los procesos que hacen posible la autorregulación son sensibles al entorno, abordaremos dos cuestiones importantes. Por un lado, si se consideran los niveles elevados de infantilización de la pobreza en Uruguay, resulta ineludible el abordaje de la evidencia acumulada en las últimas décadas respecto a los efectos de la pobreza en el desarrollo cognitivo y autorregulatorio. Por otro, y para finalizar, nos proponemos un breve *racconto* de algunas estrategias promisorias que se han empleado en contextos educativos para promover su desarrollo.

¿Qué es la autorregulación?

La *regulación*, en primer lugar y en un sentido general, se puede entender como la modulación continua, dinámica y adaptativa del estado interno (emoción, cognición) o de la conducta (12). Incluye la regulación *de* y *por* otros (llamada *extrínseca*), que se puede observar, por ejemplo, en las interacciones entre padres e hijos, en las que los adultos actúan como reguladores externos de la conducta de niños o niñas. Naturalmente, la regulación extrínseca también se observa durante etapas posteriores del desarrollo y en la etapa adulta, como puede ser el caso de una docente de secundaria que busca motivar a una estudiante para que se esfuerce en el estudio de su asignatura o que intercede como mediadora en un conflicto en el aula.

Por su parte, es la regulación *de* uno mismo y *por* uno mismo (llamada *intrínseca*) la que se denomina *autorregulación* (12). La frontera conceptual que se traza entre la regulación extrínseca e intrínseca es, sin embargo, algo difusa. Es que los seres humanos regulamos de forma constante nuestro comportamiento *en respuesta a* —y con *el apoyo de*— otras personas o experiencias que nos ofrece nuestro entorno (figura 1).

La autorregulación emerge durante los primeros años de vida, continúa su desarrollo durante la infancia y adolescencia, y es un aspecto crítico del comportamiento humano durante todo el ciclo vital (13). Pese a que la aproximación a este constructo puede hacerse de forma relativamente intuitiva, ha sido estudiada por décadas desde distintas disciplinas (psicología, neurociencia, economía) y subdisciplinas (psicología social, de la personalidad y cognitiva), y abordada de múltiples formas y sin un marco conceptual consensuado. En efecto, el rango de constructos subsumidos bajo el concepto de autorregulación que se encuentra en la literatura especializada es realmente confuso. Se incluyen así funcionamiento ejecutivo (14), regulación emocional (15), temperamento (16), control esforzado (17), impulsividad (18), toma de riesgos (19), control cognitivo (20) o demora de la gratificación (21), entre otros. Estos términos parecen definir de forma parcial el fenómeno autorregulatorio. Si bien muchos de ellos se interrelacionan, no hay un consenso claro en cuanto al grado de solapamiento conceptual, lo que los hace conformar un rompecabezas complejo para el campo, que excede el alcance del presente capítulo. Nosotros optamos por plegarnos a una visión integradora de algunas de las mencionadas perspectivas. Pero entonces, ¿cómo definir a la autorregulación?

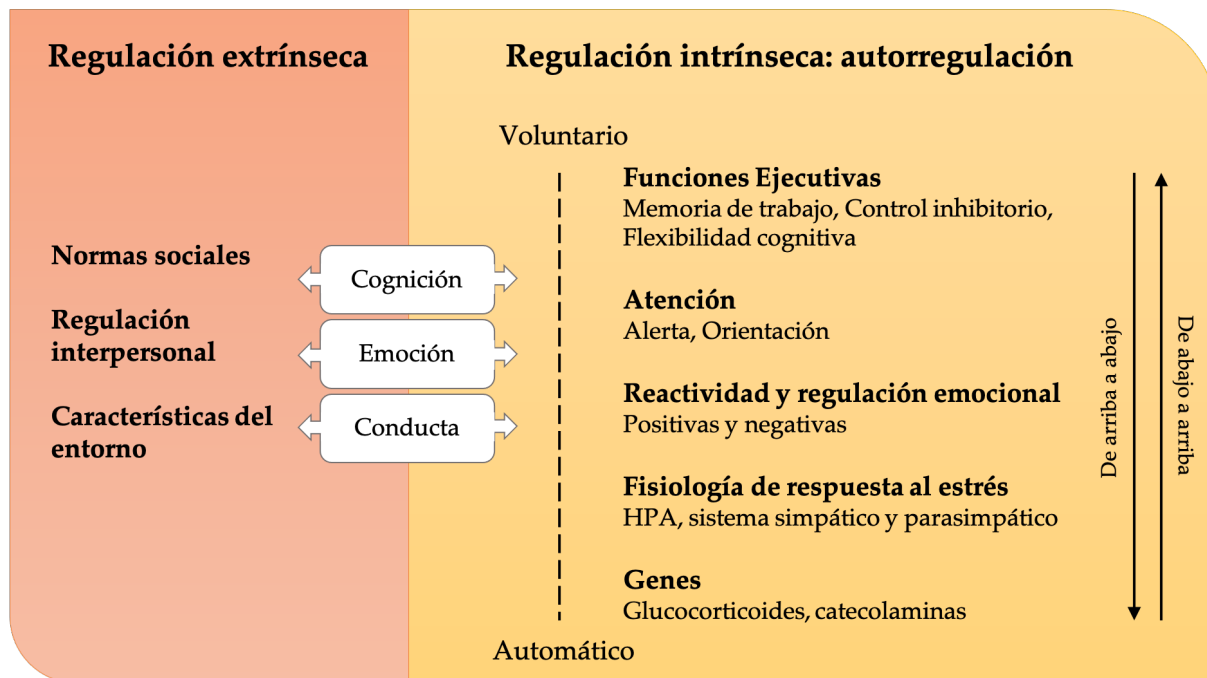


Figura 1. Procesos regulatorios extrínsecos e intrínsecos (autorregulación).

En el cuadrante amarillo se describen los niveles de organización del sistema autorregulatorio (los pisos del edificio autorregulatorio). Las influencias reguladoras extrínsecas, colocadas en el cuadrante naranja, pueden afectar a la autorregulación al actuar sobre la conducta, la emoción y la cognición. Adaptado de Nigg (2017).

Nota: por tratarse de un capítulo sobre autorregulación, en el transcurso del texto haremos referencia a esta figura para referirnos mayormente al cuadrante amarillo.

La *autorregulación* puede ser definida como el control primariamente volitivo (aunque también se da de forma no volitiva) de las respuestas fisiológicas, emocionales, atencionales y conductuales a la estimulación proveniente de fuentes tanto internas como externas, con el propósito de permitir comportamientos dirigidos a metas (22). Esta definición amplia del fenómeno autorregulatorio, *a priori* algo intrincada, toca distintos aspectos del modelo psicobiológico multinivel de la autorregulación que nos proponemos abordar en los próximos apartados.

Para empezar, debemos mencionar que esta se estructura sobre la base de las teorías del procesamiento dual. Estas teorías asumen que, en términos generales, el comportamiento humano resulta de la interacción de dos tipos de procesamiento, que en la literatura se suelen categorizar como procesamientos de tipo 1 y de tipo 2 (23). Mientras que los procesamientos de tipo 1 se distinguen por ser automáticos, rápidos, de abajo a arriba (*bottom-up* en inglés) e inconscientes, los de tipo 2 se caracterizan por ser deliberados, lentos, de arriba a abajo (*top-*

down en inglés) y conscientes. En general, los modelos de autorregulación proponen al menos un componente de control de tipo arriba a abajo (por ejemplo, funciones ejecutivas) y uno o más procesos de tipo abajo a arriba (como la respuesta emocional que se desencadena en respuesta a un estímulo externo). En consecuencia, la autorregulación se puede pensar como un edificio con múltiples pisos o niveles de organización, que van desde el genético al ejecutivo, pasando por el fisiológico, el emocional y el atencional.

Los niveles de organización son básicamente estructuras definidas en general por sus relaciones con otras estructuras de un sistema y con el sistema como un todo. La existencia de niveles de organización en un sistema da cuenta de su naturaleza jerárquica, con piezas en niveles superiores compuestas por piezas que se ubican en el siguiente nivel inferior y así sucesivamente. En el esquema de la figura 1 se puede observar que los pisos o niveles de organización del *edificio autorregulatorio*, con sustratos biológicos bien definidos, exhiben una organización jerárquica e influencias recíprocas.

Modelo psicobiológico de la autorregulación

En la parte superior del modelo en la figura 1 se encuentra el nivel de las funciones ejecutivas (FE), término que refiere a una serie de habilidades que permiten controlar de forma consciente la conducta, los pensamientos y las emociones al servicio de la elaboración, la ejecución y el monitoreo de los planes de acción necesarios para alcanzar metas y proceder en situaciones novedosas que no pueden ser resueltas en forma automática o refleja (14). Se denominan procesos *de arriba abajo* porque se originan en el plano de las ideas o en la experiencia previa con el estímulo o el contexto, y se dirigen hacia la periferia o al entorno. Entre las habilidades incluidas dentro de las FE se encuentran la capacidad de sostener la atención de manera controlada, de mantener objetivos e información de forma consciente en la mente, de refrenar impulsos y respuestas inadecuadas, de inhibir distracciones, de tolerar la frustración, de considerar las consecuencias de distintas conductas, de reflexionar sobre experiencias pasadas y de planificar para el futuro.

A nivel neurobiológico, las FE se asientan en varios circuitos neurales diferenciados ubicados primariamente en la corteza prefrontal (CPF). Además, dependen en lo funcional de los circuitos que unen la CPF con otras regiones del cerebro, incluyendo áreas límbicas, temporales y parietales. Estas áreas del cerebro, que influyen sobre —y están influidas por— la CPF (24),

son parte de los sustratos biológicos de la reactividad y regulación atencional y emocional en el modelo de la figura 1.

Numerosos trabajos han abordado el análisis de la estructura cognitiva de las FE, es decir, cuáles son y cómo se organizan los procesos mentales que permiten las conductas antes referidas. En un trabajo que se constituyó en un punto de inflexión para el campo, Miyake y colaboradores (25) propusieron que en adultos las FE se sustentan en un conjunto de tres procesos mentales básicos: la flexibilidad cognitiva, la memoria de trabajo y el control inhibitorio.

El *control inhibitorio* se define como la capacidad de inhibir una respuesta preponderante o automática durante la realización de una tarea para dar lugar a la expresión de una respuesta subdominante y más apropiada para alcanzar las metas en curso (2). Esta definición es fácilmente operacionalizable (es decir, se puede trasladar al terreno experimental a través del diseño de tareas) y, por lo tanto, permite estudiar el control inhibitorio en lo conductual, su relación con otros niveles de la figura 1 (por ejemplo, el nivel neural, genético o ambiental), así como su interacción con otros procesos cognitivos o emocionales. La *memoria de trabajo* es la habilidad que permite mantener activa y manipular información de forma consciente en la mente. El modelo más aceptado es el propuesto por Alan Baddeley (26), en el cual se postula la existencia de un sistema de múltiples componentes que retiene información limitada de forma temporal mientras la procesa. Finalmente, la *flexibilidad cognitiva* permite la adaptación a demandas y prioridades cambiantes y la alternancia entre perspectivas diferentes al hacer análisis de distinta índole. Por ejemplo, es necesaria para cambiar de estrategia al resolver un problema si la forma en curso no es eficaz (27). Se pueden distinguir varias facetas: la capacidad de alternar entre reglas (por ejemplo, las normas que regulan la interacción entre pares son diferentes en el salón de clases que en el recreo), y la capacidad para usar distintos aspectos de la información presente al momento de razonar (verbigracia, un estudiante que selecciona ciertos fragmentos de un texto para resolver la primera parte de un problema y luego selecciona otros para continuar el ejercicio) (28).

Dentro de las FE básicas, la flexibilidad cognitiva es la habilidad que exhibe el desarrollo más lento y tardío. En parte, esto se debe a que para mantener conductas flexibles se requiere tanto conservar en la memoria de trabajo más de una regla o un aspecto de la realidad y además

inhibir una respuesta, una perspectiva o un aspecto de la realidad para ofrecer una respuesta apropiada frente a una situación (29).

El modelo de tres FE básicas separables se popularizó en la literatura, a pesar de que Miyake y colaboradores advirtieron que estos procesos podrían no ser los únicos que subyacen a ellas, y que, además, no son completamente dissociables. En efecto, al menos cuatro trabajos realizados con niños y niñas de tres y cuatro años de edad describen un modelo de factor único como aquel que mejor se adapta a los datos comportamentales en edades tempranas (30, 31), sugiriendo que es en etapas más tardías del desarrollo infantil (entre los ocho y doce años) que la estructura tripartita emerge (32). En conjunto, los resultados que se obtienen al evaluar las capacidades ejecutivas de niños y niñas de distintas edades sugieren que las FE serían mejor conceptualizadas como un único grupo de habilidades cognitivas que se diferencian paulatinamente entre el último tramo de la infancia y la etapa preadolescente.

Con independencia del nivel de disociación y solapamiento de los procesos cognitivos que permiten el funcionamiento ejecutivo, una serie de trabajos muestra que el nivel de ejecución en tareas que evalúan las tres FE básicas es un predictor de desempeño escolar (33-36). Para las y los niños de edad escolar la asociación entre FE y logros académicos en lengua y matemática es clara, en particular para el componente de memoria de trabajo y en menor medida para el control inhibitorio. Dada la fortaleza de esta asociación, estudios más recientes han abordado la relación entre las FE en la etapa de educación inicial (aquí definida como los dos años previos a primer año) y habilidades preliterarias, prenuméricas, e incluso logros académicos, años después. Estos trabajos dejan de manifiesto que la asociación entre FE y logros académicos precede a la etapa escolar.

Los procesos ejecutivos de arriba a abajo influyen —y son influidos por— los procesos que se ubican en niveles más bajos de organización y que pueden ejercer una acción de abajo a arriba en relación con las FE (37, 38). Entre estos se incluyen procesos más automáticos asociados con la atención, la emoción, fisiología del estrés y la expresión génica. El término *de abajo a arriba* evoca el hecho de que estos procesos se originan ya sea en respuesta a las propiedades emocionales de estímulos capturados por estructuras sensoriales de la periferia (en oposición a procesos que se originan a nivel central), porque involucran estructuras límbicas y del tallo cerebral evolutivamente más antiguas (en oposición a los procesos que se originan en la

corteza) o solo porque pertenecen a un nivel de organización más bajo respecto a otro nivel de referencia.

Debemos notar, sin embargo, que si bien los cuatro niveles de organización que abordaremos a continuación son descritos como procesos de abajo a arriba respecto a las FE, cada uno de ellos (a excepción del nivel genético) puede exhibir una modulación de arriba abajo respecto a su(s) nivel(es) inferior(es).

En primer lugar, nos referiremos a los procesos atencionales, el penúltimo piso del edificio de la figura 1. Los estudios en el campo de la atención han identificado tres redes atencionales: alerta, orientación y control/ejecutiva (39). La red de *alerta* ha sido vinculada a la regulación de los niveles de activación emocional y fisiológica (se usará en el texto el término *arousal* para hacer referencia a este concepto), y a la producción y mantenimiento de estados de vigilancia, capaces de influenciar el procesamiento cognitivo. La red de *orientación*, por su parte, permite priorizar la entrada sensorial al seleccionar una modalidad o ubicación espacial, y la de *control* está involucrada en la regulación de pensamientos, emociones y respuestas (sus funciones se superponen en cierta medida con el dominio más general de las FE y para varios autores es parte esencial del funcionamiento ejecutivo) (39).

El siguiente piso del edificio está constituido por las emociones, incluyendo a la reactividad emocional y a la regulación emocional (10, 40). Las emociones suelen manifestarse como procesos no voluntarios y, aunque permiten la regulación automática de la fisiología y de la conducta, son en sí mismas objetivos de la autorregulación voluntaria.

Así como los sistemas de control de arriba a abajo pueden activar, suprimir o modular estas respuestas (si un niño o niña regula su excitación en el contexto del aula), los procesos de abajo a arriba también pueden operar de múltiples formas como reguladores (por ejemplo, regulando la memoria de trabajo o el control inhibitorio) (40). El carácter bidireccional de esta regulación — de abajo a arriba y de arriba a abajo— se sustenta a nivel neurobiológico. La CPF, donde se asientan las FE, está recíprocamente interconectada con estructuras límbicas y del tronco del encéfalo involucradas con la respuesta fisiológica al estrés y a la reactividad emocional. En vistas de la importancia central de la regulación emocional en todos los procesos de enseñanza-aprendizaje, profundizaremos en especial en la regulación de las emociones en una próxima sección.

La actividad de las FE, las redes atencionales y los procesos emocionales son moduladas por el segundo piso del edificio autorregulatorio: la *fisiología de la respuesta al estrés*. Las respuestas al estrés en mamíferos se efectúan mediante dos sistemas distintos, pero interrelacionados: el sistema simpático-adrenomedular (SAM) y el sistema hipotalámico-pituitario-adrenocortical (HPA) (41). El SAM es un componente de la división simpática del sistema nervioso autónomo (SNA) que libera adrenalina (A) y noradrenalina (NA), facilita la rápida movilización de fuentes metabólicas y orquesta la respuesta de lucha/huida. Por ejemplo, la A y NA incrementan la frecuencia cardíaca cuando nos enfrentamos a situaciones que percibimos como amenazantes, haciendo posible precisamente el tipo de efectos globales y coordinados sobre el procesamiento de la información que requiere un estado emocional como el miedo. Debe notarse que estos compuestos actúan solo en la periferia del sistema nervioso, ya que ninguno atraviesa la barrera hematoencefálica (un sistema de protección que evita que los compuestos en la sangre crucen de forma no selectiva al líquido extracelular del sistema nervioso y se contacten con las neuronas). Sin embargo, las acciones que estos compuestos exhiben en la periferia son ejercidas en el cerebro por la NA producida por el *locus coeruleus*, un grupo de neuronas en el tronco del encéfalo que, entre otras acciones, controla el nivel de *arousal* del organismo. El sistema HPA, en contraste, produce glucocorticoides (GC; cortisol en humanos), que sí cruzan la barrera hematoencefálica y tienen una acción significativa en el cerebro. La cascada de eventos que conduce a la producción de GC por el tejido suprarrenal comienza con la liberación de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) por las células en los núcleos paraventriculares del hipotálamo en respuesta a un evento estresante —denominado usualmente *estresor*—. La CRH viaja a través de la sangre hacia la glándula pituitaria anterior, donde estimula la liberación de hormona adrenocorticotrópica (ACTH). Por último, esta interactúa con los receptores en la corteza de la glándula suprarrenal para estimular la producción y la liberación de GC en la circulación general. A diferencia de la NA, la producción y el impacto de los GC es lenta —unos 25 minutos hasta alcanzar el nivel pico—, pese a que su acción se puede extender por períodos prolongados. También se ha sugerido que los GC exhiben una acción fisiológica rápida al interactuar con el SNA (41). Con todo, la acción del sistema HPA no se puede reducir a la respuesta lucha/huida, sino que es notoriamente más compleja y aun poco entendida.

La relación en forma de U invertida

¿Cómo se da la modulación de abajo a arriba? A esta altura del capítulo esperamos que nuestros lectores y lectoras se hayan familiarizado con la noción de que, por ser una región estrechamente asociada a las FE, la CPF cumple una función de control durante las operaciones cognitivas rutinarias.

La CPF suele activarse durante altos niveles de demanda cognitiva y es sabido que su disfunción atenta contra la regulación del comportamiento y el desempeño cognitivo. Ahora bien, la función de la CPF está sujeta a la influencia de la neuromodulación ejercida por los procesos de bajo nivel (emociones y respuesta fisiológica al estrés), en los que, entre otras sustancias químicas, el cortisol, la NA y la dopamina (DA) tienen un papel fundamental (42). Como vimos, el cortisol y la NA son sustancias asociadas con la respuesta al estrés y la modulación del *arousal*, respectivamente, mientras que la DA está involucrada en el procesamiento de la recompensa de las tareas que se están llevando a cabo. Los cambios de los niveles de estas sustancias químicas en la CPF modulan la actividad sináptica de esta región cerebral, estableciendo una relación en forma de U invertida (\cap) entre niveles de rendimiento y niveles de activación fisiológica (figura 2). A niveles moderados de *arousal*, estas sustancias aumentan la actividad neuronal en la CPF y potencian el funcionamiento ejecutivo. Es como si las estructuras límbicas y del tronco del encéfalo le avisaran a la CPF que un hecho importante está aconteciendo y que este amerita que se destinen recursos atencionales y de control cognitivo. Sin embargo, cuando la estimulación es mínima y los niveles de estas sustancias son bajos, la actividad de la CPF disminuye. Este mecanismo podría explicar por qué las tareas poco estimulantes y no gratificantes pueden inhibir el funcionamiento ejecutivo e inducir estados de distracción. Por el contrario, si la estimulación se vuelve abrumadora, los niveles excesivos de estas sustancias pueden suprimir la actividad de la CPF. Además de inhibir la actividad de la CPF, el aumento de estas sustancias químicas también se relaciona con un aumento en la actividad en regiones cerebrales asociadas con formas más reactivas de comportamiento, como la amígdala (42). En este caso, es como si el cerebro, ante situaciones de mucho estrés o emociones intensas (como el miedo), optase por inhibir estaciones superiores de análisis de la información priorizando respuestas rápidas e impulsivas. En oposición a los comportamientos relativamente lentos y flexibles dirigidos por la CPF, el predominio de formas de comportamiento más automatizadas y veloces es ventajoso en situaciones muy estresantes. Desde un punto de vista

evolutivo, se presume que este cambio de procesamiento de áreas prefrontales a subcorticales puede haber contribuido en el pasado a la supervivencia. No obstante, en la actualidad, factores estresantes que no necesariamente amenazan la vida pueden activar estos mismos circuitos con efectos perjudiciales para el desempeño cognitivo.

Esta relación con la forma de U invertida entre las sustancias químicas del estrés y la autorregulación es una manifestación neural de un viejo principio psicológico: la ley de Yerkes-Dodson (43). Pensemos, por ejemplo, en lo difícil que resulta resolver problemas que demandan FE cuando estamos estresados. Yerkes y Dodson establecieron que el nivel de *arousal* y el desempeño en tareas complejas están relacionados y que la representación gráfica de esta relación es, precisamente, una curva en forma de U invertida. En definitiva, esta relación, que se puede abordar en términos de *arousal*-desempeño (en lo específico de las tareas complejas), explica por qué las emociones y los niveles moderados de activación pueden promover el aprendizaje al agudizar y fortalecer, por ejemplo, la atención de un niño o niña a los detalles del entorno que son relevantes para sus metas e intereses, ayudándola a descartar otros detalles perceptivos menos relevantes (44). Al mismo tiempo, da cuenta de por qué contextos con bajos o con excesivamente altos niveles de emoción o estrés pueden inhibir el aprendizaje al competir con —o anular— los procesos ejecutivos (38, 45). En definitiva, la interacción a nivel biopsicológico de los procesos de arriba a abajo y de abajo a arriba se encuentra en la base de una sencilla observación: cómo se sienten los niños o niñas moldea de forma profunda la forma en la que piensan y se vinculan con las dinámicas de aprendizaje.

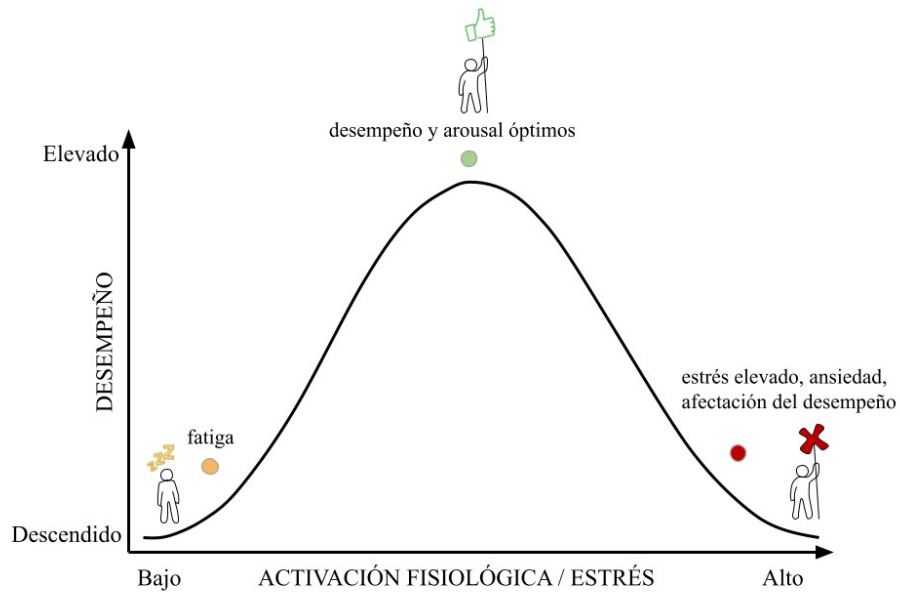


Figura 2. El principio de Yerkes-Dodson establece que el nivel de desempeño en tareas complejas aumenta conforme aumenta la activación fisiológica, pero solo hasta cierto punto. Cuando los niveles de activación fisiológica se vuelven demasiado altos, el desempeño disminuye. El principio se ilustra gráficamente como una curva en forma de U invertida.

Para finalizar, cabe mencionar que el nivel más fundamental de influencia de abajo a arriba en la arquitectura de la autorregulación es el genético, el primer piso del edificio. En efecto, la variación en lo genético tiene implicaciones en el funcionamiento de todos los niveles sucesivos. Un ejemplo claro y asociado al principio de Yerkes-Dodson es el de la variación en el gen que codifica la catecol-O-metiltransferasa (COMT), una enzima que juega un papel clave en la regulación de los niveles de catecolaminas (como DA y NA) en el cerebro, ya que se encarga de descomponer las catecolaminas liberadas en el espacio sináptico entre dos neuronas. De hecho, la COMT se encarga de degradar más de la mitad de la DA liberada en la CPF. Por lo tanto, es plausible que los factores genéticos que afectan la función de la COMT puedan influir en la cognición a través de efectos sobre la función dopaminérgica. En esta línea, se ha reportado que un pequeño cambio en la secuencia del gen que codifica para la COMT (que causa una sustitución del aminoácido valina por el aminoácido metionina en el codón 158 [Val158Met]) conduce a una disminución de tres a cuatro veces en la capacidad de esta enzima para catabolizar las catecolaminas (46, 47). Como consecuencia, se presume que los niveles basales de

disponibilidad de DA en las personas que portan esta modificación aumentan en toda la corteza, particularmente para la CPF. Además, y dando cuenta de la interacción entre el nivel más bajo y más alto del sistema de autorregulación, se han encontrado asociaciones en humanos entre el genotipo COMT y el funcionamiento ejecutivo. Por ejemplo, se ha observado que personas que son homocigotas para la versión Met del gen (lo cual significa que descomponen las catecolaminas menos rápido y presentan niveles altos de DA) exhiben rendimientos elevados de memoria de trabajo, lo cual es consistente con la relación en forma de U invertida entre el estrés y el desempeño ya descrita (48-50).

El lector se preguntará cómo los niveles superiores influyen en el nivel genético. Como ya se explicó, ante la presencia de un estresor, el sistema HPA libera GC al torrente sanguíneo. Una particularidad es que los receptores de los GC se encuentran en el interior de las células, por lo que los GC deben ingresar a las células —algo que hacen con relativa facilidad— para unirse a ellos. Una vez que el glucocorticoide se une al receptor, el complejo receptor-glucocorticoide puede ingresar al núcleo de la célula, donde regula la transcripción de genes con regiones sensibles a GC. La acción de los GC en los tejidos diana (como el nervioso) implica cambios en la expresión génica, lo que explica tanto la acción retardada que poseen los GC (por ejemplo, de minutos a horas) como el hecho de que pueden continuar ejerciendo efectos sobre la fisiología y el comportamiento por períodos prolongados. Este ejemplo revela cómo un factor del entorno puede, a través de la activación de la respuesta fisiológica al estrés, inducir cambios en la expresión génica (51).

Emociones: emergencia y regulación

¿Qué son las emociones? Pese a que todos tenemos la certeza de sentir emociones cotidianamente, no hay consenso en la literatura en cuanto a la definición de *emoción*. Las emociones pueden ser intensas o sutiles, muy breves o largas, simples o complicadas, públicas o privadas. Hay definiciones de emoción que resaltan el componente de la experiencia subjetiva (cómo se siente la persona), otras que hacen énfasis en los aspectos comportamentales (cambios en el comportamiento facial o en la postura, risa, llanto), y están aquellas que ponen el foco en los cambios autonómicos/neuroendócrinos (por ejemplo, el ritmo cardíaco o la sudoración), de modo que, en términos amplios, nos referiremos a *las emociones* como procesos de respuesta a situaciones que son relevantes para los objetivos personales (momentáneos o de largo plazo) o

para la supervivencia, que involucran cambios acoplados en los dominios de la experiencia subjetiva, el comportamiento y la fisiología periférica (52, 53).

El marco conceptual desde el que abordaremos la generación de las emociones y su regulación propone un lugar destacado para el proceso de asignación de un valor positivo/negativo a los estímulos. Veremos que las emociones se desencadenan a partir de procesos de valoración de estímulos internos o externos, mientras que la regulación emocional ocurre a partir de la valoración de las emociones propias. La generación de emociones se puede esquematizar como un proceso iterativo de tres etapas concatenadas al que nos referiremos como *ciclo PVA* —por *percepción, valoración y acción*—. El ciclo comienza a partir de la percepción de estímulos que pueden ser externos o internos y de distinto grado de complejidad: un patrón visual simple; una escena en la que coinciden estímulos de múltiples modalidades sensoriales; el ritmo cardíaco, y hasta constructos abstractos como la representación mental de *sí mismo* (el *self*, en inglés). Luego, durante la etapa de valoración se les asigna un valor (usualmente en la categoría positivo/negativo) a los estímulos percibidos de acuerdo a los objetivos que se persiguen, al contexto en el que se presentan y a la experiencia previa con estímulos similares. Por último, durante la etapa de la acción se ajustan las respuestas para que se adecúen a la valoración que se había hecho. El rango de respuestas es amplio y puede incluir ajustes sensoriales (por ejemplo, se podría producir una variación en la dilatación de las pupilas) o cognitivos (como cambios voluntarios en la ubicación del foco atencional), así como cambios evidentes en varios aspectos fisiológicos y conductuales (en el ritmo cardíaco, en la liberación de hormonas y en la posición de los músculos faciales). Como resultado, al finalizar el ciclo PVA el organismo alcanza un nuevo estado que se vuelve el punto de partida de un nuevo ciclo; en una iteración que permite comparar en cada punto temporal el estado actual del organismo con el estado objetivo y ajustar las acciones para acercar al organismo al estado deseado (53).

Mencionamos antes que las emociones pueden ser el sustrato del ciclo PVA. En otras palabras, las personas podemos percibir las emociones que nos invaden, valorar el estado emocional y orquestar una serie de respuestas dirigidas a sostener, aumentar o extinguir la emoción. Este proceso es al que nos referiremos como *regulación emocional*. Por ejemplo, un niño o niña puede enojarse porque no haya en su casa el alfajor que le gusta y, al mismo tiempo, resolver *hacer algo* para dejar de sentir enojo. Ese *hacer algo* es el componente medular del modelo procesual de regulación emocional de Gross (54), que subraya la existencia de cinco

puntos temporales en los que es posible intervenir para modular la emoción asociada a un estímulo y que presentamos esquemáticamente en la figura 3 y desarrollaremos a continuación de ella.

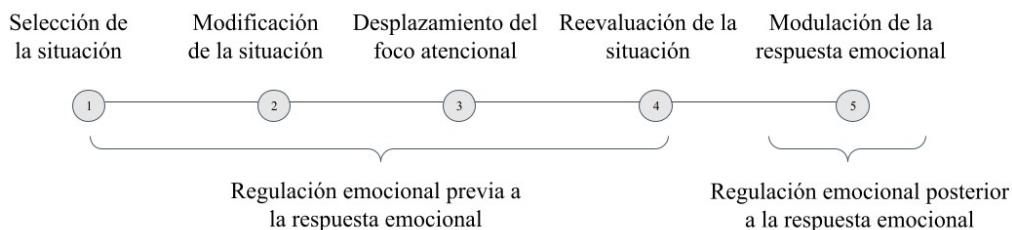


Figura 3. Esquema del modelo procesual de regulación de las emociones. Modificado de (53)

El primer y el segundo punto del modelo procesual suponen actuar antes de que emerja la emoción, en el entendido de que a lo largo de la vida las personas acumulan un bagaje de información sobre los estímulos que les permite anticiparse a la reacción emocional que les provocarán. Se trata de estrategias de selección y modificación de las situaciones que suscitan una respuesta emocional.

Supongamos que una niña siente miedo al mirar películas de extraterrestres, en cuyo caso podrá anticiparse a la situación y seleccionar una película de otro tema para mirar con sus amigas. La selección de la situación es, por lo tanto, una estrategia proactiva que intenta adelantarse a la aparición de las emociones y que requiere planificación. En el primer apartado de este texto nos referimos a la regulación intrínseca y a la extrínseca para distinguir a aquella que proviene de la propia persona de aquella que es resultado de la interacción con otras. En ese sentido, la regulación emocional mediada por la selección de la situación puede ser también intrínseca, como en el ejemplo anterior, o extrínseca, si la elección de la situación la hace un otro. Para ilustrar este punto, imaginemos a una educadora que evita que dos estudiantes se sienten cerca porque sabe que juntos se distraen con frecuencia. La primera estrategia de regulación emocional es efectiva en una gran cantidad de escenarios, pero hay ocasiones en las que no se puede evitar una situación, aunque sí se la puede modificar.

Continuando con el ejemplo anterior, si los estudiantes se sentaron juntos, la docente puede pedirles que se reubiquen en asientos separados. Por otra parte, un estudiante puede

autorregularse a través de esta estrategia de modificación situacional al guardar su celular en un cajón para estudiar sin distracciones. Ambos puntos del modelo implican una actitud proactiva que se sostiene en habilidades ejecutivas como la flexibilidad —para seleccionar la estrategia más adecuada para el contexto—, la memoria de trabajo —necesaria para mantener en la mente los objetivos que se desean alcanzar—, la planificación —al seleccionar con antelación una estrategia— y el monitoreo de los resultados —si se compara el estado emocional de cada momento con el que se espera alcanzar—.

Sumado a la capacidad para elegir o modificar las situaciones, el modelo propone una serie de estrategias (la tercera, cuarta y quinta, siguiendo la numeración previa) basadas en el control voluntario de los recursos internos que permiten la regulación conductual —la expresión visible de las emociones en curso—, y la regulación emocional propiamente, que refiere a la capacidad de alterar el surgimiento o el transcurso de una emoción. Aunque la regulación conductual es importante en tanto permite ajustar las acciones a lo socialmente aceptable, no siempre se acompaña de un alivio del malestar que suscita la emoción que se quiere modificar ni conlleva una regulación de la respuesta fisiológica en curso. En contraste, la regulación cognitiva de la emoción permite disminuir la experiencia subjetiva y la respuesta periférica (15).

Dentro de este conjunto de estrategias internas, la ubicación selectiva del foco de la atención (la tercera estrategia del modelo) es fundamental cuando no es posible modificar la situación que dispara la emoción que se desea regular. Recordarán lectores y lectoras que presentamos las redes de control y de orientación atencional en un apartado anterior. Esta estrategia es entonces otro ejemplo de regulación de arriba a abajo, mediada por el control voluntario de la orientación del foco atencional. Los estudios sugieren que limitar la atención que se le presta al estímulo emocional, ya sea a través del desarrollo de una actividad distractora o dirigiendo el foco a otros aspectos del ambiente, permite limitar la magnitud de la respuesta emocional (54). Y entonces, en principio, los estímulos desatendidos no lograrían llegar a la fase de asignación de valencia positiva o negativa o recibirán un procesamiento disminuido en relación con los estímulos atendidos (55). Retomando un ejemplo anterior, la niña que le teme a los extraterrestres emplearía esta estrategia al cerrar los ojos durante las escenas de la película que le generan miedo.

En las siguientes etapas del modelo procesual se abordan estrategias que se pueden emplear para regular las emociones propiamente dichas. El cuarto lugar del modelo procesual

implica la reevaluación cognitiva, es decir, la modificación de la valoración que se hace de la situación o de las capacidades que se tienen para enfrentarla. Se recordará que al inicio de esta sección se presentó el ciclo PVA en el que, durante la etapa de valoración, se le asigna un valor positivo o negativo al estímulo en los niveles básico (o automático), contextual y conceptual, con la consecuente activación de patrones fisiológicos y conductuales (53). Los estudios de reevaluación cognitiva muestran con consistencia que los sistemas de evaluación de los estímulos pueden ser modulados por mecanismos de arriba a abajo a través de al menos dos procesos. El primero atañe a las creencias y expectativas sobre los estímulos, lo que permite ajustar el valor asignado en relación con el contexto particular en el que se presenta el estímulo. El segundo refiere a mecanismos de aprendizaje medidos por razonamiento que permitirían asignar a los estímulos respuestas emocionales novedosas (56). Por ejemplo, un niño frustrado frente a un ejercicio de matemática puede intentar transitar desde pensamientos de *no puedo* y *no podré* hacia otros de *estoy aprendiendo, es normal que me cueste* o *si me organizo y lo hago paso a paso voy a poder resolverlo*.

Finalmente, la modulación emocional se refiere a las estrategias para alterar la experiencia subjetiva, las conductas y las respuestas fisiológicas en curso, bien porque no haya sido posible aplicar ninguna de las estrategias anteriores o porque no hayan resultado exitosas. Esta etapa del proceso requiere, por un lado, consciencia acerca del estado afectivo y corporal que se atraviesa, y, por otro, acciones dirigidas a cambiarlo. Una niña enojada puede contar hasta diez para calmarse o buscar refugio en el abrazo de un adulto. Un docente que le pide a una niña que respire lento y profundo para ayudarla a calmarse está colaborando de forma extrínseca con su regulación emocional.

Durante la descripción de las distintas etapas del modelo procesual fuimos mencionando algunas relaciones entre los procesos de arriba a abajo (como las FE) y la capacidad de regular las emociones. Sin embargo, esta relación no está totalmente dilucidada, aunque la acumulación de evidencia a través de distintas aproximaciones experimentales apunta a un lugar importante de estos procesos para la regulación efectiva de las emociones. Por ejemplo, se ha propuesto un lugar destacado para la memoria de trabajo en tanto esta permite que se mantengan activas en la mente las representaciones de los estados finales que se desean alcanzar (como mantener activa la representación del estado de calma al que se quiere arribar) (57). También se ha propuesto que el control inhibitorio ocupa un lugar importante en la regulación emocional en tanto habilita el

control de impulsos, de expresiones conductuales no deseadas y de pensamientos que conducen a emociones indeseadas (57).

En ese sentido, se ha verificado una asociación entre el rendimiento en tareas que requieren control inhibitorio y la capacidad de regulación de las emociones (58-60). Las FE, como se desarrollaron antes y se mencionan en este párrafo, han sido caracterizadas a través de tareas que son neutras desde el punto de vista emocional. Zelazo (61) ha ampliado la conceptualización de los procesos ejecutivos al estudiar los procesos de control volitivo que permiten regular la conducta frente a estímulos con valencia emocional. Esta conceptualización es particularmente relevante cuando se consideran los procesos de arriba a abajo involucrados en la regulación emocional. Para distinguir los procesos ejecutivos que permiten el ajuste en circunstancias de baja actividad emocional de las situaciones de alta significancia emocional, Zelazo propone los términos *FE frías* y *FE calientes* (61).

Así, el estudio de las bases neurales de las FE frías y calientes sugiere que esas dependen de forma parcial de circuitos diferenciados. Mientras que los procesos ejecutivos fríos dependen de áreas ubicadas en la CPF dorsolateral, los calientes parecen asentarse principalmente en la corteza orbitofrontal y en algunas regiones prefrontales mediales. A pesar de que los procesos fríos y calientes son en parte dissociables, es necesario enfatizar que durante la resolución de circunstancias cotidianas que requieren procesos ejecutivos operan en conjunto.

Desarrollo de la autorregulación

Hasta aquí hemos profundizado en un modelo teórico de autorregulación general. Sin embargo, debemos notar que la simple descripción de los niveles de organización biológica que componen el sistema autorregulatorio y de las influencias bidireccionales que se pueden dar entre ellos no informa acerca del proceso de desarrollo en sí ni da cuenta de la diversidad interindividual en los resultados del desarrollo autorregulatorio. El esquema de la figura 1, además de abordarse como un modelo para problematizar las distintas influencias en la autorregulación para un momento dado (por ejemplo, la modulación atencional que ejerce la emoción que un niño experimenta cuando su padre exhibe un juguete con el que ya ha jugado antes), puede también pensarse como un sistema multinivel sujeto al desarrollo a lo largo del tiempo.

Continuando con nuestra analogía del edificio, si bien todos los edificios comparten una estructura fundamental, las características propias de cada piso variarán de un edificio a otro por

los efectos individuales e interactivos de factores internos (como los materiales del edificio o por quién habita el piso) y externos (por ejemplo, el barrio en el cual está el edificio). Estas influencias determinarían *estados de funcionamiento* en cada piso que alterarían de forma diferencial el funcionamiento del *sistema edificio*, así como su evolución histórica.

Imaginémonos entonces dos edificios: el *A* y el *B*. Supongamos ahora que el barrio en el cual se construyó el edificio *A* tiene una hermosa biblioteca pública y ha sido históricamente tranquilo, mientras que el edificio *B* se erigió en una zona aledaña a un gran centro comercial y a una importante escuela de música. Naturalmente, la constelación de experiencias que les brindará a sus habitantes cada contexto variará de forma notable de un edificio a otro y dará forma, a lo largo del tiempo, al desarrollo de los *estados de funcionamiento* respectivos de cada piso. Podría suceder que el obrero de la construcción que se mudó veinte años atrás al tercer piso del edificio *A* hoy sea un hombre mayor amante del silencio y de la lectura de novelas policiales. De modo similar, la mujer de treinta años del tercer piso del edificio *B* que asistió a la escuela de música durante su infancia y adolescencia, hoy pasa el día entero ensayando piezas de jazz en su trompeta. Así, un modelo que busque representar el funcionamiento de un edificio como sistema debe ser aquel en el que el desarrollo del edificio se dé a lo largo del tiempo y esté abierto a la influencia del contexto en el cual se sitúa. A ello se debe sumar el conjunto de interacciones entre las y los habitantes de cada piso.

Siguiendo con nuestros edificios *A* y *B*, y luego de haber descrito *estados de funcionamiento* bien distintos para el tercer piso de cada uno de ellos, consideremos ahora que en el quinto piso de cada uno de los edificios vive una pareja con un bebé. ¿Será la naturaleza de la interacción entre el tercer y el quinto piso igual en cada edificio? Apostaremos que no. Mientras que para el edificio *A* no esperaríamos una interacción relevante entre los dos pisos, sí esperaríamos que en el edificio *B* el *estado de funcionamiento* del quinto piso se viera alterado por los estridentes sonidos de la trompeta provenientes del tercer piso (que, por ejemplo, le dificultarán al bebé dormirse por las tardes), lo cual a su vez derivaría en una alteración del edificio como sistema. La analogía busca poner de relieve que el análisis del *estado de funcionamiento* del sistema autorregulatorio se debe pensar desde una perspectiva histórica y relacional. Es a través de las interacciones entre sus distintos niveles, con el mundo externo y a lo largo del tiempo, que el sistema autorregulatorio alcanza su *estado de funcionamiento*.

En el campo de la ciencia del desarrollo, la autorregulación y su desarrollo se estudia en el contexto de los postulados metateóricos denominados sistémico-relacionales (62).

Los sistemas de desarrollo-relacionales caracterizan al organismo vivo como un organismo inherentemente activo, autocreador (autopoietico, enactivo), autoorganizador y autorregulador, relativamente plástico, sistema adaptativo complejo no lineal. El desarrollo del sistema tiene lugar a través de sus propias actividades y acciones incorporadas que operan de manera coactiva en un mundo vivido de objetos físicos y socioculturales, de acuerdo con el principio de epigénesis probabilística. Este desarrollo conduce, a través de circuitos de retroalimentación positiva y negativa creados por la acción organizada del sistema, a incrementar la diferenciación, integración y complejidad del sistema, dirigida hacia fines adaptativos (Overton, 2016, p.12).

Los abordajes sistémico-relacionales suponen una postura epistemológica que busca superar las dicotomías cartesianas (como biología/ambiente, continuidad/discontinuidad, normal/deficitario) y enfatizan que las y los niños son agentes activos en su propio desarrollo, que ocurre en un sistema multinivel integrado y estructurado, histórica y culturalmente situado (63). Rechazan la noción mecanicista de que el desarrollo de una persona pueda separarse en componentes aditivos como genes o elementos del contexto en el que una persona vive. De hecho, la noción de que los rasgos fenotípicos, incluido el comportamiento, pueden estar predeterminados, ha cedido terreno en biología y psicología en las últimas décadas (62). Un concepto central en las perspectivas sistémico-relacionales es el de *canalización experiencial* (64), que refiere al proceso por el cual la dirección del desarrollo, que comienza antes del nacimiento, es el producto de las relaciones mutuamente influyentes (es decir, bidireccionales) entre niveles de organización que van desde la biología (por ejemplo, a nivel genético) a través del funcionamiento individual y social hasta los niveles de organización social y cultural, ecológico y, en última instancia, histórico (65) (figura 4).

De acuerdo al proceso de canalización experiencial, ninguna fuente de información (biológica o experiencial) exhibe supremacía sobre otras. Es decir, ni el ADN ni las características presentes en el ambiente predeterminan la dirección del desarrollo. Todo lo contrario: el desarrollo autorregulatorio en este contexto teórico se debe entender como esencialmente probabilístico y direccionado por la compleja interacción del ambiente y las bases genéticas (64, 66).

Atado al concepto de canalización experiencial está el de *epigénesis probabilística*, que hace referencia a que un genotipo establecido no necesariamente dará lugar a un único fenotipo,

sino que podrá resultar en una serie de fenotipos distribuidos de forma probabilística como consecuencia de las relaciones mutuamente coactivas entre la biología del organismo y la experiencia (65).

Por último, el concepto de plasticidad tiene un lugar destacado en los abordajes sistémico-relacionales. La plasticidad se refiere a los cambios o las adaptaciones del SNC, en particular el cerebro, que son la contraparte del desarrollo observable. Numerosos estudios que han evaluado intervenciones sugieren que la autorregulación exhibe plasticidad a lo largo de la vida. Este punto es crítico, ya que refleja un alejamiento de perspectivas teóricas que suponen un alto grado de estabilidad en los resultados del desarrollo y se acerca a visiones que asumen que los resultados del desarrollo son relativamente maleables (24). El término plasticidad se emplea en ocasiones también para hacer referencia a los cambios que pueden ocurrir en los sistemas externos al niño o niña (la familia y los estilos parentales, las instituciones, los programas educativos, los contextos sociohistóricos, políticos y culturales entre otros) (63). Aunque en este texto nos limitaremos a emplear el término en su acepción biológica, es importante destacar que los múltiples niveles de los entornos de desarrollo no son estáticos. Entonces, si el desarrollo del sistema autorregulatorio puede pensarse como un proceso abierto a la influencia de la experiencia, cabe preguntarse cuáles son los mecanismos que operan como canalizadores de la experiencia y dan lugar a la plasticidad durante el desarrollo. Profundizaremos en este punto en la siguiente sección, específicamente para abordar cómo los entornos marcados por la adversidad por pobreza modulan las trayectorias de desarrollo.

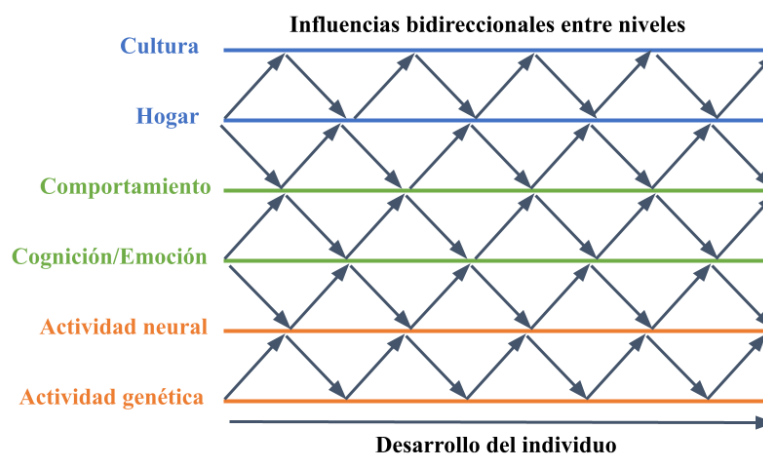


Figura 4. Esquema que ilustra la multiplicidad de interacciones posibles entre los distintos niveles de organización biológica, psicológica y contextual a lo largo del tiempo. Modificado de (65).

El desarrollo de la autorregulación en contextos de pobreza

Las experiencias de vida cotidianas —materiales y psicosociales— varían tremendamente entre los hogares. Así, los ambientes de desarrollo marcados por la pobreza presentan particularidades que no se pueden reducir al nivel de ingresos del hogar: se trata de un fenómeno multidimensional, relacional y dinámico (67). La pobreza se puede materializar en las condiciones físicas de la vivienda, en la cantidad de personas que la habitan, en ingresos insuficientes o irregulares para enfrentar los gastos del hogar, en el tipo de empleo y en la cobertura de salud, en el tiempo del que los cuidadores pueden disponer para las tareas de crianza, en las características de los vínculos entre adultos y niños y niñas, en el nivel educativo de los adultos del hogar, en la calidad del lenguaje dirigido a las y los niños, en la presencia de juegos y libros, en la exposición a violencia intrafamiliar y territorial, en el acceso a servicios en el barrio y en la presencia de toxinas ambientales, entre otros factores. Puede implicar la adición y la interacción entre una cantidad variable de las adversidades citadas, que pueden ocurrir de forma permanente o transitoria. El término *pobreza* es, por lo tanto, una sobresimplificación en referencia a realidades variadas que coinciden en la vulneración de derechos fundamentales, que afecta mayoritariamente a la niñez y a la adolescencia y que, con frecuencia, se transmite de forma intergeneracional (68).

Durante las últimas tres décadas, la psicología cognitiva y las neurociencias han intentado dilucidar cómo algunos de los elementos presentes en contextos de pobreza influyen en el desarrollo de los distintos niveles del edificio autorregulatorio. Las primeras preguntas dentro de este campo —que es relativamente joven en términos de acumulación empírica— fueron necesariamente descriptivas. Es decir, en primer lugar hubo que evaluar si el nivel socioeconómico (NSE) se correlaciona de forma consistente con el funcionamiento de distintos sistemas cognitivos (67). El abordaje clásico se basa en la comparación del rendimiento de niños y niñas que provienen de hogares de diferentes NSE a través de baterías clásicas de pruebas neuropsicológicas en contexto de laboratorio. La evidencia obtenida ha tendido a describir rendimientos disminuidos en los grupos de niños y niñas de NSE bajo en comparación a sus pares de NSE alto. Con frecuencia, la interpretación de los resultados se formula a través de un lenguaje que posiciona a un grupo como *normal* y al otro como *deficitario*. Por otro lado, como veremos más adelante, no es trivial que las evaluaciones se hagan en contextos de laboratorio, ya

que las características muy controladas de estos ambientes distan enormemente de las características de los ambientes cotidianos.

La acumulación de estudios basados en el diseño recién descrito conduce a uno de los hallazgos más consolidados en la relación entre NSE y desarrollo cognitivo: la pobreza no impacta en todos los procesos cognitivos por igual. Mientras que algunos procesos se ven fuertemente afectados, otros mantienen niveles de funcionamiento muy similar entre poblaciones de diferente NSE (69). Una gran cantidad de trabajos muestra que la pobreza se asocia con desempeños disminuidos en tareas de funcionamiento ejecutivo (sobre todo en la memoria de trabajo y en el control inhibitorio), de control atencional, de memoria declarativa y de lenguaje desde edades muy tempranas (69-81) (para una metarevisión, véase 82). También se han obtenido resultados que van en la misma línea con tareas de demora de la gratificación, un paradigma experimental clásico para evaluar conductas de autorregulación (83-85).

Durante la última década también se ha sumado evidencia de asociaciones entre el NSE y aspectos de la estructura y función cerebral que subyacen a los procesos cognitivos afectados por la pobreza. Por ejemplo, la habilidad para enfocar la atención e ignorar distractores se suele correlacionar con una actividad cerebral cortical principalmente detectable en regiones prefrontales. Varios estudios muestran que este patrón de actividad, evaluado a través de electroencefalografía, se asocia con el NSE del hogar (78, 86-88). Estudios de imagenología procesados con la técnica de resonancia magnética funcional (fMRI) muestran patrones de reclutamiento de áreas vinculadas al funcionamiento ejecutivo y al lenguaje distintos para niños y niñas provenientes de hogares con distintos recursos económicos (revisado en 89). Finalmente, una serie de estudios de fMRI también deja de manifiesto la relación entre procesamiento emocional y NSE. Entre ellos se ha reportado mayor reactividad amigdalina y de la región medial de la CPF a rostros amenazantes o con miedo en adolescentes de NSE bajo (90, 91). En contraste con lo anterior, los estímulos gratificantes producen una menor actividad en regiones frontales, la corteza cingulada anterior y regiones estriadas en adultos de menor NSE (91, 92).

La conectividad funcional entre áreas vinculadas al procesamiento emocional también varía en función del NSE. Se ha reportado que adultos que durante la infancia vivieron en hogares de bajos recursos presentan un menor acoplamiento entre áreas corticales y subcorticales frente a estímulos emocionales (91, 92). En niños y niñas de hogares de NSE bajo la conectividad funcional de la amígdala y el hipocampo con varias regiones corticales es menor

que en sus contrapartes de hogares más privilegiados (93). Más recientemente ha habido también un aumento en los reportes que muestran asociaciones entre NSE y varios aspectos de la estructura cerebral: volumen cortical, área de la superficie y grosor de la corteza (92, 94, 95) (la mayoría de los estudios reportan diferencias asociadas al NSE, pero no todos. Por una revisión reciente consultar 89).

Los resultados en torno al volumen de estructuras subcorticales, en particular el hipocampo y la amígdala (96, 97), y en relación con el volumen e integridad de la sustancia blanca (73, 98, 99), son más heterogéneos. En resumen, el NSE del hogar se correlaciona con cambios estructurales y funcionales en varias regiones cerebrales, incluyendo regiones del sistema límbico, la corteza prefrontal, parietal, temporal y occipital. Sin embargo, la gran variedad de diseños experimentales y algunas inconsistencias en los resultados hacen que sea prematuro, sino arriesgado, formular aseveraciones categóricas y universales acerca de las huellas que deja la pobreza en el cerebro (89).

La tradición de los estudios de pobreza y desarrollo cognitivo, caracterizada por resultados que han tendido a asociar el crecer en pobreza con un rendimiento descendido en una gran variedad de pruebas cognitivas, ha consolidado lo que hoy se conoce como *modelos de déficit* en la literatura psicológica, reforzando la noción de sujeto *carente* propuesta por Pablo Martinis desde el área de la educación (100). Sin embargo, limitar la conceptualización del impacto de la pobreza sobre el desarrollo a una perspectiva de déficit es, no obstante, incompleto y en ocasiones, incorrecto.

Un problema eventual con este enfoque es que está respaldado por supuestos normativos del desarrollo humano que se han cimentado en una tradición de investigación basada en muestras de personas norteamericanas y europeas de clase media (63). Este sesgo ha tenido como corolario que la dimensión adaptativa del comportamiento en contextos ambientales ricos en recursos ha tendido a solaparse con lo que se considera socialmente *deseable* u *óptimo* durante el desarrollo. Así, en la literatura se ha propendido a caracterizar como disfuncionales o negativas a conductas o características que no resultan adaptativas en entornos favorables (por ejemplo, la impulsividad), pese a que sí pueden resultar adaptativas bajo determinadas circunstancias contextuales (101).

Los modelos de déficit pierden de vista que la ausencia de ciertos estímulos o patrones vinculares esconde la presencia de otros que también moldean el desarrollo (102). De hecho,

miradas teóricas evolutivas del desarrollo que han ganado terreno en los últimos años sugieren que algunos comportamientos observables en las personas que viven en circunstancias de pobreza, y que suelen catalogarse como negativos, pueden ser en realidad razonables y adaptativos en esos contextos.

En este sentido, las teorías evolutivas suelen considerar a las personas que crecen en entornos de adversidad por pobreza como *adaptadas al estrés* y no simplemente como personas *vulnerables* o *en riesgo*. Estas propuestas teóricas se han traducido de forma paulatina en abordajes experimentales novedosos. Por ejemplo, a raíz de la presunción de que las *especializaciones cognitivas* que se desarrollan en contextos de estrés o incertidumbre ambiental se manifiestan en mayor grado precisamente en esos contextos, ha surgido un interés por manipular las condiciones en las cuales se plantean las evaluaciones cognitivas, buscando generar condiciones de laboratorio que reproducen, de algún modo, el contexto ecológico en el cual se da el desarrollo (103). Por ejemplo, en un estudio reciente Ethan Young y sus colegas (103) demostraron que personas jóvenes y adultas que crecieron en contextos tempranos caracterizados por la imprevisibilidad y el caos ambiental exhiben un rendimiento superior en el componente de actualización de la memoria de trabajo en comparación con quienes crecieron en contextos estables y predecibles. Sin embargo, este resultado se observó únicamente bajo condiciones experimentales de incertidumbre.

Se suele afirmar que las perspectivas evolutivas del desarrollo narran una parte de la historia que no había sido contada y proporcionan una visión más global del problema, aunque esto no implica que los procesos adaptativos y los efectos perjudiciales tengan el mismo peso en el desarrollo. Si bien la identificación de procesos que suponen fortalezas para afrontar las situaciones de adversidad parece señalar un avance conceptual en la relación entre pobreza y desarrollo cognitivo), de ninguna manera implica desconocer que la pobreza es inadmisibile desde un punto de vista ético y que todos los esfuerzos deben apuntar a erradicarla (104). Dicho de otro modo, estas nuevas perspectivas teóricas no niegan la existencia de déficit o desadaptaciones durante el desarrollo, sino que pretenden que estos sean delimitados con más cuidado, buscando evitar inferencias lineales basadas en supuestos normativos. La perspectiva evolutiva no socava el modelo del déficit, sino que lo complementa (105).

Mecanismos mediadores

Los hallazgos descriptivos reseñados tienen el mérito de aportar a la dilucidación de las relaciones entre distintas características del ambiente y las trayectorias de desarrollo, aunque no arrojan luz sobre las vías específicas a través de las cuales la pobreza impacta en la cognición. Entonces, ¿a través de qué vías la pobreza opera sobre el desarrollo?

Los mecanismos que operan de conectores entre la realidad socioeconómica de un hogar y el desarrollo cognitivo de sus integrantes se conocen como *factores mediadores*. Aunque los mediadores propuestos suelen ser similares en distintas corrientes de la literatura, diferentes autores los agrupan de forma heterogénea. Aquí seguiremos la propuesta de Kimberly Noble (81), resumida en la figura 5, en la cual se sugieren tres categorías. La primera refiere a las características del ambiente de desarrollo e incluye la carencia de elementos materiales para estimular el desarrollo cognitivo y lingüístico y la privación nutricional. La segunda categoría de mediadores incluye la exposición crónica a experiencias estresantes (como veremos, las adversidades de los hogares más vulnerados activan de forma sostenida y repetida las respuestas fisiológicas). Por último, la tercera categoría de mediadores hace referencia a toxinas o contaminantes ambientales que pueden impactar directamente en el funcionamiento neurológico y cognitivo. El esquema pone de manifiesto que bajo el término *pobreza* o *nivel socioeconómico bajo* se ven subsumidas múltiples dimensiones contextuales que pueden influir sobre el desarrollo.

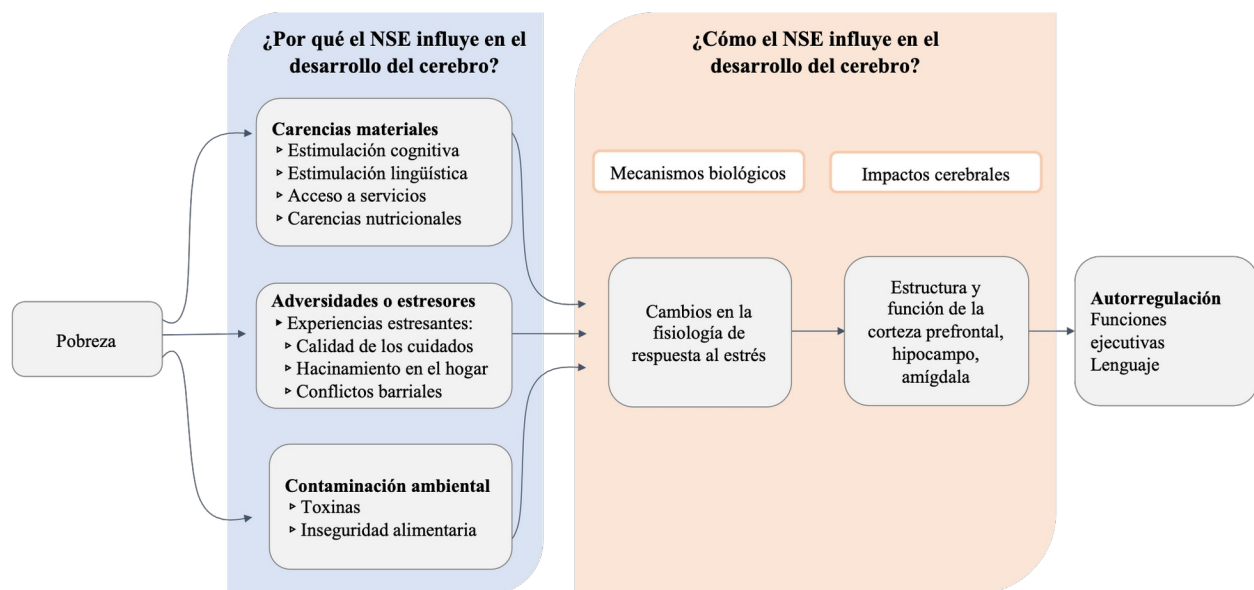


Figura 5. Esquema que presenta las vías a través de las cuales las condiciones psicosociales y materiales asociadas a la pobreza operan sobre el desarrollo neurobiológico moldeando las capacidades autorregulatorias. Adaptado de (81).

Habiendo descrito someramente estas tres importantes vías a través de las cuales los contextos de NSE bajo pueden afectar el funcionamiento cognitivo, cabe preguntarse cómo es que los factores mediadores ocasionan cambios en la biología de las personas. Si se utiliza una expresión común en la literatura, esta pregunta se podría formular de la siguiente manera: ¿a partir de qué mecanismos las experiencias adversas *se meten bajo la piel*? La ciencia del desarrollo ha puesto su énfasis en el desarrollo de la fisiología de respuesta al estrés como el mecanismo *canalizador primario* de la experiencia.

El desarrollo de los sistemas de respuesta al estrés suele tener un papel central en los modelos psicobiológicos que describen el desarrollo del sistema autorregulatorio (66, 106). Se ha sugerido así que el sistema de respuesta al estrés se calibra durante el desarrollo en respuesta a la experiencia, direccionando con una impronta adaptativa el desarrollo de la estructura y función de áreas importantes del cerebro para la emoción, la atención y las FE (figura 5). Una característica notable es que si bien en los humanos los sistemas de respuesta al estrés comparten similitudes estructurales y funcionales (por ejemplo, todos y todas tenemos un sistema HPA que se activa en respuesta a la presencia de un estresor), se observa una sorprendente variabilidad interindividual en sus parámetros de funcionamiento (verbigracia, estado de funcionamiento en reposo) y en su capacidad de respuesta (como la magnitud de la respuesta y de la liberación de cortisol). Como veremos a continuación, los abordajes sistémico-relacionales proporcionan un modelo a través del cual la adversidad temprana se relaciona con una autorregulación “*menos efectiva*” en niños y niñas a través de la calibración de la fisiología de respuesta al estrés. Es importante hacerles notar a lectores y lectoras que el papel que juega el desarrollo de un perfil o *estado de funcionamiento* del sistema de respuesta al estrés en este modelo del desarrollo autorregulatorio se ajusta de modo consistente a la ya conocida curva de Yerkes-Dodson en forma de U invertida.

Son numerosos los estudios en roedores que apoyan el papel de las hormonas del estrés como canalizadores de la experiencia. Un ejemplo paradigmático se encuentra en la investigación de Michael Meaney y sus colaboradores utilizando un modelo de rata (107). En sus trabajos demostraron cómo la variación en la naturaleza del cuidado que la madre expresa hacia sus crías dentro de los primeros días postnatales (por ejemplo, cantidad de lamidos y

acicalamientos) puede tener efectos duraderos sobre el desarrollo del sistema de respuesta al estrés y del comportamiento. Específicamente, observaron que las crías de madres que muestran más atención hacia su descendencia (que, por ejemplo, las lamen más) exhiben una liberación moderada y regulable con mayor facilidad de glucocorticoides en respuesta a un factor estresante, así como menores niveles de ansiedad (107). Por otra parte, una serie de estudios ha demostrado que ratas expuestas a situaciones estresantes (que en consecuencia experimentan una activación pronunciada de su sistema de respuesta al estrés y exhiben una mayor liberación de glucocorticoides) muestran cambios en la estructura de las neuronas de la CPF, así como en sus conexiones con estructuras límbicas. Estos cambios en la CPF de la rata, a su vez, han sido asociados con alteraciones en la atención y en la memoria de trabajo, así como a niveles elevados de comportamientos reactivos (108-111). Es interesante notar que la evidencia también sugiere que estas alteraciones morfológicas pueden revertirse gradualmente cuando el estrés disminuye (112).

Los cambios en la fisiología de respuesta al estrés, incluyendo al eje HPA y al sistema SAM, son conocidos como procesos de *alostasis* (es decir, «permanecer estable a través del cambio» [113]). El principio de *alostasis* se refiere a la idea de que la actividad en un sistema dado, como el sistema de respuesta al estrés o el de autorregulación en general, se ajusta de forma adaptativa a un nivel de reposo dado para satisfacer las demandas de un contexto específico. A diferencia de los sistemas homeostáticos —como los encargados de mantener la presión arterial o la temperatura corporal, que deben mantenerse dentro de un rango relativamente estrecho de posibilidades de funcionamiento para salvaguardar la integridad del organismo (como la temperatura corporal alrededor de 37 °C)—, los sistemas *alostáticos* calibran sus rangos de funcionamiento en maneras que favorecen la adaptación del organismo al contexto.

Los datos disponibles en seres humanos también son consistentes con los hallazgos de los estudios de manipulación del estrés en modelos animales, lo cual tiene sentido, dado que la estructura básica del sistema de respuesta al estrés está altamente conservada en los mamíferos (114). La evidencia indica que los entornos estresantes conducen a una alteración de los niveles basales de hormonas del estrés —como el cortisol— en niños y niñas. Cuando las emociones negativas y las condiciones estresantes son persistentes, se afirma que los sistemas de respuesta al estrés se encuentran bajo una elevada carga *alostática* y se adaptan al ambiente a través de una

modificación de su estado funcional (por ejemplo, con una activación excesiva o insuficiente) a niveles que dificultan la regulación flexible del comportamiento (113).

En las últimas dos décadas, los estudios de la función neuroendocrina de niños, niñas y adolescentes han demostrado que condiciones de adversidad por pobreza se asocian —en la mayoría de los casos— a una fisiología del estrés elevada, que se evalúa a partir de biomarcadores del sistema de respuesta al estrés (por ejemplo, niveles de secreción diurna de cortisol) (115). Por ejemplo, en una muestra de niños, niñas y jóvenes de NSE bajo se encontró un nivel de cortisol en el pelo más elevado que en sus pares de entornos más privilegiados (116). La pobreza evaluada a nivel barrial se asoció con una mayor reactividad en la producción de cortisol en adolescentes (117). En otro estudio hecho con adolescentes se encontraron varias alteraciones en biomarcadores de la fisiología del eje HPA: las y los adolescentes que crecieron en situación de pobreza crónica mostraron una curva con menor pendiente en la secreción diurna de cortisol, niveles nocturnos más elevados, una producción total de cortisol disminuida y una concentración de cortisol al momento de despertarse menor (118). Es así como crecer en hogares pobres se asocia con niveles elevados de cortisol durante la primera infancia (119) y luego con respuestas disminuidas del eje HPA (119, 120). Otro trabajo mostró que un índice de riesgo compuesto por las características del hogar (incluyendo hacinamiento, características estructurales del hogar, niveles de ruido) y aspectos del ambiente psicosocial (cambios en la estructura familiar, separación de referentes significativos, y violencia intrafamiliar) se asocia con una carga alostática elevada (evaluada a través de una medida compuesta de niveles de cortisol, adrenalina, noradrenalina, presión arterial e índice de masa corporal) en niños y niñas de los hogares más vulnerados (121).

No obstante, para ubicar el funcionamiento del sistema de respuesta al estrés como mediador entre el contexto y la capacidad de autorregulación no basta con describir estas asociaciones, sino que hace falta evaluar también si los biomarcadores de estrés permiten explicar, en parte, la habilidad autorregulatoria. En esta dirección, un trabajo hecho con una muestra amplia de familias de bajos recursos presenta evidencia de que los niveles de cortisol en saliva, evaluados entre los 7 y los 24 meses de edad, se asocian con el funcionamiento ejecutivo y el coeficiente intelectual a los 3 años de edad. Asimismo, otro trabajo reveló que la inestabilidad familiar en el hogar de niños y niñas de 2 años de edad permite predecir el constructo *control esforzado* (un *pariente* del control inhibitorio con raíces en la literatura de

temperamento) a los 4 años y que esta asociación está mediada por los niveles basales de cortisol a los 2 y 3 años (122). Esta misma relación se ha constatado incluso a edades más tempranas (123). Es así que la proporción de tiempo de vida en condiciones de pobreza durante la niñez también predice la capacidad de la memoria de trabajo en jóvenes, relación mediada de forma parcial por la carga alostática medida durante la niñez (124).

Por otro carril, la literatura relacionada ya no estrictamente con la pobreza sino con el abuso provee resultados en la misma dirección. Los y las niñas que sufren maltrato muestran patrones de funcionamiento desregulado del eje HPA (los resultados de la dirección de los cambios son inconsistentes aún, en tanto se ha reportado tanto hipercortisolemia como hipocortisolemia en quienes sufrieron distintas formas de abuso y maltrato durante su infancia) (125). Más allá de la inconsistencia en los resultados de estos estudios, se ha observado que la desregulación reportada impacta de todos modos en el funcionamiento cognitivo, en los patrones de toma de decisiones, en las estrategias de afrontamiento y, en última instancia, en la probabilidad de sufrir trastornos externalizantes e internalizantes (126).

Como se sugirió cuando se abordó el modelo de U invertida, los patrones de actividad elevada de los sistemas de respuesta al estrés, con el consecuente aumento de niveles de cortisol y catecolaminas (como NA) en la CPF, estarían en la base de la expresión de dificultades en el funcionamiento ejecutivo y en el bienestar socioemocional. Además, permitirían explicar, en parte, el incremento en la expresión de respuestas comportamentales reactivas y menos reflexivas (127, 128), que supondría un beneficio en términos adaptativos en el corto plazo, en el sentido de que permitiría mantener al individuo en un estado propicio para desenvolverse de formas que se ajusten mejor a las experiencias a las cuales se enfrenta.

Este punto refleja una noción que está implícita en la idea de la modulación alostática de los sistemas de respuesta al estrés: existe un compromiso entre el beneficio en el corto plazo y los perjuicios en el largo plazo. Por ejemplo, la activación sostenida de los sistemas de respuesta al estrés, que por un lado permite potenciar —con una impronta adaptativa— respuestas reactivas, supone, por otro, una amenaza para la salud, debido a que incrementa los riesgos de enfermedad y emergencia de problemáticas durante el desarrollo (129, 130). Por otra parte, esta modulación experiencial del desarrollo fisiológico y psicológico puede generar un desajuste entre el entorno al cual el niño o niña se ha adaptado antes de su ingreso a la escuela y el entorno

escolar, dificultando, por ejemplo, el establecimiento de vínculos positivos con personas que se encuentran por fuera de su entorno inmediato, como docentes o compañeros (66).

Estimulación de la autorregulación

Dada la importancia de los procesos autorregulatorios para la adaptación a los entornos formales de aprendizaje y su sensibilidad al entorno, no es sorprendente que durante los últimos años haya proliferado una gran cantidad de estrategias (a las que nos referiremos como *intervenciones*) para promover su desarrollo. Es que, lejos de ser monolíticos, los procesos que subyacen a la autorregulación son también sensibles a los entornos que los estimulan, por lo que se ha ensayado una gran amplitud de abordajes, con formatos variables, con duraciones distintas y con participantes de distintas edades y extracciones sociodemográficas. El estado del arte del área no permite aún establecer con certeza qué tipo de intervención resulta más efectiva para poblaciones y contextos particulares.

Las propuestas para promover el desarrollo de la autorregulación pueden ser tan variadas como sesiones de videojuegos, planes curriculares o trabajo comunitario con familias. Así, se ha esbozado una clasificación provisional en cinco categorías: intervenciones curriculares, basadas en actividad y ejercicios físicos, en la práctica de yoga y la meditación (*mindfulness*), familiares enfocadas principalmente en apoyar las prácticas de crianza, y de fortalecimiento de habilidades específicas (131). Una cuestión fundamental para docentes e investigadores interesados en la estimulación de la autorregulación es poder evaluar la eficacia de las intervenciones, y para referirnos a ello es necesario introducir el concepto de *transferencia*.

Pensemos en una persona que comienza a entrenar natación todos los días. Luego de un tiempo, su masa muscular mejora, su capacidad respiratoria también y su rendimiento en el deporte será cada vez mejor. Es posible que como resultado de su mejoría física general la persona note que también le resulta menos cansador correr o andar en bicicleta. Las consecuencias beneficiosas de nadar se transfieren así a otras actividades físicas. De forma análoga, una preocupación central de la literatura en autorregulación es dilucidar si la estimulación de los procesos autorregulatorios en contextos específicos genera mejorías observables en otras situaciones. Es decir, si los y las niñas que participan de actividades diseñadas para promover algunas de las habilidades que subyacen a la autorregulatorias (por ejemplo, la capacidad de refrenar impulsos) harán extensivo a otras situaciones aquello para lo

que se las y los estimuló o entrenó de forma específica. La *transferencia cercana* implica constatar mejoras al evaluar el mismo proceso que se estimuló (generalmente con tareas neuropsicológicas o cuestionarios) con una metodología o una situación diferente a la empleada durante la intervención. En cambio, si se observan mejoras en otros procesos cognitivos (por ejemplo, se estimula memoria de trabajo y se evalúa si hay cambios en la capacidad de control inhibitorio) o incluso en aspectos más generales de la conducta (por ejemplo, el rendimiento en lengua y matemáticas o la conducta en clase), se trata de *transferencia lejana*.

Como es imposible reseñar aquí la gran cantidad de intervenciones que han sido publicadas (132, 133), elegimos presentar brevemente los resultados relativos a *Tools of the Mind* (Herramientas de la mente), una intervención curricular que ha recibido particular atención. Se trata de un programa basado en una aproximación vygotskiana al desarrollo que tiene el objetivo de estimular aquellas habilidades que permiten el crecimiento académico. El énfasis del programa está puesto en el uso frecuente de las habilidades ejecutivas que permiten sostener conductas reguladas, planificadas y orientadas a la consecución de metas, lo que se hace a través de actividades estructuradas y sistematizadas en las que, con la ayuda de herramientas materiales y en constante interacción con otros, niñas y niños ponen en práctica regular su cognición, emoción y conducta en el contexto de clase (134). Hay dos versiones de la *curricula*, una para los niveles 3 y 4 de educación inicial y otra para el nivel 5. En general, las educadoras reciben entrenamiento específico a cargo de especialistas para poder llevar adelante en el salón de clases las actividades contenidas en la propuesta.

Ambas versiones de la *curricula* han sido evaluadas a través de estudios controlados y aleatorizados en los que se compara el rendimiento de las y los niños que asisten a las clases habituales y a las de *Tools* antes y después de la intervención. Este diseño, típico para evaluar el impacto de las intervenciones, permite diferenciar los efectos del desarrollo natural producto del paso del tiempo de los efectos de la intervención. Considerando la evidencia en su conjunto, los resultados en relación con los efectos positivos de la versión 3 y 4 de *Tools of the mind* en las habilidades autorregulatorias (transferencia cercana), con los aspectos vinculados a logros académicos (transferencia lejana) y con los efectos en los años subsiguientes de escolarización son limitados y poco promisorios (revisado en 135). Sin embargo, las evaluaciones del programa de nivel 5 de educación inicial presentan evidencia de transferencia cercana y lejana. Así, varios estudios reportan ganancias en el rendimiento en tareas que evalúan FE; en la percepción de las

educadoras sobre la capacidad de niñas y niños de regular su conducta y emociones; en su capacidad para sostener las actividades propuestas, en la relación entre educadoras y niños y niñas (135); en la disminución de la frecuencia de problemas de conducta, y en mejoras en lectura, matemática y vocabulario (136). Un estudio mostró que las ganancias son mayores para las escuelas de menor NSE y que algunas de estas se mantienen al comenzar el primer año (136). Tools of the Mind es entonces un ejemplo de intervención orientada específicamente a fortalecer las capacidades autorregulatorias de niñas y niños, evaluado de forma sistemática y con resultados prometedores.

Los resultados expuestos dejan de manifiesto que es posible diseñar estrategias pedagógicas centradas en el concepto de autorregulación y que la estimulación sostenida y recurrente de procesos del edificio autorregulatorio es capaz de modificar positivamente las trayectorias de desarrollo.

Conclusiones

En este capítulo hemos presentado un modelo psicobiológico multinivel que da cuenta de que la autorregulación requiere orquestar un conjunto diverso de procesos y habilidades. Hemos presentado, además, elementos teóricos y hallazgos empíricos que sustentan el abordaje sistémico-relacional del desarrollo autorregulatorio y proporcionan una visión compleja e integradora de los mecanismos implicados en este fenómeno.

A la luz de lo expuesto, esperamos haber puesto de manifiesto el carácter indisoluble de los factores contextuales y biológicos en la comprensión de los procesos del desarrollo, ya que ni los atributos de los individuos ni las características de su contexto predeterminan *per se* la dirección del desarrollo. Si pudimos alcanzar este objetivo, esperamos que el lector se sienta alejado del ya caducado antagonismo naturaleza-crianza.

Los conceptos vertidos en el texto tienen dos connotaciones ético-políticas que quisiéramos destacar. En primer lugar, la diversidad en las trayectorias de desarrollo es natural y esperable puesto que la naturaleza adaptativa del desarrollo es una fortaleza propia de la vida. El abordaje sistémico-relacional pone en entredicho las narrativas sobre el desarrollo que hacen énfasis únicamente en lo deficitario, en aquello en que *fallan* algunas niñas y niños en relación con otros. Debe notarse que el enfoque deficitario a menudo encarna una racionalidad instrumental (es decir, el desarrollo *sirve para*) que es funcional a fines o intereses de crecimiento económico y a

la teoría del capital humano, que predispone de forma implícita a analizar los procesos del desarrollo a favor del *statu quo*, utilizando sus puntos de referencia como normativos (137).

Así, Martinis señala que es así como en nuestro país históricamente la diferencia entre los sujetos provenientes de sectores populares y aquellos *comunes* ha sido construida como anormalidad (138). A razón del camino psicobiológico que hemos recorrido parecería no ser del todo acertado valorar los resultados del desarrollo (por ejemplo, desarrollo óptimo o no óptimo) apoyados en supuestos normativos. Esto no quita que efectivamente se identifique aquel *perfil de funcionamiento autorregulatorio* que favorece la reflexión y la regulación flexible del comportamiento como socialmente más deseable y saludable, en principio por dos razones: 1) es una condición necesaria para el desarrollo y ejercicio de una autonomía plena, en el sentido humanista que porta el concepto de *autonomía* de Martha Nussbaum (139); 2) el desarrollo de un perfil autorregulatorio flexible refleja un menor desgaste del cuerpo (es decir, una menor acumulación de carga alostática durante la infancia), lo cual beneficiará a la salud mental y física en el mediano y largo plazo.

Del camino que hemos transitado tampoco debe desprenderse que la pobreza no deja marcas en las personas que la padecen. El punto es que debemos ser cuidadosos en no reproducir acríticamente valoraciones del desarrollo que tienen origen en un razonamiento normado, ya que desde una perspectiva sistémico-relacional la naturaleza de los mecanismos autorregulatorios debe ser conceptualizada, valorada y entendida bajo las condiciones en las cuales se ha dado el desarrollo. Así arribamos a la segunda connotación: la psicología del desarrollo tiene una vertiente netamente aplicada que debería perseguir fines de justicia social a través del diseño de estrategias orientadas a la consecución de un desarrollo pleno y de bienestar a lo largo de todo el ciclo de vida.

La primera infancia es un período de sensibilidad extrema al entorno y, por lo tanto, una ventana temporal en la que las circunstancias adversas dejan huellas perdurables en la vida. Los procesos que subyacen a la capacidad de autorregulación, las funciones ejecutivas, la regulación emocional y el funcionamiento del sistema de respuesta al estrés no son una excepción. Aunque sostenemos que estas huellas de la pobreza no se deben interpretar bajo una lente determinista ni son sinónimo de irreversibilidad, comenzar la vida en circunstancias de adversidad socioeconómica estructura trayectorias de vida marcadas por la vulneración de derechos fundamentales, lo que, a su vez, condiciona las posibilidades de superación de esta circunstancia.

Con el cuidado de no situar la responsabilidad de superar la condición de pobreza en las personas, entendemos que la sensibilidad al entorno durante la primera infancia también plantea una ventana de oportunidad para amplificar la posibilidad de trayectorias vitales en las que el bienestar pleno no sea un privilegio inaccesible: las experiencias enriquecedoras también pueden dejar huellas perdurables. El fortalecimiento de las habilidades autorregulatorias tiene el potencial de mejorar el desempeño académico, pero no solo eso. Podría promover la sensación de autoeficacia que sostiene al placer de aprender como fuente de crecimiento personal e incrementar las posibilidades de que niños y niñas disfruten de la escuela al facilitarles el establecimiento de vínculos afectuosos con sus compañeros y educadores. Desde nuestra perspectiva, el fortalecimiento de la autorregulación permite reivindicar el derecho al goce de asistir a centros educativos y el goce de aprender como fines en sí mismos.

Consideramos que el diseño, la implementación y la evaluación de intervenciones orientadas a fortalecer las habilidades tempranas constituye uno de los desafíos prioritarios en la investigación y la docencia. Nuestra postura es que estos esfuerzos deberían incorporar múltiples saberes, incluyendo el conocimiento que aportan las ciencias del desarrollo. No se trata entonces de partir de la suposición de que las y los niños que crecen en situaciones de pobreza son *sujetos carentes*, incapaces de aprender, privados de cultura y estímulos, sino de fortalecer la autorregulación como forma de incrementar el acervo de habilidades que les permitan transitar con satisfacción por distintas instituciones del entramado social con el objetivo de pavimentar el camino hacia la autonomía plena. Es interesante notar que algunas de las propuestas que hemos presentado en este texto trasladan el foco, generalmente puesto en la intervención sobre la infancia, hacia un sistema que incluye a niñas, niños, educadores y dinámicas escolares.

El desafío será entonces reflexionar y trabajar en conjunto para definir cuáles de las muchas experiencias que en su mayoría ocurren y se evalúan en el norte global son adaptables a las características culturales e idiosincráticas propias y evaluar su eficacia en otros contextos. O, incluso, crear propuestas locales a partir de la sinergia entre el conocimiento acumulado en la educación y la ciencia del desarrollo.

Bibliografía

1. Blair C. School Readiness. *Am Psychol.* 2002;57:111-27.
2. Blair C, Razza R. Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Source Child Dev Child Dev.* 2007;78(2):647-63.
3. McClelland MM, Cameron CE, Connor CM, Farris CL, Jewkes AM, Morrison FJ. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Dev Psychol.* 2007;43(4):947.
4. McClelland MM, Acock AC, Piccinin A, Rhea SA, Stallings MC. Relations between preschool attention span-persistence and age 25 educational outcomes. *Early Child Res Q.* 2013;28(2):314-24.
5. Duckworth AL, Tsukayama E, May H. Establishing causality using longitudinal hierarchical linear modeling: An illustration predicting achievement from self-control. *Soc Psychol Personal Sci.* 2010;1(4):311-7.
6. Castro M, Ezquerro P, Argos J. La transición entre la Escuela de Educación Infantil y la de Educación Primaria: Perspectivas de niños, familias y profesorado. *Rev Espanola Pedagog.* 2012;70(253):537-52.
7. High PC. School readiness. *Pediatrics.* 2008;121(4):e1008-15.
8. Arrivillaga C, Cuevasanta D, Liz M, Moreira K, Schiappacasse P, Echeverría AV. Preparación para la escolarización: una revisión sistemática de estudios longitudinales. *PSIENCIA Rev Latinoam Cienc Psicológica.* 2016;8(1).
9. Heaviside S. Public School Kindergarten Teachers' Views on Children's Readiness for School: Contractor Report. US Department of Education, Office of Educational Research and Improvement; 1993.
10. Blair C, Raver CC. School readiness and self-regulation: a developmental psychobiological approach. *Annu Rev Psychol.* 2015;66:711-31.
11. Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, et al. School readiness and later achievement. *Dev Psychol.* 2007;43(6):1428.
12. Nigg JT. Annual Research Review : On the relations among risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. 2016;
13. McClelland M, Geldhof J, Morrison F, Gestsdottir S, Cameron C, Bowers E, et al. Self-Regulation. En: *Handbook of Life Course Health Development.* 2017. p. 275-98.
14. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol.* 2013;64:135-68.
15. Sheppes G, Suri G, Gross J. Emotion regulation and psychopathology. *Annu Rev Clin Psychol.* 2015;
16. Rothbart MK, Ellis LK, Posner MI. Temperament and self-regulation. En: Vohs D., Baumeister RF, editores. *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications.* Guilford Publications; 2011. p. 441-60.
17. Eisenberg N, Edwards A, Spinrad TL, Sallquist J, Eggum ND, Reiser M. Are effortful and reactive control unique constructs in young children? *Dev Psychol.* 2013;49(11):2082.
18. Madden GJ, Bickel WK. Impulsivity: The behavioral and neurological science of discounting. American Psychological Association; 2010.
19. Luciana M. Adolescent brain development in normality and psychopathology. *Dev Psychopathol.* 2013;25(4 0 2):1325.
20. Botvinick MM, Cohen JD. The computational and neural basis of cognitive control: charted territory and new frontiers. *Cogn Sci.* 2014;38(6):1249-85.

21. Sethi A, Mischel W, Aber JL, Shoda Y, Rodriguez ML. The role of strategic attention deployment in development of self-regulation: Predicting preschoolers' delay of gratification from mother-toddler interactions. *Dev Psychol.* 2000;36(6):767.
22. Blair C, Diamond A. Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Dev Psychopathol.* 2008;20(3):899-911.
23. Evans JSBT, Stanovich KE. Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate. *Perspect Psychol Sci.* 2013;8(3):223-41.
24. Zelazo PD, Müller U. Executive function in typical and atypical development. En: Goswami U, editor. *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development.* Blackwell Publishing; 2002. p. 445-69.
25. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “ Frontal Lobe ” Tasks : A Latent Variable Analysis and. 2000;100:49-100.
26. Baddeley A. WORKING MEMORY : LOOKING BACK AND LOOKING FORWARD. 2003;4(October).
27. Diamond A, Ling DS. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Dev Cogn Neurosci.* 2016;18:34-48.
28. Deak GO, Wiseheart M. Cognitive flexibility in young children: General or task-specific capacity? *J Exp Child Psychol.* 2015;138:31-53.
29. Garon N, Bryson SE, Smith IM. Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychol Bull.* enero de 2008;134(1):31-60.
30. Wiebe SA, Sheffield T, Nelson JM, Clark CAC, Chevalier N, Espy KA. The structure of executive function in 3-year-old children. *J Exp Child Psychol.* marzo de 2011;108(3):436-52.
31. Wiebe SA, Espy KA, Charak D. Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Dev Psychol.* marzo de 2008;44(2):575-87.
32. Lehto JE, Juujärvi P, Kooistra L, Pulkkinen L. Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *Br J Dev Psychol.* 2003;21(1):59-80.
33. Monette S, Bigras M, Guay M-C. The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *J Exp Child Psychol.* junio de 2011;109(2):158-73.
34. Cragg L, Keeble S, Richardson S, Roome HE, Gilmore C. Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition.* mayo de 2017;162:12-26.
35. Waber DP, Gerber EB, Turcios VY, Wagner ER, Forbes PW. Executive Functions and Performance on High-Stakes Testing in Children From Urban Schools. *Dev Neuropsychol.* 1 de junio de 2006;29(3):459-77.
36. St Clair-Thompson HL, Gathercole SE. Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Q J Exp Psychol.* 1 de abril de 2006;59(4):745-59.
37. Blair C, Dennis T. An optimal balance: The integration of emotion and cognition in context. 2010;
38. Lewis MD, Todd RM. The self-regulating brain: Cortical-subcortical feedback and the development of intelligent action. *Cogn Dev.* 2007;22(4):406-30.
39. Petersen SE, Posner M. The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annu Rev Neurosci.* 2012;21(35):73-89.
40. Zelazo PD, Blair CB, Willoughby MT. Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000 [Internet]. National Center for Education Research. National Center for Education Research; 2016 [citado 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://eric.ed.gov/?id=ED570880>

41. Gunnar M, Quevedo K. The neurobiology of stress and development. *Annu Rev Psychol.* 2007;58:145-73.
42. Arnsten AFT. Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nat Rev Neurosci.* junio de 2009;10(6):410-22.
43. Yerkes RM, Dodson JD. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Punishm Issues Exp.* 1908;27-41.
44. Yiend J. The effects of emotion on attention: A review of attentional processing of emotional information. *Cogn Emot.* 2010;24(1):3-47.
45. Bar-Haim Y, Lamy D, Pergamin L, Bakermans-Kranenburg MJ, Van Ijzendoorn MH. Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychol Bull.* 2007;133(1):1.
46. Lotta T, Vidgren J, Tilgmann C, Ulmanen I, Melen K, Julkunen I, et al. Kinetics of human soluble and membrane-bound catechol O-methyltransferase: a revised mechanism and description of the thermolabile variant of the enzyme. *Biochemistry.* 1995;34(13):4202-10.
47. Männistö PT, Kaakkola S. Catechol-O-methyltransferase (COMT): biochemistry, molecular biology, pharmacology, and clinical efficacy of the new selective COMT inhibitors. *Pharmacol Rev.* 1999;51(4):593-628.
48. Bruder GE, Keilp JG, Xu H, Shikhman M, Schori E, Gorman JM, et al. Catechol-O-methyltransferase (COMT) genotypes and working memory: associations with differing cognitive operations. *Biol Psychiatry.* 2005;58(11):901-7.
49. Bertolino A, Rubino V, Sambataro F, Blasi G, Latorre V, Fazio L, et al. Prefrontal-hippocampal coupling during memory processing is modulated by COMT val158met genotype. *Biol Psychiatry.* 2006;60(11):1250-8.
50. Bishop SJ, Fossella J, Croucher CJ, Duncan J. COMT val158met genotype affects recruitment of neural mechanisms supporting fluid intelligence. *Cereb Cortex.* 2008;18(9):2132-40.
51. Sapolsky RM, Romero LM, Munck AU. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocr Rev.* febrero de 2000;21(1):55-89.
52. Mauss IB, McCarter L, Levenson RW, Wilhelm FH, Gross JJ. The tie that binds? Coherence among emotion experience, behavior, and physiology. *Emotion.* 2005;5(2):175-90.
53. Gross, James J. Emotion Regulation. En: Gross JJ, editor. *Handbook of emotions.* New York: Guilford Publications; 2008. p. 497-513.
54. Gross JJ. The Extended Process Model of Emotion Regulation: Elaborations, Applications, and Future Directions. *Psychol Inq.* 2 de enero de 2015;26(1):130-7.
55. Kanske P, Heissler J, Schönfelder S, Bongers A, Wessa M. How to Regulate Emotion? Neural Networks for Reappraisal and Distraction. *Cereb Cortex.* 1 de junio de 2011;21(6):1379-88.
56. Ochsner K, Gross J. The cognitive control of emotion. *Trends Cogn Sci.* mayo de 2005;9(5):242-9.
57. Hofmann W, Schmeichel BJ, Baddeley AD. Executive functions and self-regulation. *Trends Cogn Sci.* 2012;16(3):174-80.
58. Carlson SM, Wang TS. Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cogn Dev.* 1 de octubre de 2007;22(4):489-510.
59. Hudson A, Jacques S. Put on a happy face! Inhibitory control and socioemotional knowledge predict emotion regulation in 5- to 7-year-olds. *J Exp Child Psychol.* julio de 2014;123:36-52.
60. Cooper B, Greenberg M, Domitrovich C. The contribution of inhibitory control to preschoolers' social-emotional competence. *J Appl Dev Psychol.* 1 de mayo de 2009;30:310-20.

61. Zelazo PD, Carlson SM. Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Dev Perspect.* 2012;6(4):354-60.
62. Overton WF. Relationism and Relational Developmental Systems: A Paradigm for Developmental Science in the Post-Cartesian Era. Vol. 44, *Advances in Child Development and Behavior.* 2013. 21 p.
63. Lerner RM. Developmental Science, Developmental Systems, and Contemporary Theories of Human Development. En: *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development*, Vol 1, 6th ed. Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc; 2006. p. 1-17.
64. Gottlieb G. Experiential canalization of behavioral development: Theory. *Dev Psychol.* 1991;27(1):4.
65. Gottlieb G, Lickliter R. Probabilistic epigenesis. *Dev Sci.* 2007;10(1):1-11.
66. Blair C, Raver CC. Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior. 2012;67(4):309-309.
67. Lipina SJ, Evers K. Neuroscience of Childhood Poverty: Evidence of Impacts and Mechanisms as Vehicles of Dialog With Ethics. *Front Psychol.* 2017;8(January):1-13.
68. McEwen CA, McEwen BS. Social Structure, Adversity, Toxic Stress, and Intergenerational Poverty: An Early Childhood Model. *Annu Rev Sociol.* 2017;43(1):445-72.
69. Noble KG, Norman MF, Farah MJ. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Dev Sci.* 2005;8(1):74-87.
70. Noble KG, McCandliss BD, Farah MJ. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Dev Sci.* 2007;10(4):464-80.
71. Hackman DA, Farah MJ, Meaney MJ. Socioeconomic status and the brain: Mechanistic insights from human and animal research. *Neuroscience.* 2010;11(September):651-9.
72. Lipina SJ, Colombo JA. Poverty and Brain Development During Childhood: An Approach from Cognitive Psychology and Neuroscience. 1st ed. Colombo JA, editor. *American Psychological Association*; 2009. 172 p.
73. Ursache A, Noble KG, Imaging P. Socioeconomic status, white matter, and executive function in children. *Brai Behav.* 2016;(May):1-13.
74. Mezzacappa E. Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Dev.* 2004;75(5):1373-86.
75. Farah MJ, Shera, David M, Savage JH, Betancourt L, Giannetta, Joan M, Brodsky NL, et al. Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Res.* 2006;166-74.
76. Lipina S, Martelli M, Colombo J. Performance on the A-not-B task of Argentinean infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *Rev Interam Psicol Interam J Psychol ISSN 0034-9690 Vol 39 N° 1 2005 Pags 49-60. 1 de enero de 2005;39.*
77. Hackman DA, Farah MJ. Socioeconomic status and the developing brain. *Trends Cogn Sci.* febrero de 2009;13(2):65-73.
78. Kishiyama MM, Boyce WT, Jimenez AM, Perry LM, Knight RT. Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children. *J Cogn Neurosci.* 2009;21(6):1106-15.
79. D'Angiulli A, Lipina S, Maggi S. The social emotional developmental and cognitive neuroscience of socioeconomic gradients: Laboratory, population, cross-cultural and community developmental approaches. 2014.
80. Pavlakis AE, Noble K, Pavlakis SG, Ali N, Frank Y. Brain Imaging and Electrophysiology Biomarkers: Is There a Role in Poverty and Education Outcome Research? *Pediatr Neurol.* abril de 2015;52(4):383-8.

81. Johnson SB, Riis JL, Noble KG. State of the Art Review: Poverty and the Developing Brain. *Pediatrics* [Internet]. 1 de abril de 2016 [citado 3 de mayo de 2021];137(4). Disponible en: <https://pediatrics.aappublications.org/content/137/4/e20153075>
82. Lawson GM, Hook CJ, Farah MJ. A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Dev Sci*. 2018;21(2):e12529.
83. Mengying L, Riis JL, Sharon R, Ghazarian, Johnson SB. Income, family context and self-regulation in 5-year-old children. *J Dev Behav Pediatr JDBP*. 2017;38(2):99-108.
84. Evans GW, English K. The environment of poverty: multiple stressor exposure, psychophysiological stress, and socioemotional adjustment. *Child Dev*. agosto de 2002;73(4):1238-48.
85. Evans GW, Rosenbaum J. Self-regulation and the income-achievement gap. *Early Child Res Q*. 2008;23(4):504-14.
86. D'angiulli A, Van Roon PM, Weinberg J, Oberlander T, Grunau R, Hertzman C, et al. Frontal EEG/ERP correlates of attentional processes, cortisol and motivational states in adolescents from lower and higher socioeconomic status. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2012 [citado 5 de mayo de 2021];6. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2012.00306/full>
87. D'Angiulli A, Herdman A, Stapells D, Hertzman C. Children's event-related potentials of auditory selective attention vary with their socioeconomic status. *Neuropsychology*. mayo de 2008;22(3):293-300.
88. 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. *Dev Sci*. 2009;12(4):634-46.
89. Farah MJ. The Neuroscience of Socioeconomic Status: Correlates, Causes, and Consequences. *Neuron*. 27 de septiembre de 2017;96(1):56-71.
90. Muscatell KA, Morelli SA, Falk EB, Way BM, Pfeifer JH, Galinsky AD, et al. Social status modulates neural activity in the mentalizing network. *NeuroImage*. 15 de abril de 2012;60(3):1771-7.
91. Javanbakht A, King AP, Evans GW, Swain JE, Angstadt M, Phan KL, et al. Childhood Poverty Predicts Adult Amygdala and Frontal Activity and Connectivity in Response to Emotional Faces. *Front Behav Neurosci* [Internet]. 12 de junio de 2015 [citado 5 de mayo de 2021];9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464202/>
92. Gianaros PJ, Manuck SB, Sheu LK, Kuan DCH, Votruba-Drzal E, Craig AE, et al. Parental Education Predicts Corticostriatal Functionality in Adulthood. *Cereb Cortex*. 1 de abril de 2011;21(4):896-910.
93. Barch D, Pagliaccio D, Belden A, Harms MP, Gaffrey M, Sylvester CM, et al. Effect of Hippocampal and Amygdala Connectivity on the Relationship Between Preschool Poverty and School-Age Depression. *Am J Psychiatry*. 15 de enero de 2016;173(6):625-34.
94. Mackey AP, Finn AS, Leonard JA, Jacoby Senghor DS, West MR, Gabrieli CFO, et al. Neuroanatomical Correlates of the Income Achievement Gap. *Psychol Sci*. junio de 2015;26(6):925-33.
95. Noble KG, Houston SM, Brito NH, Bartsch H, Kan E. Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nat Neurosci*. 2015;18:773-8.
96. Butterworth P, Cherbuin N, Sachdev P, Anstey KJ. The association between financial hardship and amygdala and hippocampal volumes: results from the PATH through life project. *Soc Cogn Affect Neurosci*. junio de 2012;7(5):548-56.
97. Hanson JL, Chandra A, Wolfe BL, Pollak SD. Association between Income and the Hippocampus. *PLOS ONE*. 4 de mayo de 2011;6(5):e18712.
98. Johnson NF, Kim C, Gold BT. Socioeconomic status is positively correlated with frontal white matter integrity in aging. *Age*. diciembre de 2013;35(6):2045-56.

99. Gianaros PJ, Marsland AL, Sheu LK, Erickson KI, Verstynen TD. Inflammatory Pathways Link Socioeconomic Inequalities to White Matter Architecture. *Cereb Cortex*. 1 de septiembre de 2013;23(9):2058-71.
100. Martinis P. Educación, pobreza e igualdad : del « niño carente » al « sujeto de la educación » 1. 2006;
101. Fenneman J, Frankenhuis WE. Is impulsive behavior adaptive in harsh and unpredictable environments? A formal model. *Evol Hum Behav*. 2020;41(4):261-73.
102. Blair C, Raver CC. Poverty, Stress, and Brain Development: New Directions for Prevention and Intervention. *Acad Pediatr*. abril de 2016;16(3):S30-6.
103. Young ES, Griskevicius V, Simpson JA, Waters TE, Mittal C. Can an unpredictable childhood environment enhance working memory? Testing the sensitized-specialization hypothesis. *J Pers Soc Psychol*. 2018;114(6):891.
104. Frankenhuis WE, Young ES, Ellis BJ. The hidden talents approach: Theoretical and methodological challenges. *Trends Cogn Sci*. 2020;
105. Frankenhuis WE, Nettle D. The strengths of people in poverty. *Curr Dir Psychol Sci*. 2020;29(1):16-21.
106. Ellis BJ, Del Giudice M. Beyond allostatic load: Rethinking the role of stress in regulating human development. *Dev Psychopathol*. 2014;26(1):1-20.
107. Meaney MJ. Maternal care, gene expression, and the transmission of individual differences in stress reactivity across generations. *Annu Rev Neurosci*. 2001;24(1):1161-92.
108. Radley JJ, Rocher AB, Miller M, Janssen WGM, Liston C, Hof PR, et al. Repeated stress induces dendritic spine loss in the rat medial prefrontal cortex. *Cereb Cortex*. 2006;16(3):313-20.
109. Cerqueira JJ, Mailliet F, Almeida OFX, Jay TM, Sousa N. The prefrontal cortex as a key target of the maladaptive response to stress. *J Neurosci*. 2007;27(11):2781-7.
110. Michelsen KA, van den Hove DL, Schmitz C, Segers O, Prickaerts J, Steinbusch HW. Prenatal stress and subsequent exposure to chronic mild stress influence dendritic spine density and morphology in the rat medial prefrontal cortex. *BMC Neurosci*. 2007;8(1):1-8.
111. Liston C, Miller MM, Goldwater DS, Radley JJ, Rocher AB, Hof PR, et al. Stress-induced alterations in prefrontal cortical dendritic morphology predict selective impairments in perceptual attentional set-shifting. *J Neurosci*. 2006;26(30):7870-4.
112. Radley JJ, Rocher AB, Janssen WG, Hof PR, McEwen BS, Morrison JH. Reversibility of apical dendritic retraction in the rat medial prefrontal cortex following repeated stress. *Exp Neurol*. 2005;196(1):199-203.
113. McEwen BS. The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance. *Brain Res*. 2000;886(1-2):172-89.
114. Nesse RM, Young EA. Evolutionary origins and functions of the stress response. *Encycl Stress*. 2000;2:79-84.
115. Koss KJ, Gunnar MR. Annual Research Review: Early adversity, the HPA axis, and child psychopathology. *J Child Psychol Psychiatry*. abril de 2018;59(4):327-46.
116. Vliegthart J, Noppe G, van Rossum EFC, Koper JW, Raat H, van den Akker ELT. Socioeconomic status in children is associated with hair cortisol levels as a biological measure of chronic stress. *Psychoneuroendocrinology*. marzo de 2016;65:9-14.
117. Hackman DA, Betancourt LM, Brodsky NL, Hurt H, Farah MJ. Neighborhood disadvantage and adolescent stress reactivity. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 12 de octubre de 2012 [citado 5 de mayo de 2021];6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3469875/>
118. Desantis AS, Kuzawa CW, Adam EK. Developmental origins of flatter cortisol rhythms: socioeconomic status and adult cortisol activity. *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc*. agosto de 2015;27(4):458-67.

119. Ursache A, Noble K, Blair C. Socioeconomic Status, Subjective Social Status, and Perceived Stress: Associations with Stress Physiology and Executive Functioning. *Behav Med Wash DC*. 1 de julio de 2015;41:145-54.
120. Lupien SJ, King S, Meaney MJ, McEwen BS. Can poverty get under your skin? basal cortisol levels and cognitive function in children from low and high socioeconomic status. *Dev Psychopathol*. 2001;13(3):653-76.
121. Evans GW. A multimethodological analysis of cumulative risk and allostatic load among rural children. *Dev Psychol*. septiembre de 2003;39(5):924-33.
122. Suor JH, Sturge-Apple ML, Davies PT, Cicchetti D, Manning LG. Tracing Differential Pathways of Risk: Associations Among Family Adversity, Cortisol, and Cognitive Functioning in Childhood. *Child Dev*. julio de 2015;86(4):1142-58.
123. Finegood ED, Wyman C, O'Connor TG, Blair CB. Salivary Cortisol and Cognitive Development in Infants From Low-Income Communities. *Stress Amst Neth*. enero de 2017;20(1):112-21.
124. Evans GW, Schamberg MA. Childhood poverty, chronic stress, and adult working memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 21 de abril de 2009;106(16):6545-9.
125. Cicchetti D, Rogosch FA. Diverse patterns of neuroendocrine activity in maltreated children. *Dev Psychopathol*. 2001;13(3):677-93.
126. Cicchetti D, Rogosch FA. The impact of child maltreatment and psychopathology on neuroendocrine functioning. *Dev Psychopathol*. 2001;13(4):783-804.
127. Blair C, Granger DA, Willoughby M, Mills-Koonce R, Cox M, Greenberg MT, et al. Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Dev*. 2011;82(6):1970-84.
128. Blair C, Granger DA, Kivlighan KT, Mills-Koonce R, Willoughby M, Greenberg MT, et al. Maternal and child contributions to cortisol response to emotional arousal in young children from low-income, rural communities. *Dev Psychol*. 2008;44(4):1095.
129. Dickerson SS, Kemeny ME. Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychol Bull*. 2004;130(3):355.
130. Gunnar MR, Donzella B. Social regulation of the cortisol levels in early human development. *Psychoneuroendocrinology*. 2002;27(1-2):199-220.
131. Pandey A, Hale D, Das S, Goddings A-L, Blakemore S-J, Viner RM. Effectiveness of Universal Self-regulation-Based Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 1 de junio de 2018;172(6):566.
132. Hermida MJ, Segretin MS, Lipina SJ, Benarós S, Colombo JA. Abordajes neurocognitivos en el estudio de la pobreza infantil: Consideraciones conceptuales y metodológicas. *Int J Psychol Psychol Ther*. 2010;10(2):205-25.
133. Green, SC, Bavelier D, Kramer AF, Vinogradov S, Ansoorge U, Ball KK, et al. Improving Methodological Standards in Behavioral Interventions for Cognitive Enhancement. *J Cogn Enhanc*. marzo de 2019;3(1):2-29.
134. Bodrova E, Leong D. Tools of the mind: Vygotskian approach to early childhood education. *Approaches Early Child Educ*. 2012;241-60.
135. Nesbitt KT, Farran DC. Effects of Prekindergarten Curricula: Tools of the Mind as a Case Study. *Monogr Soc Res Child Dev*. 2021;86(1):7-119.
136. Blair C, Raver CC. Closing the Achievement Gap through Modification of Neurocognitive and Neuroendocrine Function: Results from a Cluster Randomized Controlled Trial of an Innovative Approach to the Education of Children in Kindergarten. 2014;9(11).
137. Sen A. Development as freedom. Oxford university press Oxford; 1999.

138. Martinis P. Sujetos populares y gobierno de la pobreza en la consolidación del sistema educativo moderno en Uruguay. Cuad Pensam BIOPOLÍTICO Latinoam. 2014;25.
139. Pereira G. Preferencias adaptativas: un desafío para el diseño de las políticas sociales. Isegoría. 2007; (36):143-65.