

Diferencias socioeconómicas en el desarrollo de la toma de decisiones

Una mirada ecológica de la
cognición adaptada al estrés

Hernán Delgado Vivas



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Programa de
Desarrollo de las
Ciencias Básicas



Tesis de doctorado presentada al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas.



La investigación presentada en esta tesis fue desarrollada dentro del Grupo Neurodesarrollo en la Primera Infancia, que integra el Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPsi) de la Facultad de Psicología y el Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje (CICEA), de la Universidad de la República, Uruguay.



Esta investigación recibió financiamiento parcial por parte de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y de la Comisión Académica de Posgrado (CAP).

Diferencias socioeconómicas en el desarrollo de la toma de decisiones

Una mirada ecológica de la cognición adaptada al estrés

Mag. Hernán Delgado Vivas

Tesis presentada al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas
en cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Biológicas

Bajo la dirección de:

Dra. Alejandra Carboni
Dr. Sebastián Lipina

Julio, 2024



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Programa de
Desarrollo de las
Ciencias Básicas

*We are not thinking machines that feel;
we are feeling machines that think.*

Antonio Damasio

Índice

Agradecimientos.....	<i>i</i>
Resumen.....	<i>iv</i>
Abstract.....	<i>vii</i>
Abreviaciones.....	<i>x</i>
1 Antecedentes.....	1
Descripción general.....	2
Desarrollo cognitivo en ambientes adversos.....	5
El modelo deficitario.....	5
Marco evolucionista del desarrollo: hacia una visión ecológica de la cognición adaptada al estrés.....	8
Teoría de la historia de vida.....	12
Una mirada evolucionista a la perspectiva temporal.....	16
Toma de decisiones afectiva: la tarea de juego de Iowa.....	20
Desarrollo de la toma de decisiones afectiva en la primera infancia..	21
Hipótesis del Marcador Somático.....	23
Origen de los marcadores somáticos: el rol de la experiencia.....	24
La frecuencia cardíaca como índice autonómico en el contexto de la Hipótesis del Marcador Somático.....	26
¿Decisiones guiadas por emociones? El potencial rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito.....	27

Influencia del nivel socioeconómico en el desarrollo de la toma de decisiones afectiva.....	30
Definición del problema, hipótesis de trabajo y objetivos.....	33
Hipótesis de trabajo.....	34
Objetivos.....	35
Objetivo general.....	35
Objetivos específicos.....	35
2 Metodología.....	37
Muestreo y diseño.....	38
Participantes.....	38
Procedimiento.....	39
Medidas.....	41
Nivel Socioeconómico.....	41
Children's Gambling Task.....	42
Prueba de conciencia o conocimiento explícito.....	45
Prueba de inteligencia no verbal.....	46
Adquisición y reducción de datos psicofisiológicos.....	46
Análisis estadístico.....	47
3 Diferencias socioeconómicas en la toma de decisiones: el rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito en la tarea de juego.....	49
Experimento I:	
Diferencias socioeconómicas en la toma de decisiones.....	50
Experimento II:	
El rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito.....	51
4 Variaciones socioeconómicas en las respuestas cardíacas durante la toma de decisiones en la tarea de juego.....	68
Experimento III:	
Variaciones en las respuestas cardíacas durante la toma de decisiones...	69
Experimento IV:	
Asociación entre las respuestas cardíacas anticipatorias y el conocimiento explícito.....	71
5 Discusión.....	89
Discusión general de los resultados.....	90
Relación entre nivel socioeconómico y toma de decisiones en la tarea de juego.....	92
Rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito en la tarea de juego.....	94
Asociación entre respuestas cardíacas y toma de decisiones en la tarea de juego.....	97

Correlación entre respuestas cardíacas anticipatorias y conocimiento explícito de las contingencias.....	100
¿Calibración adaptativa del sistema de respuesta al estrés?.....	102
Implicancias.....	109
Consideraciones sobre la integración de la teoría evolucionista a la ciencia del desarrollo.....	109
De intervenciones y riesgos: entre el optimismo, el estigma y el fatalismo.....	112
La evidencia neurocognitiva: un terreno en disputa.....	118
Fortalezas, limitaciones y direcciones futuras.....	124
Conclusión.....	128
Referencias.....	130
Anexo 1: Material suplementario en línea Artículo 1.....	156
Anexo 2: Material suplementario en línea Artículo 2.....	164

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora, Alejandra Carboni, por impulsar la apertura de una línea de investigación abocada al estudio de la influencia de la pobreza en el desarrollo cognitivo, que me brindó un espacio invaluable en un momento marcado por la incertidumbre y las dudas sobre mi futuro en la ciencia. El apoyo constante de Alejandra a lo largo de este proceso, su mirada lúcida y su confianza en mi trabajo fueron fundamentales. Además, valoro profundamente la amistad que hemos construido a lo largo de este camino.

A mi cotutor, Sebastián Lipina, no le debo solo su generosidad inagotable, sino también su innegociable dedicación a la búsqueda de la complejidad. Ha sido, para mí, un referente académico, ético y sensible en un campo que exige rigor científico y un compromiso absoluto con la integridad. Sebastián encarna, de manera singular, aquello que Lezama Lima describió como una “conducta de orientación cósmica”; *la configuración perfecta que se adopta frente a un hecho*. Su ejemplo ha sido, y seguirá siendo, una inspiración constante.

A Victoria Gradín, Silvia Bunge y Juan Valle Lisboa, miembros de mi tribunal, agradezco su cuidadosa lectura y los valiosos aportes que enriquecieron este trabajo.

A las docentes, niños/as y familias que participaron en esta investigación, mi más profundo agradecimiento. Espero que el camino iniciado durante mi formación doctoral contribuya, de algún modo, a la urgente tarea de dignificar las condiciones de vida de las infancias en Uruguay.

Le debo mucho a Verónica Nin, amiga y compañera en la aventura de la ciencia. Su guía y sus consejos han sido invaluable. Su mirada crítica, tenacidad y ternura son una fuente constante de aprendizajes.

Richard Rodríguez, Ñeranei Menéndez y Carina Aldecosea merecen un reconocimiento especial. Su esfuerzo y compromiso han sido esenciales. Sin ellos, la recolección de los datos que sostienen esta tesis no habría sido posible.

Quisiera agradecerle a Alfonso Pérez por su ayuda en la programación de la *Children's Gambling Task*.

A Graciela Muniz-Terrera y Álvaro Cabana, les agradezco profundamente la claridad y el apoyo que transformaron en transitable el arduo y desafiante camino de los modelos multinivel.

La estancia en la Universitat Jaume I fue un capítulo especial en mi formación doctoral. A Mamen Pastor y Miguel Escrib les debo el amor con el que me recibieron durante mi paso por Castellón. Más allá de los aprendizajes, atesoro las largas noches compartidas.

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad de la República (Udelar) y al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), que me brindaron el espacio académico en el que me formé tanto en grado como en posgrado. La educación pública es, y siempre será, mi segundo hogar. También agradezco a la Comisión Académica de Posgrado (CAP) y a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por el apoyo financiero que, a través de becas y fondos, hizo posible culminar este proceso.

A mis amigxs y compañerxs del Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPsi), del Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje (CICEA) y del Instituto de Fundamentos y Métodos en Psicología (IFMP), les agradezco por mostrarme, una y otra vez, que la ciencia es una labor profundamente colectiva.

A mis padres y hermanxs, les debo la curiosidad y la libertad, en el más amplio de los sentidos.

A mis amigxs, con quienes sigo compartiendo la dicha de crecer: *hasta la victoria siempre.*

Resumen

Se ha observado que las personas de entornos socioeconómicos desfavorecidos tienden a exhibir estrategias de toma de decisiones centradas en el presente, a diferencia de las de entornos más privilegiados, que suelen adoptar estrategias orientadas al futuro. Aunque esta preferencia por el presente ha sido interpretada tradicionalmente como un déficit, desde una perspectiva evolucionista podría considerarse como una adaptación.

El objetivo de esta tesis fue analizar la relación entre el nivel socioeconómico (NSE) y las estrategias de toma de decisiones afectiva —toma de decisiones sobre eventos que tienen consecuencias emocionalmente significativas (es decir, recompensas y/o pérdidas significativas)— en niños, así como determinar si la naturaleza de esta relación favorece la adaptación a sus entornos ecológicos, de acuerdo con la teoría evolucionista de la historia de vida. Para ello, se administró la tarea de juego (CGT, del inglés *Children's Gambling Task*) a 227 niños (49% niñas, 48% de hogares de bajo NSE) de entre 5 y 7 años de edad. Se observó un efecto significativo del NSE en el rendimiento en la CGT, con los niños de hogares de NSE medio/alto

obteniendo más puntos que los de NSE bajo. Esta diferencia se explica por la preferencia del grupo de NSE medio/alto por el mazo que ofrece recompensas a largo plazo. En contraste, los niños de hogares de NSE bajo no adoptaron una estrategia orientada al futuro.

Paralelamente, se investigó si las diferencias en el desempeño en la tarea, asociadas al NSE, podrían atribuirse a (i) variaciones en la influencia de la inteligencia fluida y el nivel de conocimiento explícito sobre las contingencias de recompensa y pérdida, y (ii) diferencias en la manifestación de respuestas cardíacas anticipatorias (con base en la hipótesis del marcador somático [HMS]) y a los resultados obtenidos. La inteligencia fluida no mostró relación con el rendimiento en la CGT. En cuanto a la comprensión de las contingencias asociadas a cada mazo, si bien los niños de ambos grupos de NSE mostraron niveles similares de conocimiento sobre los mazos, solo los niños de familias de NSE medio/alto adoptaron un enfoque de toma de decisiones orientado al futuro. Esto indica que los niños de contextos de NSE bajo siguieron optando por decisiones arriesgadas, aun comprendiendo las consecuencias.

En términos de actividad autonómica, los marcadores somáticos no se manifestaron claramente. Sin embargo, se observaron patrones cardíacos contrastantes en respuesta a recompensas y castigos (NSE medio/alto: respuestas desaceleratorias; NSE bajo: respuestas aceleratorias). También se observaron patrones cardíacos opuestos en la relación entre la actividad cardíaca anticipatoria hacia el mazo desventajoso y la adquisición de conocimiento explícito: en niños de hogares de NSE medio/alto, una mayor probabilidad de demostrar conocimiento consciente sobre las contingencias se asoció con desaceleraciones cardíacas, mientras que en los niños de entornos de bajo NSE, una comprensión explícita se vinculó positivamente con aceleraciones de la frecuencia cardíaca.

Las diferencias observadas en la toma de decisiones no parecen atribuibles a déficits en procesos cognitivos y/o afectivos subyacentes. De

De manera especulativa, consideramos que los datos podrían indicar que estas diferencias resultan de la adopción temprana de estrategias de historia de vida ajustadas a los contextos socioeconómicos de los niños. El patrón de toma de decisiones en el grupo de NSE medio/alto se alinea con la hipótesis de que los comportamientos orientados al futuro son adaptativos en entornos seguros y predecibles. Esto es consistente con una estrategia de historia de vida “lenta”, caracterizada por una inversión prolongada en crecimiento y mantenimiento somático, y una maduración sexual y reproducción tardías. En contraste, la preferencia del grupo de NSE bajo por resultados inmediatos puede interpretarse como una respuesta contextualmente funcional a un ambiente de hostilidad e incertidumbre. Esto es indicativo de una estrategia de historia de vida “rápida”, la cual implica una maduración sexual y reproducción temprana, y un enfoque en maximizar las oportunidades de apareamiento (incluyendo más comportamientos de riesgo asociados), típicos de ambientes donde la supervivencia puede estar comprometida. Esta interpretación se ve respaldada por la evidencia fisiológica, que parece reflejar una calibración temprana del sistema de respuesta al estrés en respuesta a las condiciones socioeconómicas de origen de los niños. Como punto final, y de relevancia para la HMS, nuestros resultados indican que las respuestas autonómicas anticipatorias podrían preceder y asistir a los procesos de razonamiento lógico, los cuales son esenciales para la adquisición de conocimiento explícito en el marco de la tarea de juego.

En síntesis, nuestros hallazgos apuntan a que la interpretación de las estrategias de toma de decisiones debería seguir una racionalidad ecológica, en lugar de una económica. Esto subraya la necesidad de abogar por un enfoque ecológico en el estudio del desarrollo cognitivo que, al reconocer la naturaleza adaptativa del desarrollo, trascienda el enfoque tradicional deficitario, centrado exclusivamente en la disfunción.

Abstract

Individuals from lower socioeconomic backgrounds have been observed to adopt more present-focused decision-making strategies, unlike those from higher socioeconomic backgrounds who tend to adopt more future-focused strategies. While this preference for the present has traditionally been interpreted as a deficit, it may be considered an adaptation from an evolutionary perspective.

This thesis aimed to analyze the association between socioeconomic status (SES) and affective decision-making strategies —or decision-making about events that have emotionally significant consequences (i.e., meaningful rewards and/or losses)— among children, as well as to determine if the nature of this relation promotes the children's adaptation to their ecological environments, in line with the evolutionary life history theory. To this end, the Children's Gambling Task (CGT) was administered to 227 children (49% girls, 48% from low SES) aged between 5 and 7 years. A significant effect of SES on performance in the CGT was observed, with children from middle/high SES scoring higher than those from low SES. This

difference is explained by the preference of the middle/high SES group for the deck that offers long-term rewards. In contrast, children from low SES did not adopt a future-oriented strategy.

Concurrently, it was investigated whether performance differences associated with SES could be attributed to (i) variations in the influence of fluid intelligence and the level of explicit knowledge about the reward and loss contingencies, and (ii) differences in the expression of anticipatory cardiac responses (based on the somatic marker hypothesis [SMH]) and outcomes. Fluid intelligence showed no correlation with performance in the CGT. As for understanding the contingencies associated with each deck, children from both SES groups exhibited similar knowledge levels. However, only middle/high SES children exhibited a future-oriented decision-making pattern. This indicates that children from low-SES backgrounds continued to opt for risky decisions, even while understanding the consequences. In terms of autonomic activity, somatic markers were not clearly manifested. However, contrasting cardiac patterns were observed in response to rewards and punishments (middle/high-SES: cardiac deceleration; low-SES: cardiac acceleration). Opposite cardiac patterns were also observed in the association between anticipatory cardiac activity toward the disadvantageous deck and the acquisition of explicit knowledge: in children from middle/high-SES, a higher likelihood of demonstrating conscious knowledge about the contingencies was associated with anticipatory cardiac decelerations, while in children from low-SES backgrounds, explicit understanding was positively linked with anticipatory accelerations of heart rate.

The observed differences in decision-making do not seem to be attributable to deficits in underlying cognitive or affective processes. Speculatively, the data might suggest that these differences arise from the early adoption of life history strategies tailored to the children's socioeconomic contexts. The decision-making pattern in the middle/high-SES group aligns with the hypothesis that future-oriented

behaviors are adaptive in safe and predictable environments. This aligns with a “slow” life history strategy, characterized by extended investment in somatic growth and maintenance, and delayed sexual maturation and reproduction. Conversely, the low-SES group's preference for immediate outcomes can be interpreted as a contextually functional response to an environment marked by hostility and uncertainty. This indicates a “fast” life history strategy, entailing early sexual maturation and reproduction, with a focus on maximizing mating opportunities—including associated riskier behaviors—typical in environments where survival is uncertain. This interpretation is supported by physiological evidence, which seems to reflect an early calibration of the stress response system to the socioeconomic conditions experienced by the children. Importantly, and relevant to the SMH, our findings indicate that anticipatory autonomic responses might precede and facilitate logical reasoning processes, which are essential for acquiring explicit knowledge within the context of the gaming task.

In summary, our findings suggest that the interpretation of decision-making strategies should follow an ecological rationality, rather than an economic one. This underscores the need to advocate for an ecological approach in the study of cognitive development which, by recognizing the adaptive nature of development, transcends the traditional deficit-focused approach, centered exclusively on dysfunction.

Abreviaciones

ACM	<i>Adaptive Calibration Model</i>
CAN	<i>Central Autonomic Network</i>
CGT	<i>Children's Gambling Task</i>
CPFVM	Corteza prefrontal ventromedial
ECG	Electrocardiografía
ERPs	<i>Event related potentials</i>
FC	Frecuencia cardíaca
FE	Funciones ejecutivas
IBI	<i>Interbeat interval</i>
IBI-CF	<i>Interbeat interval concurrent to the presentation of the feedback</i>
IBI-CR	<i>Interbeat interval concurrent to the response</i>
IBI-FF	<i>Interbeat interval following the presentation of the feedback</i>
IBI-PR	<i>Interbeat interval preceding the response</i>
IGT	<i>Iowa Gambling Task</i>
INSE	Índice de nivel socioeconómico

LHT	<i>Life History Theory</i>
NSC	Nivel de contexto sociocultural
NSE	Nivel socioeconómico
CPF	Corteza prefrontal
SCRs	<i>Skin conductance responses</i>
SMH	<i>Somatic Marker Hypothesis</i>
SNA	Sistema Nervioso Autónomo
SNP	Sistema Nervioso Parasimpático
SNS	Sistema Nervioso Simpático
SRE	Sistema de respuesta al estrés
TONI	<i>Test Of Nonverbal Intelligence</i>
WEIRD	<i>Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic</i>

1

Antecedentes

Descripción general

Aproximadamente 1 de cada 5 niños y niñas en Uruguay vive en la pobreza (Instituto Nacional de Estadística, 2022). Está bien establecido que enfrentar privaciones severas durante el desarrollo puede tener efectos profundos en múltiples dimensiones de la salud y la autorregulación cognitiva y emocional (Bradley & Corwyn, 2002; Evans & Kantrowitz, 2002; Yoshikawa et al., 2012). Décadas de investigación han puesto de manifiesto que las personas que crecen en la pobreza tienden a exhibir desempeños descendidos en una diversidad de tareas que evalúan distintas dimensiones de la cognición, como el funcionamiento ejecutivo (Abo Hamza et al., 2024; Farah, 2017; Farah et al., 2006; Johnson et al., 2016; Lawson et al., 2018; Noble et al., 2005, 2007). La investigación actual se orienta cada vez más hacia el análisis de cómo los resultados observados se vinculan con modificaciones en el sistema nervioso en desarrollo. El abordaje que ha predominado en la documentación y explicación de las consecuencias de la adversidad temprana en el desarrollo cognitivo ha estado marcado por la centralidad de las nociones de disfunción, desregulación y desadaptación, hecho que ha consolidado a los modelos y pensamiento deficitarios. El cuerpo de evidencia construido desde esta perspectiva constituye en la actualidad un acervo

valioso para el desarrollo de políticas públicas e intervenciones. No obstante, la hegemonía del pensamiento deficitario está siendo desafiada por estudios recientes basados en la teoría evolucionista del desarrollo. Estos estudios sugieren que las personas que crecen en condiciones de adversidad social y económica no están únicamente en riesgo de exhibir déficits; también pueden expresar adaptaciones cognitivas que son ecológicamente relevantes para los contextos en los cuales los individuos se desenvuelven. La integración de la teoría evolucionista en la ciencia del desarrollo ofrece un enfoque novedoso para analizar la relación entre pobreza y desarrollo, capaz de complementar los bien documentados efectos nocivos del estrés en el desarrollo, que no representan la totalidad del panorama (Ellis et al., 2022; Frankenhuis & de Weerth, 2013).

El argumento de que las estrategias regulatorias enfocadas en el futuro contribuyen al ajuste social se encuentra fuertemente enraizado en la literatura psicológica y es constitutivo de los modelos autorregulatorios deficitarios. Dentro de esta tradición de investigación, es común encontrar expresiones que poseen connotaciones negativas para describir una preferencia por las estrategias orientadas al presente (por ejemplo, "miopía para el futuro"; Farah & Hook, 2017; Jachimowicz et al., 2017; Zhao & Tamm, 2018), hecho que ha tendido a fortalecer una visión del desarrollo en contextos de pobreza basada en el déficit. Sin embargo, desde la perspectiva evolucionista del desarrollo se ha sugerido que los comportamientos orientados al presente serían adaptativos en condiciones de pobreza (Ellis et al., 2017; Frankenhuis et al., 2016). Dicha hipótesis ha estimulado nuevas líneas de investigación centradas en documentar cómo la adversidad por pobreza puede favorecer eventuales estrategias o disposiciones que dan forma a una cognición orientada al presente. Con el objetivo de expandir la evidencia acumulada en esta línea, esta tesis examina la asociación entre el nivel socioeconómico (NSE) —como condición de privación— y las estrategias de toma de decisiones afectiva —toma de decisiones sobre eventos que tienen

consecuencias emocionalmente significativas (es decir, recompensas y/o pérdidas significativas)— en la primera infancia, para determinar si su asociación, en consonancia con la perspectiva evolucionista, beneficia la adaptación de los niños¹ a sus entornos ecológicos. Para hacerlo, en primer lugar se revisan las perspectivas contemporáneas desde las cuales se ha abordado el desarrollo en contextos adversos por pobreza. Esto incluye el tradicional modelo deficitario y la perspectiva evolucionista del desarrollo. Adicionalmente, se proporciona una mirada evolucionista a la perspectiva temporal y su vínculo con la toma de decisiones en contextos que involucran estímulos emocionales. Seguidamente, se considera el vínculo entre una forma específica de adversidad —los entornos de bajo NSE— y las estrategias de toma de decisiones. En particular, la tesis se centra en la contribución específica de componentes cognitivos y afectivos en el proceso de toma de decisiones. Partiendo de este marco, se evalúa cómo las estrategias de toma de decisiones se ven afectadas por la exposición temprana a diferentes entornos socioeconómicos valiéndose de un paradigma experimental ampliamente utilizado.

La presente tesis, estructurada por compendio de publicaciones, incluye dos artículos publicados en inglés en revistas internacionales arbitradas, reflejo de un esfuerzo por dialogar con la comunidad científica internacional y por insertar nuestros hallazgos en el debate global. Sin embargo, es importante destacar que, más allá de estos artículos, el cuerpo principal de la tesis se encuentra en español. Es posible que los lectores y las lectoras encuentren que ciertos apartados de la tesis están descritos tanto en los artículos en inglés como en el texto principal en español. Esta redundancia obedece al propósito de facilitar el acceso al conocimiento generado para quienes prefieren o requieren el español para su comprensión.

¹En este documento, el término "niños" se emplea para referirse tanto a niños como a niñas. Sin embargo, en ocasiones se especificará "niños y niñas" con el objetivo de reforzar la inclusión. Esta elección se realiza para facilitar la lectura.

Desarrollo cognitivo en ambientes adversos

El modelo deficitario

El marco conceptual predominante que se ha propuesto para explicar los efectos de las experiencias tempranas adversas en el desarrollo cognitivo se ha construido en torno a la noción de déficit. Son diversas las teorías que han dado forma al denominado modelo deficitario, entre las cuales destacan la teoría del riesgo acumulativo (Evans et al., 2013; Evans & Kim, 2007), la teoría del estrés tóxico (Shonkoff et al., 2012), la teoría de la carga alostática (Lupien et al., 2015) y el modelo dimensional de la adversidad (McLaughlin et al., 2014). Todas ellas comparten la asunción de que la exposición crónica al estrés ambiental perjudica el desarrollo de la anatomía y fisiología del cerebro, comprometiendo el desarrollo *óptimo* de la cognición. De hecho, numerosos estudios han demostrado que la pobreza infantil puede tener efectos perjudiciales en el desarrollo cognitivo (Duncan et al., 2007; Farah et al., 2006; Lawson et al., 2018; Noble et al., 2005; Ursache & Noble, 2016) y emocional (Gianaros et al., 2008; Kim et al., 2013), lo que puede contribuir a

una perpetuación de las desigualdades en términos de ingresos, logro académico y salud. En particular, la pobreza ha sido asociada con bajo desempeño en múltiples tareas cognitivas, incluyendo medidas de cociente intelectual, lenguaje y funcionamiento ejecutivo (Blair et al., 2011; Duncan et al., 2017; Evans & Schamberg, 2009; Lawson et al., 2018; Lipina et al., 2013; Nin et al., 2022; Ursache & Noble, 2016).

Entender las formas que puede asumir la adversidad en contextos de pobreza ha sido fundamental en la búsqueda para mitigar sus bien documentados efectos negativos sobre el desarrollo infantil. En esta línea, resulta relevante señalar que la investigación desde el modelo deficitario ha proporcionado apoyo a la implementación de una miríada de políticas sociales dirigidas a reducir los riesgos de la adversidad temprana. Numerosos países cuentan con políticas y programas orientados a disminuir la pobreza y la desigualdad, a mejorar la educación, la salud y el bienestar de la población, y a brindar apoyo a las familias y comunidades que atraviesan situaciones adversas. En el marco del modelo de intervención uruguayo, se incluyen diversos programas destinados a la infancia. Entre ellos, se destacan los programas de reducción de la pobreza (por ejemplo, el Plan de Equidad, las Asignaciones Familiares y la Tarjeta Uruguay Social), así como los programas de apoyo a padres y a la educación temprana (por ejemplo, el Plan CAIF y Uruguay Crece Contigo). Adicionalmente, es posible identificar programas que se enfocan en potenciar habilidades cognitivas específicas, tales como proyectos incluidos en el Plan Ceibal que buscan estimular la alfabetización y habilidades aritméticas, así como plataformas digitales con actividades gamificadas dirigidas a estimular el desarrollo de las FE (Nin et al., 2019; Nin et al., 2023).

Pese a los avances que ha incentivado en materia de políticas sociales, la acumulación de evidencia desde el paradigma deficitario —que respalda la asociación entre la adversidad por pobreza y el riesgo de presentar patrones de desarrollo cognitivo *alterados*— ha profundizado sesgos metodológicos y

reforzado supuestos erróneos sobre el desarrollo en contextos de pobreza. El modelo deficitario parte de la premisa de que los niños que crecen en ambientes que les brindan apoyo y recursos son los que tienden a desarrollarse de manera típica y a alcanzar resultados óptimos. De esta manera, se establece previamente a este grupo como la referencia para el desarrollo considerado normal. Esta mirada ha sido históricamente respaldada por una tradición de investigación nutrida por muestras de clase media y europeo-americanas (Lerner, 2018), que ha posicionado a estos individuos como poseedores de los atributos que los hacen saludables. Como consecuencia de lo anterior, con el transcurso del tiempo, aquellos resultados del desarrollo considerados deseables en términos de salud y bienestar (asociados principalmente con individuos de sociedades WEIRD [del inglés, *Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic*]; Henrich et al., 2010b) han tendido también a considerarse adaptativos. Esto ha propiciado un razonamiento equivocado en el contexto del paradigma deficitario: aquellas características que exhiben otros grupos sociales son consideradas desadaptativas o disfuncionales por no encontrarse alineadas al estándar normativo, incluso si confieren ventajas o beneficios a los individuos en los contextos en los que se desenvuelven. Pablo Martinis (2014) critica esta práctica al señalar que, al efectuar comparaciones guiadas por una norma considerada ideal, “la diferencia es construida como anormalidad” (p. 29). En efecto, en la última década, han surgido voces críticas que cuestionan la tendencia generalizadora y universalista de los hallazgos de investigaciones psicológicas, los cuales frecuentemente se sustentan en muestras compuestas principalmente por estudiantes universitarios del norte global. De nuevo, estos cuestionamientos han surgido con base en que la población WEIRD en la cual se han llevado a cabo la mayoría de los estudios carece de representatividad, ya que podría ser considerada “psicológicamente atípica” (Henrich et al., 2010a).

Otra limitación crítica de los modelos orientados al déficit se relaciona con lo anterior. Al asumir que los entornos caracterizados por elevados niveles de estrés son únicamente responsables del déficit y la desadaptación, éstos han sesgado la formulación de hipótesis en una única dirección, obturando la exploración de la capacidad de adaptación de la cognición en respuesta a las experiencias proporcionadas por estos entornos. En efecto, estos modelos no proporcionan una teoría para relacionar los potencialmente diversos procesos de adaptación cognitiva con formas específicas de adversidad temprana. Se afirma, en consecuencia, que tenemos un conocimiento más detallado sobre las vulnerabilidades de las personas que han enfrentado situaciones adversas durante el desarrollo temprano, en comparación con nuestro conocimiento acerca de sus fortalezas, habilidades y/o disposiciones contextualmente funcionales (Ellis et al., 2020). Dicho de otro modo, pese a que los hallazgos que han estructurado la mirada deficitaria son valiosos y han respaldado intervenciones exitosas, “*they may not be the whole story*” [éstos no constituyen toda la historia] (Frankenhuis & de Weerth, 2013, p. 408).

Marco evolucionista del desarrollo: hacia una visión ecológica de la cognición adaptada al estrés

Una asunción crítica de la perspectiva evolucionista del desarrollo es que los entornos caracterizados por niveles de estrés elevados no tienen necesariamente un efecto negativo generalizado en la cognición. Sin negar la emergencia de déficits por exposición a adversidades durante el desarrollo, desde este paradigma se postula que la cognición de las personas que crecen en circunstancias adversas se adapta durante el desarrollo a las condiciones ambientales locales. La distinción entre el paradigma deficitario y el evolucionista es relevante porque el último sugiere que los entornos adversos

pueden tener efectos positivos contexto-dependientes específicos en ciertos tipos de funcionamiento cognitivo (Ellis et al., 2017; Frankenhuys & de Weerth, 2013).

Consideremos, por ejemplo, entornos normativos como el escolar, donde se espera que los niños enfoquen su atención en las actividades de clase por períodos extensos, ignorando estímulos que no guardan relación con la tarea en curso. Niños y niñas con experiencias en las que las estrategias adaptativas de atención incluyen estímulos relevantes e irrelevantes, podrían encontrar dificultades para adaptarse a los requerimientos del contexto normativo escolar. Esta consideración puede ser ilustrada a través de dos estudios que evaluaron cómo el NSE modula la capacidad de atención selectiva en niños a través de tareas que requerían atender estímulos auditivos específicos mientras se ignoraban otros distractores. Mediante el estudio de la actividad electrofisiológica cerebral por medio de potenciales relacionados a eventos (ERPs, del inglés *event related potentials*), los trabajos realizados por D'Angiulli et al. (2008) y Stevens et al. (2009) revelaron diferencias en los ERPs en función del NSE. Específicamente, se evidenció que los niños de hogares de NSE bajo exhibían patrones de respuesta electrofisiológica que sugerían una menor eficacia en el filtrado de estímulos irrelevantes en comparación con sus pares de NSE alto. Este resultado podría interpretarse de dos maneras: como un déficit en la atención selectiva —que es como lo interpretaron inicialmente sus autores— o como una adaptación cognitiva a entornos que son más peligrosos e impredecibles.

Un elemento central que distingue a la mirada deficitaria predominante de la evolucionista es la concepción que tienen ambas del constructo *adaptación*. Como se mencionó anteriormente, desde la perspectiva deficitaria del desarrollo se tienden a concebir como adaptativos aquellos comportamientos que favorecen el bienestar general y la inclusión social. En cambio, el marco evolucionista del desarrollo se basa en la

definición proveniente de la biología evolutiva. Una adaptación, desde una perspectiva evolucionista, se refiere a una característica heredable que aumenta la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en su entorno debido a su eficacia en la promoción de la aptitud biológica (Williams, 2018). Cabe notar que estas concepciones de adaptación son independientes entre sí: un comportamiento considerado socialmente *deseable* no necesariamente aumenta la posibilidad de sobrevivir y tener éxito reproductivo, y un comportamiento que incrementa la aptitud biológica puede no estar en armonía con lo socialmente deseable. Siguiendo el ejemplo anterior, se ha sugerido que los ambientes hostiles e inciertos favorecen la expresión de un cambio cognitivo hacia un modo hipervigilante (Blair & Raver, 2012; Del Giudice et al., 2011). Aunque la hipervigilancia se ha considerado tradicionalmente como un rasgo patológico o desadaptativo desde una perspectiva de salud mental, de acuerdo a la perspectiva evolucionista ésta puede resultar beneficiosa en aquellos contextos donde los peligros y las amenazas son más frecuentes, aún considerando sus eventuales costos para la salud y el desarrollo.

En el campo de la biología evolutiva existe consenso en cuanto a que es muy poco probable que evolucione una estrategia óptima única para la supervivencia y reproducción de una especie (Ellis & Del Giudice, 2014). La razón por la cual es inusual identificar estrategias exitosas universales en las especies es que los factores ambientales (por ejemplo, físicos, económicos y sociales) varían, lo que hace que lo que funciona bien en un ambiente puede no funcionar en otro. En cambio, las presiones de selección tienden a favorecer la capacidad de una especie para adaptarse a diferentes condiciones mediante la *plasticidad fenotípica*. La plasticidad fenotípica es la capacidad de un organismo para cambiar en respuesta a estímulos o *inputs* del medio ambiente (Jorgensen & Fath, 2008). Esta plasticidad permite que se puedan desarrollar una variedad de fenotipos (por ejemplo, características físicas, fisiológicas, comportamentales) a partir de un solo genotipo, en

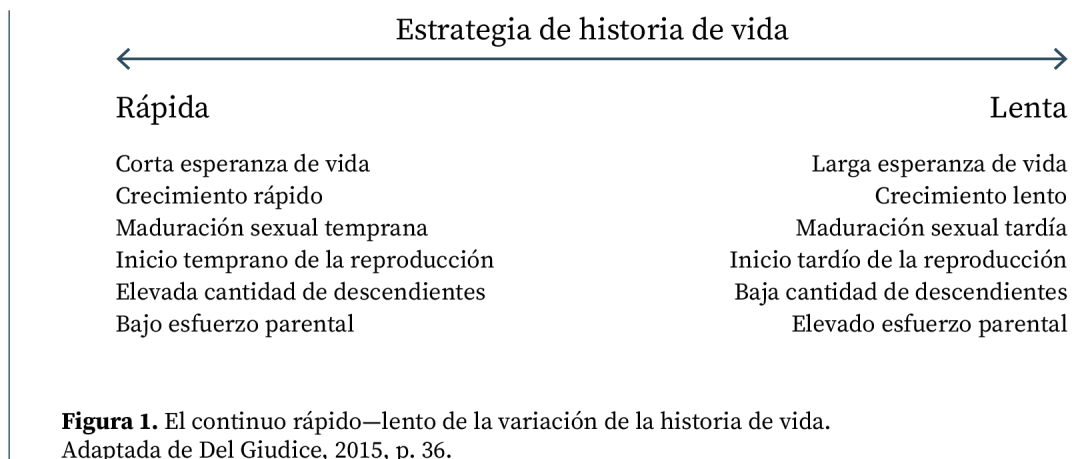
respuesta a las señales ambientales que actúan en el desarrollo temprano. El hecho de que no exista una relación uno a uno entre el genotipo y el fenotipo se considera una ventaja evolutiva. Estos mecanismos de plasticidad están fuertemente conservados, y hay un gran cuerpo de literatura que sustenta su papel adaptativo (West-Eberhard, 2003). Una manifestación particular de la plasticidad fenotípica es la que se da cuando la exposición temprana a determinadas condiciones ecológicas conduce a cambios —en la estructura o función de un tejido, órgano o sistema biológico— que afectan la trayectoria del desarrollo de un organismo y pueden tener consecuencias duraderas (Kuzawa & Quinn, 2009). Este proceso se denomina *plasticidad del desarrollo*. Debe notarse que la plasticidad del desarrollo no se entiende como un proceso aleatorio, sino como un proceso que se produce a través de interacciones estructuradas entre el organismo y su entorno, las cuales han sido teóricamente moldeadas por la selección natural a lo largo de la historia evolutiva de la especie (Boyce & Ellis, 2005). Desde una perspectiva evolucionista, la plasticidad del desarrollo representa un mecanismo esencial para la adaptación de los organismos a ambientes adversos. La racionalidad detrás de esta premisa es que, en vista de que el *Homo sapiens* ha experimentado entornos hostiles e impredecibles durante su historia evolutiva, es lógico pensar que haya desarrollado adaptaciones específicas (por ejemplo, cognitivas o fisiológicas) para enfrentar estos entornos estresantes. Por lo tanto, y en oposición a la mirada deficitaria, la exposición a entornos de crianza marcados por el estrés no conduce necesariamente a la disfunción y/o desregulación, sino que canaliza el desarrollo del organismo hacia esquemas de funcionamiento óptimos para la supervivencia en esos contextos. La plasticidad durante el desarrollo es concebida como un proceso esencialmente proyectado hacia el futuro debido a su capacidad de preparar al organismo para enfrentar eficientemente los ambientes y desafíos que probablemente encontrará en etapas subsiguientes de la vida.

Teoría de la historia de vida

Una teoría que ha ganado notoriedad en las últimas décadas en la explicación de los patrones coordinados de plasticidad del desarrollo es la teoría de la historia de vida (LHT, del inglés *Life History Theory*) (Ellis et al., 2009). La LHT se basa en la premisa de que todos los organismos poseen limitaciones estructurales y de recursos, y aborda cómo estos recursos son distribuidos entre las diversas actividades que comprenden el ciclo de vida (por ejemplo, el desarrollo físico y cognitivo, la reproducción, la crianza). Debido a que todas estas actividades son importantes para la adaptación al ambiente y el éxito reproductivo, dedicar tiempo y energía a una actividad implica sacrificar recursos para otras, lo que genera mecanismos de compensación o *trade-offs* entre los diferentes componentes. En términos resumidos, las decisiones fundamentales que gobiernan las estrategias de historia de vida pueden ser sintetizadas como los trade-offs entre la reproducción inmediata y la reproducción futura, así como entre la cantidad y la calidad de la descendencia (Ellis et al., 2009).

Cada trade-off entre diferentes actividades en el ciclo de vida de un organismo implica una decisión sobre cómo asignar los recursos disponibles. Cada una de estas decisiones, además, influye en las siguientes, en una cadena continua a lo largo de la vida del organismo. La forma en que cada organismo resuelve los trade-offs de la historia de vida es indicativa de su *estrategia de historia de vida*. Un supuesto fundamental en la LHT es que los rasgos relacionados con la historia de vida de un organismo se distribuyen a lo largo de un continuo que va desde una *estrategia de vida lenta* hasta una *estrategia de vida rápida* (Figura 1). Brevemente, aquellos organismos que adoptan estrategias de historia de vida lentas invierten mayores recursos en el crecimiento y mantenimiento somático, lo que se traduce en una madurez sexual tardía y en la postergación de la reproducción hasta edades más avanzadas. Además, estos individuos suelen exhibir preferencias por mantener relaciones de pareja estables, una inversión mayor en la crianza de

la progenie, así como baja impulsividad y comportamientos de riesgo. Por el contrario, los organismos que siguen estrategias rápidas destinan más recursos a la reproducción, lo que se traduce en una maduración sexual y reproducción más temprana, un mayor foco en las oportunidades de apareamiento (incluyendo más comportamientos agresivos y de riesgo asociados; Ellis et al., 2009), mayor número de descendientes, menores tamaños corporales y elevadas tasas de mortalidad.



En la mayoría de los organismos, tanto los rasgos heredados genéticamente como las condiciones y experiencias del entorno tienen un papel importante en la regulación de las estrategias de historia de vida. En la LHT se distinguen tres dimensiones ambientales como reguladoras del desarrollo de estas estrategias: *disponibilidad de recursos*, *hostilidad/severidad ambiental* (con énfasis en la *morbilidad-mortalidad extrínseca*) e *incertidumbre/imprevisibilidad ambiental* (Ellis et al., 2009). De acuerdo con los fundamentos de esta teoría, la disponibilidad de recursos energéticos establece el punto de partida para numerosos procesos de desarrollo. En efecto, las condiciones energéticas constituirían el escenario de base sobre el cual otras condiciones ambientales (por ejemplo, morbilidad-mortalidad extrínseca e incertidumbre) ejercen la regulación sobre las estrategias de historias de vida de los individuos (Ellis et al., 2009). En términos básicos, la

escasez de energía hace que el individuo en desarrollo cambie hacia una estrategia de historia de vida más lenta. Esto conlleva a la asunción de un perfil definido por la conservación de energía, el cual abarca la ralentización del crecimiento y la maduración sexual, además de la postergación de la reproducción. Por el contrario, cuando los recursos bioenergéticos son suficientes para respaldar el crecimiento y el desarrollo, las señales de morbilidad-mortalidad extrínseca y la falta de previsibilidad ambiental tienden a favorecer estrategias más rápidas (Ellis & Del Giudice, 2019).

La hostilidad/severidad ambiental se refiere a la tasa a la cual factores externos causan discapacidad y muerte en una población (abarca todas las fuentes externas de morbilidad y mortalidad). La morbilidad-mortalidad extrínseca, por su parte, sólo abarca fuentes externas que son relativamente insensibles a las decisiones o estrategias del organismo (por ejemplo, el riesgo de morir por una bala perdida en medio de una disputa entre bandas criminales; Ellis et al., 2009). Cuando hay elevados niveles de morbilidad-mortalidad extrínseca en el ambiente los organismos tienden a desarrollar estrategias de vida rápidas (Ellis et al., 2017; Griskevicius et al., 2011). En este escenario, se potencia la eficacia biológica al favorecer la maduración sexual y la reproducción temprana en lugar del crecimiento. Esto, en última instancia, reduce el riesgo de mortalidad antes de la reproducción y, por lo tanto, aumenta las posibilidades de contribuir con éxito a la descendencia de la siguiente generación. Adicionalmente, elevados niveles de morbilidad-mortalidad extrínseca implican que los beneficios derivados de invertir en el cuidado parental disminuyen, lo que favorece una reducción de la inversión de los padres en los cuidados. La elevada morbilidad-mortalidad también incluye un trade-off que favorece la cantidad de descendencia sobre la calidad. Dicho de otra manera, a medida que un organismo produce más descendencia, aumentan las probabilidades de que algunos individuos sobrevivan hasta la adultez y alcancen las condiciones necesarias para reproducirse. Es importante destacar que el NSE

—comúnmente operacionalizado como una combinación de los logros educativos, nivel ocupacional e ingresos de los padres y/o cuidadores— se ha propuesto como un indicador de hostilidad ambiental (Ellis & Del Giudice, 2019). Esto se debe a que los contextos con un bajo NSE tienden a presentar niveles elevados de diversas formas de morbilidad y mortalidad (Chen et al., 2002).

Finalmente, la incertidumbre ambiental, que refiere a la variación impredecible de las condiciones ambientales a lo largo del tiempo y el espacio, también regula el desarrollo de las estrategias de historia de vida. Diferentes factores o situaciones de vida, como cambios de residencia frecuentes, cambios en la composición de los miembros del hogar o la falta de recursos estables, pueden incrementar la incertidumbre ambiental. La evidencia sugiere que los entornos impredecibles tienden a favorecer el desarrollo de estrategias de historia de vida rápidas, actuando así en la misma dirección que la hostilidad ambiental (Ellis et al., 2009).

Una mirada evolucionista a la perspectiva temporal

Una característica psicológica ampliamente reconocida en el análisis de los trade-offs en la LHT es la *perspectiva temporal* (Kruger et al., 2008). Ésta se refiere a la orientación de un individuo hacia el pasado, presente y futuro, la cual influye de manera significativa en la toma de decisiones en diversas áreas de la vida, tal como señalan Cosenza et al. (2023). Dentro de este marco, la orientación hacia el presente y hacia el futuro se destacan como dimensiones relevantes desde el marco de la historia de vida. La primera se define por una tendencia hacia la consecución de resultados inmediatos, mostrando un interés limitado en las consecuencias futuras. Por otro lado, la orientación hacia el futuro se distingue por una conducta enfocada en la obtención de metas y beneficios a largo plazo (Zimbardo & Boyd, 2015).

La noción de que la preferencia por una orientación hacia futuro contribuye al ajuste social está bien arraigada en la literatura psicológica. Por ejemplo, múltiples estudios en el campo del *autocontrol* y las *funciones ejecutivas* (FE), específicamente aquellos centrados en la *demora de la gratificación*, han sugerido que la capacidad para resistir la tentación de una

recompensa inmediata en pos de la obtención de una recompensa de mayor valor pero retrasada en el tiempo, predice resultados deseables en la vida, incluyendo el logro académico, la competencia socioemocional, y el bienestar (Casey et al., 2011; Moffitt et al., 2011). Dentro de estas tradiciones de investigación es común encontrar expresiones como "falta de visión a largo plazo", "miopía para el futuro" o "incapacidad para retrasar la gratificación" para describir una preferencia por lo inmediato (la preferencia por una recompensa inmediata en lugar de una recompensa futura más grande; Haushofer & Fehr, 2014; Jachimowicz et al., 2017; Mani et al., 2013). Esta tendencia ha contribuido con fortalecer una visión del desarrollo en ecologías de bajo NSE que se articula con —y además refuerza— los conceptos de déficit y desadaptación. El mayor foco en el presente por parte de individuos de entornos de bajo NSE se manifiesta en la falta de inversión en medidas preventivas de salud (Pepper & Nettle, 2014), tasas más elevadas de embarazo adolescente (Dickins et al., 2012), y una mayor probabilidad de abandono escolar (Winding & Andersen, 2015), entre otros comportamientos.

Por el contrario, la reciente integración de la LHT en la ciencia psicológica ofrece una alternativa conceptual complementaria para interpretar la relación entre las adversidades tempranas y la orientación temporal en poblaciones que viven en distintos entornos socioeconómicos. Como se mencionó, las estrategias de historia de vida hacen referencia principalmente a características vinculadas al crecimiento y la reproducción, tales como la maduración sexual, el inicio de la reproducción, la cantidad de parejas sexuales, entre otras. No obstante, en un sentido más amplio el continuo lento-rápido tiene un impacto profundo en la organización del comportamiento. Tal es así que se ha planteado que múltiples comportamientos descritos en personas que viven en la pobreza implican compensaciones entre el presente y el futuro (Pepper & Nettle, 2017). Por ejemplo, en el contexto de una estrategia de vida lenta, valorar el futuro y optar por esperar a recibir recompensas más valiosas puede tener

importantes beneficios. Dicho de otro modo, aquellos organismos que al habitar entornos más seguros se inclinan por la reproducción futura deben maximizar sus posibilidades de sobrevivir y permanecer sanos. La estrategia más efectiva para lograrlo implica una aversión al riesgo, es decir, evitar recompensas variables a favor de resultados más seguros. En el contexto de una estrategia de vida rápida, por el contrario, es posible que no se obtengan los beneficios de la espera. En otras palabras, una mayor incertidumbre ambiental y una baja expectativa de vida determinada por una elevada tasa de mortalidad, aumentan la incertidumbre en cuanto a las recompensas futuras y conlleva a costos más significativos por no utilizar los recursos en el corto plazo (Mell et al., 2021). En tales condiciones, las personas podrían beneficiarse al maximizar los beneficios a corto plazo (Del Giudice, 2015; Fawcett et al., 2012; Frankenhuis et al., 2016; Griskevicius et al., 2013). Consideremos el escenario descrito por Griskevicius y colaboradores (2011): una persona frente a un árbol frutal cuyos frutos no han madurado completamente. En esta situación, la persona se encuentra ante la disyuntiva de consumir la fruta menos madura y gratificante en ese momento, o bien, postergar su decisión y regresar más tarde por frutos completamente maduros. Mientras que aplazar la gratificación puede ser prudente en entornos estables y seguros, en ecosistemas impredecibles, esta espera podrá no ser conveniente. Si la persona decide abstenerse de recolectar los frutos de manera inmediata, no existe ninguna garantía de que los frutos estarán disponibles unos días después. Además, si la morbilidad-mortalidad extrínseca es alta, el riesgo de morir durante el período de espera es también una de las razones por las que es posible que nunca se alcance a recolectar el fruto. Por lo tanto, las estrategias regulatorias enfocadas en el presente pueden considerarse respuestas *ecológicamente racionales* (Tooby & Cosmides, 2015), en la medida que proveen soluciones apropiadas en contextos adversos. Psicológicamente, el foco en el presente puede estar asociada con la impulsividad, el oportunismo a corto plazo y las estrategias orientadas a

recompensas inmediatas por sobre las consecuencias a largo plazo (Fenneman & Frankenhuys, 2020). Pese a que estudios recientes con base en la perspectiva evolucionista han vinculado diversas formas de hostilidad e imprevisibilidad ambiental con comportamientos orientados al presente, incluyendo menores puntuaciones en inhibición (anulando respuestas dominantes) (Fields et al., 2021; Mittal et al., 2015), mejora en la resolución de problemas orientados a recompensas (Suor et al., 2017), mayor preferencia por recompensas inmediatas (Humphreys et al., 2015; Sturge-Apple et al., 2016) y decisiones financieras arriesgadas (Griskevicius et al., 2011), la investigación en el campo de la toma de decisiones afectiva continúa siendo escasa (Zelazo et al., 2010).

Toma de decisiones afectiva: la tarea de juego de Iowa

Los procesos cognitivos orientados al futuro demandados en contextos que generan una tensión entre la gratificación inmediata y las recompensas a largo plazo son considerados FE *calientes* (Zelazo et al., 2010; Zelazo & Carlson, 2012). Las FE calientes incluyen habilidades cognitivas afectivas, como la toma de decisiones afectiva o la habilidad para demorar la gratificación, que involucra eventos que poseen consecuencias emocionales (por ejemplo, ganancias o pérdidas significativas), e implica la integración de señales basadas en emociones con información proveniente de sistemas de procesamiento de orden superior. Tomar decisiones que generarán beneficios a largo plazo ha sido tradicionalmente considerada, desde el modelo deficitario, una habilidad autorregulatoria adaptativa que se desarrolla durante la infancia (Garon & Moore, 2004).

Un paradigma experimental que se utiliza ampliamente para evaluar la capacidad de las personas para optimizar sus ganancias netas a lo largo del tiempo, mientras enfrentan decisiones en situaciones complejas con consecuencias emocionales positivas y negativas, es la tarea de juego de Iowa

(IGT, del inglés *Iowa Gambling Task*; Bechara et al., 1994, 1997), junto con su variante para niños (CGT, del inglés *Children's Gambling Task*; Kerr & Zelazo, 2004). Específicamente, la IGT requiere que los participantes elijan cartas de forma continua de cuatro mazos diferentes, los cuales presentan ratios diferentes de recompensa y castigo. Dos de estos mazos son desventajosos a largo plazo, ya que brindan grandes recompensas iniciales pero también castigos más altos con el tiempo. En contraste, los otros dos mazos son ventajosos ya que brindan una recompensa inicial más baja, pero también menores pérdidas, lo que lleva a ganancias a largo plazo. Por lo tanto, la estrategia óptima para maximizar la ganancia total implica desarrollar una preferencia por las opciones más seguras, que generan beneficios a largo plazo. En cambio, una estrategia de toma de decisiones caracterizada por una preferencia hacia las opciones más arriesgadas y recompensas inmediatas refleja una aproximación que no maximiza la ganancia a largo plazo. Es fundamental mencionar que a los participantes no se les informa de antemano sobre el esquema de ganancias/pérdidas, sino que lo aprenden haciendo selecciones sucesivas y recibiendo retroalimentación (Bechara et al., 1994, 1997).

Desarrollo de la toma de decisiones afectiva en la primera infancia

Como se abordará en la siguiente sección, la investigación liderada por el grupo de Antonio Damasio ha mostrado cómo pacientes con daño en la corteza prefrontal ventromedial (CPFVM) tienden a no optar por los mazos que generan ganancias a largo plazo en la tarea de juego, lo que sugiere que esta área del cerebro es crucial para utilizar información emocional en la toma de decisiones. Sin embargo, es probable que otras regiones corticales y subcorticales también afecten el desempeño en tareas de toma de decisiones (Bechara et al., 2000). Dada la evidencia acumulada que indica que la corteza

prefrontal (CPF) todavía está madurando en niños y adolescentes (Casey et al., 2005; Gogtay et al., 2004; Kolk & Rakic, 2022), cabría esperar que sus habilidades para tomar decisiones estén también en desarrollo. En efecto, son numerosos los estudios que, utilizando la CGT (u otras variantes para niños de la IGT) y la IGT, han documentado que la habilidad para tomar decisiones orientadas al futuro en contextos afectivos se refina durante la infancia y la adolescencia (Crone et al., 2005; Crone & van der Molen, 2007; Gao et al., 2009; Garon & Moore, 2007b; Kerr & Zelazo, 2004). Los hallazgos indican que, a la edad de cinco años, los niños ya exhiben una capacidad emergente para integrar información sobre los mazos y realizar decisiones orientadas hacia el futuro (Bunch et al., 2007; Gao et al., 2009; Kerr & Zelazo, 2004; Mata et al., 2013; pero ver Garon & Moore, 2004).

Si bien estos estudios han proporcionado nuevas perspectivas críticas para comprender el desarrollo de la toma de decisiones afectiva, la amplia mayoría de ellos se ha llevado a cabo con muestras de sociedades WEIRD (es decir, niños y niñas de entornos de clase media y alta de países del norte global). Este punto resulta llamativo, ya que es bien sabido que las experiencias influyen significativamente la estructura y función del cerebro, especialmente durante las primeras dos décadas de vida (Oberman & Pascual-Leone, 2013). Esta plasticidad dependiente de la experiencia se ha observado en distintas regiones de la corteza, incluyendo la CPF (Merz et al., 2019; Noble et al., 2015; Ursache et al., 2016). A pesar de esto, es pertinente enfatizar, en el contexto de esta tesis, que la influencia de la adversidad temprana en el desarrollo de la toma de decisiones afectiva ha recibido relativamente poca atención. Este aspecto —que se desarrollará en una sección subsiguiente— es crucial, ya que estudiar la toma de decisiones y los procesos asociados en la primera infancia puede revelar factores de riesgo o vulnerabilidades que, según muestran diversos estudios (Casey et al., 2011; Moffitt et al., 2011), tienen efectos perdurables en etapas posteriores de la vida.

Hipótesis del Marcador Somático

Una teoría influyente en el estudio de cómo las emociones afectan la toma de decisiones es la hipótesis del marcador somático (HMS) de Antonio Damasio (1994). Según este investigador, en escenarios complejos donde la información acerca de las consecuencias de las opciones disponibles es limitada, las decisiones son guiadas por estados emocionales generados por procesos biorreguladores, denominados marcadores somáticos. La HMS sostiene que al elegir una opción y enfrentarse a un resultado, se generan marcadores somáticos a nivel periférico (por ejemplo, en las vísceras o los músculos); señales que son almacenadas como una representación de las consecuencias de esa elección. Se ha sugerido que los marcadores somáticos están representados y regulados en el circuito emocional del cerebro, particularmente en la CPFVM (Bechara et al., 1997; Damasio, 1994). Estas reacciones somáticas aprendidas pueden desencadenarse al volver a enfrentar el mismo estímulo u opción, actuando como señales anticipatorias que facilitan la predicción de las consecuencias asociadas con esa opción y, en consecuencia, la toma de decisiones. Desde el punto de vista adaptativo, esta anticipación puede funcionar como un sesgo de decisión, simplificando y reduciendo la complejidad e incertidumbre de las situaciones. Además, la HMS también propone que las respuestas emocionales somáticas pueden ser de dos tipos: negativas o positivas. Cuando se forma un marcador somático negativo, éste funciona como una *señal de alto* que sugiere que se debería evitar la elección. En contraste, cuando se desarrolla un marcador somático positivo hacia una opción, éste funciona como una *señal de avance* que sugiere que se debería proceder con la elección (Damasio, 1994).

El mayor soporte empírico para la HMS proviene del trabajo realizado por el laboratorio de Iowa. En una serie de estudios, Bechara y sus colegas (Bechara et al., 1994, 1996, 1997, 2000) evaluaron el desempeño en la IGT de pacientes con lesiones en la CPFVM. Para explorar las posibles causas del

deterioro en la toma de decisiones en estos pacientes, se registraron las respuestas de conductancia de la piel (SCRs, del inglés *Skin Conductance Responses*) mientras se administraba la IGT (Bechara et al., 1996, 1997). Los resultados indicaron que tanto los pacientes con lesión prefrontal ventromedial como los voluntarios sanos exhibieron SCRs después de recibir retroalimentación (recompensas y castigos). Sin embargo, a diferencia de los voluntarios sanos, quienes desarrollaron SCRs anticipatorias, especialmente antes de elegir opciones desventajosas, los pacientes con daño en la CPFVM mostraron una ausencia de estas señales autonómicas anticipatorias. Este hallazgo se asoció con la incapacidad de estos pacientes de tomar decisiones orientadas hacia el futuro. Los autores concluyeron que la CPFVM está involucrada en el desarrollo de los marcadores somáticos ligados a las diferentes posibilidades de elección, predisponiendo a los sujetos a ciertos comportamientos. De aquí se deriva que las lesiones en la CPFVM pueden causar una "miopía hacia el futuro", es decir, una dificultad para anticipar los resultados futuros (Bechara et al., 1994). Debe notarse que investigaciones posteriores que han testeado la HMS han tendido a demostrar que el desempeño de participantes sanos en la IGT está relacionado con el desarrollo de SCRs anticipatorias (Simonovic et al., 2019). Sin embargo, y de particular relevancia para esta tesis, es el hecho de que la evaluación de marcadores somáticos en niños se circunscribe únicamente a dos estudios (Crone & van der Molen, 2007; Lees et al., 2022). Dichas investigaciones no han identificado diferencias interindividuales significativas en relación con las respuestas autonómicas anticipatorias.

Origen de los marcadores somáticos: el rol de la experiencia

El ser humano, desde su nacimiento, está equipado con un complejo sistema neural esencial para la generación de estados somáticos frente a una serie específica de estímulos. Esta configuración neural es fundamental para el surgimiento de las emociones primarias. Dicha maquinaria no solo es

capaz de generar respuestas somáticas, sino que también muestra una predisposición innata hacia el procesamiento de señales específicas. En su obra “El error de Descartes”, Antonio Damasio (1994) argumenta que ni los animales ni los seres humanos poseen una programación innata que los predisponga a temer específicamente a osos o águilas. Sin embargo, plantea la posibilidad de que exista una configuración neural preestablecida para responder emocionalmente de manera preorganizada ante la percepción de ciertas características de estímulos en el mundo. Ejemplos de estas características incluyen el tamaño, como en el caso de animales de gran envergadura, o el tipo de movimiento, como se observa en reptiles. Dichas características podrían activar respuestas emocionales específicas, lo que indica que algunas emociones primarias podrían estar preprogramadas en nuestra maquinaria neural desde el nacimiento. Hallazgos en el campo de la psicología evolucionista respaldan esta hipótesis (Landova et al., 2020). Sin embargo, Damasio destaca que la mayoría de los marcadores somáticos utilizados en el proceso de toma de decisiones son, en gran medida, el resultado de la interacción del individuo con las circunstancias ambientales externas. Esta interacción abarca los factores que configuran el entorno físico y sociocultural en un sentido amplio, incluyendo los procesos de educación y socialización. De esta manera, en el marco de la HMS las experiencias y aprendizajes que se derivan de vivir en un entorno socioeconómico determinado juegan un papel significativo en la conformación de estos marcadores. Estos factores externos influirían en cómo el cerebro procesa y reacciona ante los estímulos, lo que a su vez contribuiría a la formación de patrones de respuesta emocional que resultarían adaptativos al contexto específico en el que se encuentra el individuo. Por ejemplo, y siguiendo una línea de razonamiento derivada de los postulados de la LHT, en un entorno de bajo NSE y/o caracterizado por una elevada hostilidad e incertidumbre ambiental, los individuos podrían desarrollar marcadores somáticos tendientes a favorecer las opciones

basadas en la gratificación inmediata o la supervivencia a corto plazo. Sin embargo, y según nuestros conocimientos, esta hipótesis todavía no ha sido testada empíricamente.

La frecuencia cardíaca como índice autonómico en el contexto de la Hipótesis del Marcador Somático

Las bases neurales de la HMS presentan una notoria superposición con la Red Autonómica Central (CAN, del inglés *Central Autonomic Network*), que involucra áreas cerebrales como la CPFVM, la corteza cingulada anterior, la ínsula, la amígdala, el hipotálamo, entre otras, las cuales son responsables de regular la actividad del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) (Benarroch, 1993). Esta alineación se profundiza aún más con el Modelo de Integración Neurovisceral (Thayer & Lane, 2009), que enfatiza el papel de la CPFVM en la coordinación de la respuesta corporal a los estímulos emocionales a través del SNA. Aunque la actividad eléctrica de la piel ha sido el indicador más utilizado para medir los marcadores somáticos en la toma de decisiones, la HMS postula que la CPFVM podría también tener múltiples efectores autonómicos como *outputs*, como se respalda en la literatura sobre la CAN (Thayer & Lane, 2009). Por lo tanto, existen diversas fuentes de señalización corporal que podrían ser medidas para detectar el desarrollo de marcadores somáticos, entre las que se encuentra la frecuencia cardíaca (FC). Estudios clásicos centrados en la orientación y atención han establecido que los estímulos afectivos novedosos provocan una respuesta de orientación indexada por la desaceleración cardíaca (para una revisión, véase Bradley, 2009). Además, se ha demostrado que la desaceleración de la FC se potencia durante la anticipación de eventos amenazantes, como un choque eléctrico inevitable (Somsen et al., 1983). Con base en esta evidencia y en el contexto de la IGT y tareas similares, se ha planteado la hipótesis de que la formación de una respuesta cardíaca anticipatoria desaceleratoria hacia los mazos riesgosos podría operar como una señal emocional. Esta señal asistiría a los

participantes en la anticipación del riesgo asociado con esas opciones. Un ejemplo ilustrativo se encuentra en el estudio de Crone et al. (2004), donde se observó que los participantes con mejor desempeño en una tarea análoga a la IGT (la *Hungry Donkey Task*) exhibieron una respuesta cardíaca desaceleratoria antes de seleccionar los mazos desventajosos en comparación con los ventajosos. Esta respuesta autónoma anticipatoria no se observó en aquellos individuos con un bajo desempeño en la tarea.

¿Decisiones guiadas por emociones? El potencial rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito

En su estudio, Bechara y sus colaboradores (1997) implementaron un cuestionario verbal para valorar el grado de conocimiento de los sujetos durante la ejecución de la IGT. Específicamente, pidieron a los participantes que informaran sobre su comprensión de la tarea después de las primeras 20 elecciones y después de cada bloque de 10 elecciones subsiguientes. Al analizar las respuestas, constataron que los voluntarios sanos transitaban por cuatro períodos de conciencia sobre las contingencias de la tarea. En el primer período, los participantes elegían cartas antes de experimentar consecuencias negativas (período de pre-castigo). En el segundo período, los participantes comenzaron a mostrar SCRs anticipatorias asociadas con los mazos, aunque sin conocimiento explícito del juego (período de pre-corazonada). En el tercer período, hacia la selección número 50, todos los sujetos del grupo control fueron capaces de identificar que algunos mazos eran más riesgosos que otros, aunque no pudieron justificar de manera explícita por qué tomaban tales decisiones (período de corazonada). Finalmente, en el cuarto período, aproximadamente en la elección número 80, los participantes reportaron un conocimiento más profundo del esquema de ganancia y pérdida de los mazos (período conceptual).

Resulta interesante notar que el cambio más significativo en la preferencia de los voluntarios sanos por mazos más seguros se observó en el período de pre-corazonada, antes de que los participantes desarrollaran un conocimiento explícito acerca de las dinámicas inherentes a la tarea. Bechara et al. (1997) propusieron que el conocimiento basado en las señales somáticas sobre las contingencias asociadas a los mazos fue fundamental en la modificación del patrón de selección. Esta afirmación se sustentó en dos observaciones. En primer lugar, los voluntarios sanos exhibieron actividad somática anticipatoria a un nivel emocional preconsciente, es decir, antes de alcanzar una comprensión explícita de cuál mazo conllevaba un mayor riesgo. En segundo lugar, los pacientes con lesiones prefrontales ventromediales, quienes no mostraron SCRs anticipatorias, tampoco exhibieron una preferencia por los mazos seguros. Esto sugiere que las respuestas anticipatorias habrían sido fundamentales para adoptar estrategias orientadas al futuro. Además, es relevante mencionar que los pacientes con daño cerebral tampoco alcanzaron a reportar una preferencia clara por uno de los mazos (período de corazonada), lo cual sugiere que el conocimiento basado en emociones también podría ser esencial para el desarrollo del conocimiento explícito sobre las contingencias de recompensa y pérdida. Al llegar a este punto, es pertinente señalar que en la presente tesis se abordará la evaluación del carácter predictor de los procesos basados en emociones sobre el conocimiento explícito de las contingencias asociadas a los mazos. Aunque este objetivo es secundario dentro del contexto general de la tesis, adquiere relevancia en el marco de las críticas dirigidas hacia la HMS, las cuales se explorarán a continuación.

El supuesto rol de los marcadores somáticos en la toma de decisiones ha sido fuertemente cuestionado. A pesar de que la evidencia del laboratorio de Iowa sugiere que los participantes pueden no estar plenamente conscientes del esquema de recompensas/castigos antes de expresar marcadores somáticos (Bechara et al., 1997), otros estudios indican que este

esquema en la tarea de Iowa podría ser cognitivamente más accesible de lo previamente considerado (Bowman et al., 2005; Maia & McClelland, 2004; Wagar & Dixon, 2006). En particular, Maia y McClelland (2004) replicaron el estudio de Bechara et al. (1997), sustituyendo las preguntas abiertas iniciales por un cuestionario más estructurado. Utilizando este instrumento más detallado, se observó que el conocimiento explícito sobre las características de los mazos emergió más temprano de lo previamente reportado y mostró una correlación positiva con el desempeño de los participantes. En concreto, si los participantes pueden acceder cognitivamente al esquema de ganancia/pérdida en las primeras etapas de la tarea, ello podría desafiar la noción de que la preferencia por las opciones seguras en la IGT está guiada en un primer momento por señales somáticas. Esto plantea dos posibles implicaciones: (1) el desarrollo de marcadores somáticos no sería un requisito para el desarrollo de la preferencia por las opciones seguras, o (2) la actividad autónoma anticipatoria podría ser simplemente una consecuencia del entendimiento explícito sobre las características de los mazos. En definitiva, Maia y McClelland (2004) sugieren que la IGT puede ser realizada mediante el acceso a conocimientos conscientes, afirmando que los marcadores somáticos no serían imprescindibles para el desarrollo de una estrategia exitosa.

Tomando en consideración que la IGT es una tarea compleja, existen múltiples procesos que podrían favorecer la adquisición de una comprensión explícita de las características de los mazos. En particular, es esencial comprender las probabilidades de ganancia o pérdida asociadas con cada elección a través de la retroalimentación (Li et al., 2017). En este contexto, la inteligencia fluida, que refleja habilidades de razonamiento que operan en una variedad de dominios, ha sido considerada como un factor potencialmente relevante para alcanzar un entendimiento explícito de las contingencias asociadas a los mazos (Toplak et al., 2010). Sin embargo, las investigaciones existentes sugieren que el rendimiento en la IGT y la

inteligencia parecen estar relativamente disociados, tanto en adultos (Toplak et al., 2010) como en niños (Crone & van der Molen, 2004; Lehto & Elorinne, 2003; Li et al., 2017; Mata et al., 2013).

Numerosos estudios han evaluado el papel del conocimiento explícito sobre las características de los mazos en el desempeño en la tarea de juego, tanto en adultos (Bechara et al., 1997; Guillaume et al., 2009; Maia & McClelland, 2004) como en niños (Andrews & Moussaumai, 2015; Garon et al., 2015; Garon & Moore, 2004, 2007b). Como se mencionó, el grado de conocimiento explícito sobre el juego se obtiene a partir de informes verbales de los participantes, quienes responden a cuestionarios aplicados durante o al finalizar la tarea. En la mayoría de estos estudios se ha reportado una asociación positiva entre el entendimiento explícito de las contingencias de recompensa y pérdida y el desempeño en las tareas de juego (incluyendo tanto a la CGT como la IGT). Esto indica que el conocimiento de los resultados asociados a cada mazo juega un papel importante en el desarrollo del comportamiento orientado al futuro (Andrews & Moussaumai, 2015; Bechara et al., 1997; Garon et al., 2015; Garon & Moore, 2007b; Guillaume et al., 2009; Maia & McClelland, 2004).

Influencia del nivel socioeconómico en el desarrollo de la toma de decisiones afectiva

La evidencia disponible en la literatura sobre la influencia del NSE en etapas tempranas del desarrollo en los diversos sistemas neurocognitivos arroja resultados inconsistentes. Es interesante notar que la pobreza ha sido asociada con bajo desempeño en tareas que evalúan FE *frías* (Blair et al., 2011; Evans & Schamberg, 2009; Lawson et al., 2018), las cuales requieren un considerable despliegue de lógica y análisis crítico (Poon, 2018), y generalmente implican un control consciente de pensamientos y acciones en situaciones sin estímulos emocionales. No obstante, en lo que respecta a la

presente tesis, varios estudios que examinaron los componentes de las FE calientes en niños de diferentes entornos socioeconómicos, empleando tareas de procesamiento de recompensas dependientes de la CPFVM, no hallaron diferencias significativas (Farah et al., 2006; Noble et al., 2005, 2007). Martha Farah y sus colegas (2006) han especulado con que la pobreza podría afectar en distinto grado a los diversos sistemas neurocognitivos. Esta hipótesis se sustenta en evidencia que indica que la CPFVM exhibe una maduración más temprana en comparación con otras regiones prefrontales (Fuster, 2002) y que, por ende, podría ser menos sensible a la experiencia infantil (Farah et al., 2006). Cabe destacar que estos estudios emplearon paradigmas diferentes de toma de decisiones, como el paradigma de demora de la gratificación.

Hasta donde sabemos, el trabajo llevado a cabo por Mata et al. (2013) representa el único estudio que ha evaluado la toma de decisiones afectiva en niños de 3 a 5 años de diferentes entornos socioeconómicos, empleando la CGT. Tal y como fue propuesta por Kerr y Zelazo (2004), la CGT consta de un total de 50 ensayos, divididos en cinco bloques de 10 ensayos cada uno. Mata y sus colegas no observaron un efecto principal del NSE en el desempeño global de los niños en la tarea, aunque sí constataron un efecto del NSE en el último bloque. En concreto, los niños de NSE alto mostraron una preferencia por el mazo ventajoso en el último bloque, en contraste con sus pares de NSE bajo. Esto fue interpretado por los autores como un indicio de una menor capacidad de los niños de hogares de bajo NSE para ajustar su desempeño a lo largo de la tarea, tomando en consideración la información relativa a los resultados obtenidos (Mata et al., 2013). Es importante señalar que, independientemente del NSE, el desempeño de los niños de 3 años no difirió del azar, lo que es consistente con los resultados de un estudio previo (Kerr & Zelazo, 2004). Se ha argumentado que a los 3 años, los niños pueden no haber desarrollado las habilidades necesarias para tener un buen rendimiento en la CGT (Kerr & Zelazo, 2004). Por lo tanto, la inclusión de niños de tan corta

edad podría haber obstaculizado la detección del efecto principal del NSE en el desempeño. Además, Mata et al. (2013) evaluaron el conocimiento explícito de los niños sobre las contingencias de recompensa y pérdida al final de la tarea. Encontraron que la proporción de niños de alto NSE que alcanzaron un nivel explícito de conocimiento sobre la tarea fue mayor que la de los niños que alcanzaron ese mismo nivel de comprensión en el grupo de bajo NSE. Es interesante destacar que, aunque no se evaluó estadísticamente, la principal diferencia en el nivel de conciencia según el NSE pareció haber estado en el grupo de 3 años. Entre los niños de 4 y 5 años, el nivel de conciencia no pareció diferir, lo cual es llamativo considerando que estos grupos de edad contribuyeron más a la interacción observada entre bloque y NSE. Esto sugiere diferencias potenciales en cómo se utiliza el conocimiento explícito para la toma de decisiones según el NSE. En otras palabras, a lo largo de la tarea, los niños de entornos socioeconómicos bajos podrían haber seguido tomando decisiones riesgosas a pesar de haber comprendido las contingencias asociadas a cada uno de los mazos. Sin embargo, Mata et al. (2013) no evaluaron la asociación entre la conciencia y el desempeño.

Finalmente, es importante señalar que, hasta el momento, no se ha realizado ningún estudio que examine la formación de marcadores somáticos durante la realización de la tarea de juego en una muestra de individuos procedentes de entornos de NSE bajo.

Definición del problema, hipótesis de trabajo y objetivos

Se ha observado que las personas provenientes de entornos de bajo NSE tienden a adoptar estrategias de toma de decisiones centradas en el presente, mientras que aquellas provenientes de contextos socioeconómicos más privilegiados suelen mostrar una inclinación hacia estrategias orientadas al futuro. La orientación hacia el presente, asociada tradicionalmente con resultados negativos a lo largo de la vida (Casey et al., 2011; Moffitt et al., 2011), ha sido interpretada frecuentemente como un déficit y/o desadaptación (Haushofer & Fehr, 2014; Jachimowicz et al., 2017; Mani et al., 2013). Sin embargo, según la LHT, las estrategias centradas en el presente podrían ser contextualmente adecuadas para individuos en ecologías de bajo NSE. De modo que, en la actualidad, persiste una tensión en cuanto a si la orientación al presente en personas de contextos de bajo NSE sin trastornos refleja la emergencia de déficits o de adaptaciones durante el desarrollo.

Por otro lado, el desarrollo temprano de la orientación temporal en el ámbito de la toma de decisiones afectiva es un área poco explorada, especialmente en individuos de diferentes entornos socioeconómicos. Hasta la fecha, el estudio de Mata et al. (2013) es el único que ha investigado la relación entre el NSE y la toma de decisiones afectiva en niños utilizando la CGT. Es por ello que resulta de suma importancia examinar en mayor profundidad si existe una asociación temprana entre el NSE y la toma de decisiones afectiva, y si la dirección de esta asociación puede reflejar una adaptación de los niños a sus condiciones ambientales. A esto se añade la ausencia de estudios previos que hayan explorado la formación de marcadores somáticos en individuos de diferentes contextos socioeconómicos durante la tarea de juego, lo cual es llamativo considerando que se ha propuesto que las características de estas señales emocionales estarían influenciadas por la experiencia.

Finalmente, el vínculo entre las respuestas autonómicas anticipatorias y la adquisición del conocimiento explícito sobre las características de los mazos de la tarea de juego es un tema que continúa suscitando un debate considerable en el contexto de la HMS (Dunn et al., 2006; Guillaume et al., 2009; Maia & McClelland, 2004).

Hipótesis de trabajo

Basándonos en los antecedentes expuestos, este estudio se fundamenta en las siguientes hipótesis de trabajo:

Las estrategias de toma de decisiones afectiva varían en función del contexto socioeconómico en el que los niños crecen, y lo hacen en formas que benefician la adaptación a esos contextos. Además, anticipamos que las disparidades en el desempeño en la CGT, en relación con el NSE, no son atribuibles a deficiencias en la formación de marcadores somáticos en

ningún grupo, ni a variaciones en el nivel de conocimiento explícito de las contingencias de recompensa y pérdida de la tarea adquirido por los niños. Por último, anticipamos que las respuestas autonómicas anticipatorias serán predictoras del nivel de conocimiento explícito de los niños acerca de los mazos de la CGT.

Objetivos

Objetivo general

La presente tesis tuvo como objetivo analizar la relación entre el NSE y las estrategias de toma de decisiones afectiva en niños y niñas de 5 a 7 años de edad.

Objetivos específicos

1. Determinar si la asociación entre el NSE y las estrategias de toma de decisiones afectiva contribuye a la adaptación de los niños y niñas a su entorno ambiental, en línea con la LHT.
2. Investigar el rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito de las contingencias de recompensa y castigo en la toma de decisiones afectiva de niños de diferentes entornos socioeconómicos.
 - 2.1. Explorar el rol de la inteligencia fluida en el desempeño en la tarea de juego.
 - 2.2. Indagar si existen diferencias en el nivel de conocimiento explícito de las contingencias de recompensa y pérdida de la tarea adquirido por los niños en función de su NSE.
 - 2.3. Analizar si el conocimiento explícito sobre las contingencias de recompensa y pérdida se utiliza de manera diferente en la toma de decisiones afectiva según el NSE de los niños.

3. Investigar el papel de las respuestas cardíacas asociadas a los mazos en la toma de decisiones afectiva de niños de diferente NSE.

3.1. Examinar cómo varía la frecuencia cardíaca antes de tomar decisiones arriesgadas y seguras, en participantes de diferente NSE con desempeños malos, moderados y buenos.

3.2. Analizar los patrones de respuesta cardíaca a los resultados obtenidos asociados con los mazos en niños de diferente NSE que exhibieron desempeños malos, moderados y buenos.

4. Evaluar si las respuestas cardíacas anticipatorias hacia los mazos predicen la adquisición del conocimiento explícito de las contingencias de ganancia y pérdida en la tarea, y determinar si esta relación varía de acuerdo al NSE de los niños.

2

Metodología

Muestreo y diseño

En esta sección se realiza una descripción general del abordaje metodológico empleado en los artículos que componen esta tesis. Una descripción más detallada de los materiales y métodos utilizados en cada experimento se encuentra en el cuerpo de cada trabajo de los capítulos III y IV.

Participantes

La muestra del Artículo 1 estuvo compuesta por 227 niños (112 niñas) con edades comprendidas entre 5 y 7 años ($M = 75.28$ meses; $SD = 6.93$). De ellos, 119 niños (52%) procedían de hogares de NSE medio/alto, mientras que 108 (48%) pertenecían a hogares de NSE bajo, según el Índice de Nivel Socioeconómico (INSE) descrito posteriormente en esta sección. La Tabla 1 del Artículo 1 proporciona información sobre las características demográficas y socioeconómicas de los grupos de NSE bajo y medio/alto. Por otro lado, en la muestra del Artículo 2 se incluyeron 112 niños (59 niñas) de la muestra inicial del Artículo 1, a quienes se les registró la actividad cardíaca durante la realización de la CGT. Las edades estuvieron comprendidas entre

los 5 y 6 años ($M = 69.96$ meses, $SD = 3.84$). Cincuenta y cuatro niños (48.2%) provenían de hogares categorizados como de NSE medio/alto y 58 (51.8%) como de NSE bajo.

Los participantes fueron reclutados en nueve escuelas públicas urbanas de Montevideo, Uruguay. En Uruguay, las escuelas se clasifican según una variable continua, el Nivel de Contexto Sociocultural (NCS), establecida por la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP). El NCS es un índice compuesto que se construye a partir de diversas medidas que evalúan las dimensiones sociales, culturales y económicas de la población escolar general (por ejemplo, el NSE de dicha población y la educación materna de cada estudiante; ANEP, 2016). Aunque la puntuación del NCS de cada escuela no está disponible públicamente, es posible acceder a la distribución de las escuelas por quintiles según el NCS. Las escuelas ubicadas en el quintil más bajo atienden a la población más pobre y suelen estar ubicadas en barrios vulnerables, mientras que las escuelas en el quintil más alto atienden principalmente a niños de hogares ubicados en barrios urbanos más adinerados. Para asegurar la inclusión de niños en los extremos del gradiente sociocultural, se reclutaron participantes de escuelas ubicadas tanto en el primer quintil como en el quinto quintil de la distribución del NCS.

Procedimiento

La recolección de datos abarcó cuatro componentes principales: los procedimientos de obtención de consentimiento informado y asentimiento, las evaluaciones cognitivas y fisiológicas, un cuestionario socioeconómico y una sesión de información posterior. Los padres o cuidadores proporcionaron consentimiento informado por escrito y los niños otorgaron su asentimiento de manera verbal. El Comité de Ética de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República otorgó la aprobación ética (Número de Protocolo: 191175), asegurando la conformidad de todos los

métodos con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 2014 (World Medical Association, 2014). La recolección de datos se realizó en dos etapas: desde octubre hasta diciembre de 2018, y desde abril hasta diciembre de 2019.



Figura 2. Espacio acondicionado para la aplicación de la *Children's Gambling Task* en una de las escuelas.

Cada niño fue evaluado individualmente en un aula escolar acondicionada para garantizar la tranquilidad (la Figura 2 muestra el espacio de evaluación preparado en una de las escuelas). Previo al inicio de la sesión experimental, se acompañó al participante a una mesa de premios, donde se le alentó a seleccionar el premio que intentaría obtener en el juego. Después de la colocación de los electrodos, se otorgó un período de aclimatación de cinco minutos, en el cual se solicitó a los niños mantenerse en reposo y relajados. A continuación, se inició la CGT y se procedió al registro psicofisiológico. La aplicación de la tarea tuvo una duración promedio de

entre 25 y 35 minutos. Los padres o tutores completaron el cuestionario a partir del cual se relevó el INSE a través de entrevistas telefónicas.

Medidas

Nivel Socioeconómico

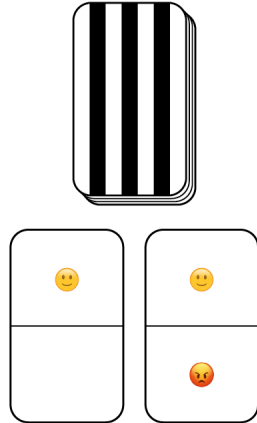
Se aplicó un cuestionario a los padres para obtener el INSE (Perera & Cazulo, 2016) de cada familia. Este cuestionario consta de 12 ítems que abordan diversos factores sociodemográficos y socioeconómicos, como la composición familiar, el tipo de cobertura de salud (pública o privada) de los miembros de la familia, el número de personas generadoras de ingresos en el hogar, el nivel educativo del jefe de familia y el lugar de residencia. El cuestionario se puntúa en una escala que varía de 0 a 100 y permite clasificar los hogares en tres categorías económicas: Alta (51-100), Media (32-50) y Baja (0-31) (Perera & Cazulo, 2016). En el contexto de este estudio, es importante mencionar que la mayoría de los niños provenientes de estratos socioeconómicos más altos suelen asistir a escuelas privadas. Debido a que nuestra muestra estuvo compuesta por niños que asistían a escuelas públicas, solo contamos con 10 participantes pertenecientes a la categoría de alta clase económica. Por lo tanto, se crearon dos grupos de NSE a partir de los tres niveles socioeconómicos establecidos: bajo y medio/alto. Los puntajes obtenidos en el cuestionario INSE se encuentran detallados en la Tabla 1 del Artículo 1.

Children's Gambling Task

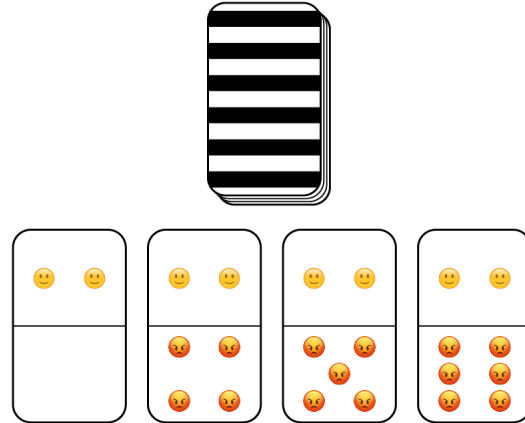
Se desarrolló una versión computarizada de la CGT, basada en el estudio pionero de Kerr y Zelazo (2004), utilizando el software PsychoPy (Peirce, 2007). En esta versión, se presentaron a los participantes dos mazos de cartas. Cada uno de estos mazos contenía cartas que, al ser elegidas, añadían o restaban puntos a la cuenta del participante, funcionando como recompensas o castigos, respectivamente. La tarea consistió en un total de 60 elecciones de cartas, organizadas en cinco bloques de 12 ensayos cada uno. Uno de los mazos se distinguía por un diseño de rayas verticales en blanco y negro en su reverso, mientras que el otro mazo presentaba rayas horizontales. El anverso de cada carta se dividía en dos secciones: la superior mostraba ganancias representadas por caras amarillas sonrientes, y la inferior, pérdidas ilustradas por caras rojas enojadas (Figura 3A). A largo plazo, uno de los mazos resultaba ser desventajoso y el otro ventajoso, en función de la secuencia específica de ganancias y pérdidas. En el mazo ventajoso, la selección de una carta generalmente resultaba en una ganancia de un punto (tipo de retroalimentación: recompensa ventajosa), aunque ocasionalmente se presentaba una pérdida inesperada de un punto (tipo de retroalimentación: castigo ventajoso). Por otro lado, en el mazo desventajoso, cada carta seleccionada proporcionaba dos puntos de ganancia (tipo de retroalimentación: recompensa desventajoso), pero las pérdidas asociadas eran de 0, 4, 5 o 6 puntos (tipo de retroalimentación: castigo desventajoso). La secuencia de las cartas en cada mazo siguió el esquema establecido por Kerr y Zelazo (2004) (Figura 3B).

A.

Mazo ventajoso



Mazo desventajoso



B.

No. de ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mazo desventajoso	0	0	-4	0	-6	0	-4	0	-5	-6	0	-6	0	-5	-4	0	-6	-4	0	0
Mazo ventajoso	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1

No. de ensayo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Mazo desventajoso	0	-6	0	-6	0	-4	-5	-4	0	0	-6	-4	-5	0	0	0	-4	-6	0	0
Mazo ventajoso	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	-1	-1

No. de ensayo	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Mazo desventajoso	0	0	-4	0	-6	0	-4	0	-5	-6	0	-6	0	-5	-4	0	-6	-4	0	0
Mazo ventajoso	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1

Figura 3. Descripción de la *Children's Gambling Task*.

A. Esquema de los mazos ventajoso y desventajoso.

B. Secuencia de pérdidas en la tarea para cada uno de los mazos.

Nota. El mazo desventajoso concede sistemáticamente 2 puntos de ganancia por carta, en contraposición al mazo ventajoso, que otorga 1 punto de ganancia por carta.

En la CGT, el objetivo para los niños era maximizar sus ganancias. Se les explicó que, acumulando suficientes puntos, podrían canjearlos por premios atractivos, como un lanzador de burbujas, un tablero de dibujo magnético o un *spinner*. Sin embargo, una menor cantidad de puntos limitaba la elección a premios menos deseables, como un lápiz o una goma de borrar. Este método se diseñó con base en un estudio previo (Wilson et al., 2009)

para asegurar que los niños pudieran identificar al menos un premio lo suficientemente atractivo como para motivarlos a obtener la mayor cantidad de puntos posible. La tarea comenzaba con seis ensayos de prueba, que se iniciaban después de que el niño seleccionara su premio preferido de la mesa de premios. Durante esta fase, el experimentador sacaba tres cartas de cada mazo, informando al niño sobre los puntos ganados tras cada elección, los cuales se mostraban en el monitor. Después de estos ensayos de demostración, los niños recibían un cantidad inicial de 15 puntos (caras sonrientes). Los 60 ensayos siguieron un procedimiento similar (en la Figura 4 se ilustra la secuencia de un ensayo). Al concluir la tarea, se introducía una fase de bonificación para los niños que habían obtenido pocos puntos, en la que podían elegir una de tres cartas, cada una con la posibilidad de contener un premio representado por caras felices. Independientemente de su elección, cada niño recibía un bono de 15 caras felices de la carta seleccionada, garantizando así que todos los participantes pudieran obtener el premio de su preferencia.

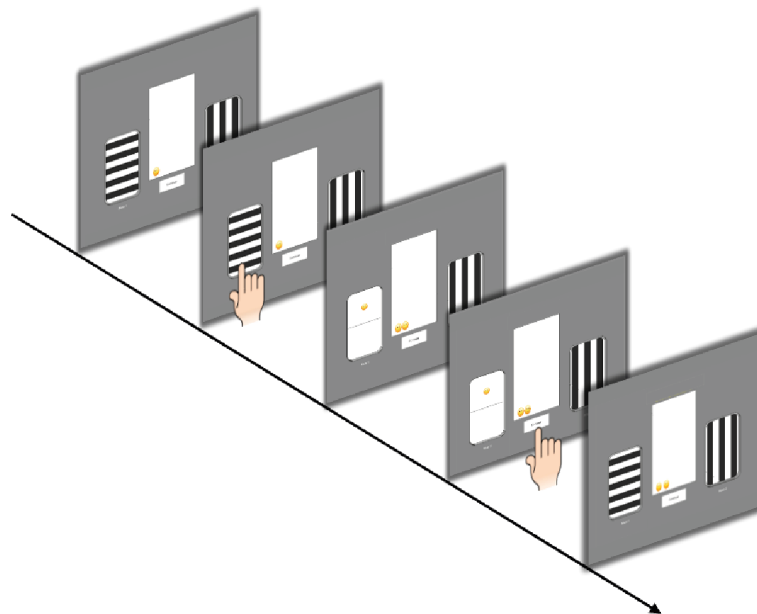


Figura 4. Esquema de la secuencia de un ensayo de la *Children's Gambling Task*.

Prueba de conciencia o conocimiento explícito

Inmediatamente después de finalizar la tarea, se administraron cuatro preguntas a los niños con el fin de explorar su nivel de conciencia respecto a las contingencias de los mazos, asignándose un punto por cada respuesta correcta (Garon & Moore, 2004). Por ende, la puntuación total de conciencia osciló entre 0 y 4. Las dos primeras preguntas se centraron en el mazo ventajoso. El experimentador les planteó a los niños: "Ahora que hemos terminado de jugar, ¿cuál de los mazos era mejor?". Posteriormente, se les preguntó: "¿Por qué pensás que este mazo era el mejor?". Si los niños seleccionaron inicialmente el mazo ventajoso o seguro en la primera pregunta, se les otorgó un punto. Asimismo, si lograron responder la segunda pregunta indicando que la proporción de caras felices era mayor en el mazo ventajoso, se les concedió un segundo punto. Las dos últimas preguntas se plantearon de manera similar, pero en relación al mazo desventajoso. A los niños se les consultó: "¿Cuál de los mazos era peor?", y luego "¿Por qué pensás que este mazo era peor?". Una vez más, si los niños seleccionaron inicialmente el mazo desventajoso o riesgoso, se les otorgó un punto. Si además fueron capaces de indicar por qué consideraban que este mazo era el menos favorable, se les otorgó otro punto. Seguidamente, se dividió a los participantes en dos grupos de conciencia o conocimiento explícito. El grupo de Nivel de Conciencia 1 estuvo compuesto por aquellos niños que obtuvieron una puntuación de 0 a 1 en la prueba de conciencia, lo cual indicaba la ausencia de conocimiento explícito sobre cuál mazo era mejor o peor, así como los motivos. Los niños asignados al grupo de Nivel de Conciencia 2 obtuvieron una puntuación de 2 a 4 en la prueba de conciencia, lo que reflejaba un grado mínimo y suficiente de comprensión para discernir cuál mazo era más beneficioso.

Prueba de inteligencia no verbal

Se administró una versión computarizada de la prueba de inteligencia no verbal (TONI, del inglés *Test Of Nonverbal Intelligence*; Brown, 2003) para evaluar las habilidades cognitivas no verbales (inteligencia fluida) de los participantes. En la tarea, se presentan a los niños secuencias de figuras abstractas, debiendo elegir la imagen que completa cada rompecabezas. La dificultad de los patrones incrementa progresivamente. En este estudio, la cantidad total de rompecabezas resueltos correctamente constituyó la variable de resultado. Existen informes sobre las propiedades psicométricas del TONI, incluyendo su fiabilidad de test-retest y validez de constructo (Brown, 2003; Ritter et al., 2011). No se aplicó el TONI a 10 niños que no asistieron a la escuela durante los días de evaluación.

Adquisición y reducción de datos psicofisiológicos

Para el registro electrocardiográfico (ECG) se empleó un sistema Powerlab controlado por el software LabChart (ADI Instruments Ltd). La señal de ECG se registró a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz mediante la derivación II, utilizando tres electrodos de Ag/AgCl (diámetro de 6 mm) rellenos con pasta electrolítica. Para el análisis de la FC, se comenzó identificando los intervalos R-R, que corresponden al período entre latidos cardíacos, en la señal ECG cruda. Este proceso se realizó utilizando la *toolbox* ECGLAB para MATLAB (De Carvalho et al., 2002). Posteriormente, se efectuó una inspección visual detallada de los resultados obtenidos por el algoritmo de detección de picos. Durante esta revisión, se corrigieron manualmente los picos que se hubieran omitido o los artefactos que se marcaron de forma errónea. Siguiendo el método descrito por Crone et al. (2004), se calculó la respuesta cardíaca anticipatoria restando el intervalo entre latidos (IBI, del inglés *interbeat interval*) que precede a la respuesta (IBI-PR, del inglés *preceding the response*) del IBI que se produce simultáneamente con la respuesta (en el momento en que ocurre la respuesta; IBI-CR, del inglés

concurrent to the response). Las diferencias positivas en este cálculo indican una desaceleración cardíaca, mientras que los valores negativos señalan una aceleración cardíaca. Para evaluar la respuesta cardíaca a los resultados, como recompensas y castigos, se restó el IBI que coincide con la presentación de la retroalimentación (IBI-CF, del inglés *concurrent to the presentation of the feedback*) del IBI que sigue a esta presentación (IBI-FF, del inglés *following the presentation of the feedback*) (Crone & van der Molen, 2007).

Análisis estadístico

Para poner a prueba las hipótesis planteadas en la presente tesis se realizaron regresiones lineales (utilizando la función *lme* del paquete *nlme* [Pinheiro et al., 2013]) y regresiones logísticas (utilizando la función *glmer* del paquete *lme4* [Bates et al., 2015]) de efectos mixtos en la plataforma de programación R (R Core Team, 2013). Estos modelos son una extensión de los modelos lineales y logísticos tradicionales que tienen en cuenta la estructura jerárquica o multinivel de los datos. Esta metodología permite capturar de manera efectiva las complejidades inherentes de los datos, al tener en cuenta tanto las relaciones entre las variables de interés como la dependencia entre las observaciones dentro de cada individuo. El análisis fue llevado a cabo siguiendo una serie de pasos sucesivos que incrementaron la complejidad de los modelos. Con el objetivo de desarrollar el modelo más parsimonioso, se llevó a cabo un análisis para determinar si agregar mayor complejidad al modelo mejoraba el ajuste del mismo más allá de los términos ya existentes. Por consiguiente, en cada paso, se comparó el ajuste del modelo utilizando los índices AIC y BIC, y se evaluó el cambio en el $-2\log\text{-likelihood}$ para tomar decisiones acerca de la inclusión de términos específicos. Una descripción detallada de todos los procesos de construcción de modelos y análisis estadísticos se encuentra en los artículos 1 y 2, donde se describen cada uno de los análisis realizados. Dependiendo de si se utilizó una regresión lineal o

logística multinivel, se utilizaron diferentes tipos de contrastes para investigar las interacciones. Además, se llevaron a cabo ANOVAs, regresiones logísticas tradicionales y pruebas de chi-cuadrado.

3

Diferencias
socioeconómicas en la
toma de decisiones: el
rol de la inteligencia
fluida y el conocimiento
explícito en la tarea de
juego

Experimento I:

Diferencias socioeconómicas en la toma de decisiones

El Experimento I se diseñó para investigar la posible variación en la toma de decisiones afectiva de niños y niñas en función de su NSE, y determinar si estas diferencias potenciales contribuyen a su adaptación al entorno ambiental, conforme a la LHT (objetivo específico 1). Hipotetizamos que los niños de hogares de NSE medio/alto tenderían a preferir el mazo ventajoso (comportamiento orientado al futuro, consistente con una estrategia de historia de vida lenta), especialmente en los últimos bloques, mientras que sus pares de NSE bajo tenderían a exhibir niveles relativamente elevados y estables de estrategias de búsqueda de riesgo (comportamiento orientado al presente, consistente con una estrategia de historia de vida rápida).

Experimento II:

El rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito

El Experimento II tuvo como objetivo evaluar el rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito sobre las contingencias de recompensa y pérdida en la tarea (objetivo específico 2). De forma detallada, investigamos la contribución de la inteligencia fluida al desempeño en la CGT (objetivo específico 2.1), las diferencias en el grado de conocimiento explícito adquirido por los niños acerca de estas contingencias, según su NSE (objetivo específico 2.2), y examinamos si el uso de este conocimiento en la toma de decisiones afectiva variaba entre los grupos (objetivo específico 2.3). No esperábamos que la inteligencia fluida tuviera una contribución significativa al rendimiento en la CGT, suponiendo que las diferencias en la toma de decisiones según el NSE no se deben esencialmente a variaciones en capacidades de razonamiento abstracto. En una línea similar, no esperábamos encontrar diferencias en la prueba de conciencia de las contingencias entre los grupos de NSE bajo y medio/alto. Sin embargo, sí preveíamos una aplicación diferencial de este conocimiento en la CGT.

Específicamente, hipotetizamos que un mayor nivel de conocimiento explícito se asociaría con una toma de decisiones orientada al futuro en el grupo de NSE medio/alto. Sin embargo, no esperábamos que un mejor entendimiento de las contingencias del mazo se tradujera en una preferencia por el mazo más seguro en el grupo de niños de contextos de NSE bajo.

Los hallazgos de los experimentos I y II condujeron a la publicación del Artículo 1:

Delgado, H., Aldecosea, C., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., Nin, V., Lipina, S., & Carboni, A. (2022). Socioeconomic status differences in children 's affective decision-making: The role of awareness in the Children's Gambling Task. *Developmental Psychology*, 58(9), 1716-1729.

Socioeconomic Status Differences in Children's Affective Decision-Making: The Role of Awareness in the Children's Gambling Task

Hernán Delgado^{1, 2}, Carina Aldecosea¹, Ñeranei Menéndez¹, Richard Rodríguez¹, Verónica Nin^{1, 2}, Sebastián Lipina^{3, 4}, and Alejandra Carboni^{1, 2}

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

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

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

⁴ Unidad de Neurobiología Aplicada, Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas "Norberto Quirno"

Future-oriented decision-making is an important adaptive behavior. In the present study, we examined whether decision-making varies as a function of socioeconomic status (SES) using the Children's Gambling task (CGT). We administered the CGT to 227 children (49% female, 48% low SES) between the ages of 5 and 7 years. After completing the CGT, we assessed children's knowledge of the reward/loss contingencies. Data analysis was conducted through multilevel modeling. Fluid intelligence, as measured by the Test of Nonverbal Intelligence, was included as a covariate in the analysis. Overall performance differed between SES groups. Children from middle/high-SES backgrounds learned to choose more from the deck with higher future reward. In contrast, children in the low-SES group did not act in a full future-oriented manner. No differences were found in the level of explicit understanding of the task reached by the two SES groups. Whereas middle/high-SES children with higher knowledge of the game performed better on the last blocks of the task in comparison with their same-SES peers with no understanding, low-SES children with higher explicit knowledge did not exhibit an improvement in their decision-making strategy in comparison with their same-SES low-awareness counterparts. Fluid intelligence did not predict CGT performance, suggesting that SES differences were not mediated by reasoning capabilities. The finding that children from low-SES families continued exhibiting an immediate reward-oriented strategy despite being aware of deck contingencies fits with (although speculatively) the evolutionary-developmental framework.

Keywords: children's gambling task, decision-making, evolutionary psychology, life-history theory, socioeconomic status

Supplemental materials: <https://doi.org/10.1037/dev0001382.supp>

Making decisions that will bring long-term benefits is considered an adaptive self-regulatory skill that develops during childhood (Garon & Moore, 2004). Often considered "affective decision-making" this ability is commonly categorized as a "hot" executive function, involving the integration of emotion and cognition (Zelazo et al., 2010). The notion that future-focused regulatory strategies contribute to social adjustment is well-established

in the psychological literature. For example, multiple studies in the field of self-control and executive function—specifically those focused on delayed gratification—have shown that individual differences in the ability to regulate behavior and delay reward during early stages of development predict important and desirable life outcomes, including academic achievement, socioemotional competence, wealth, and health (Casey et al., 2011; Moffitt et al.,

Hernán Delgado  <https://orcid.org/0000-0002-5738-1516>
Carina Aldecosea  <https://orcid.org/0000-0003-1310-6675>
Ñeranei Menéndez  <https://orcid.org/0000-0003-4835-7036>
Richard Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0002-0144-4768>
Verónica Nin  <https://orcid.org/0000-0003-3162-1582>
Sebastián Lipina  <https://orcid.org/0000-0001-5939-4073>
Alejandra Carboni  <https://orcid.org/0000-0003-4009-1122>

The anonymous data set (with proportion scores) has been published on Figshare (<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.15078204.v3>). The raw data that support the findings of this study and the R script will be available from the corresponding author on reasonable request. This study was not preregistered.

We have no conflicts of interests to disclose. We are grateful to the families and teachers who participated in this research. We thank Alfonso Pérez for his assistance in programming the Children's Gambling Task and Sofía Stanley, Marta Murdoch, and Jorgelina Cabrera for their assistance with data collection. Álvaro Cabana and Graciela Muniz Terrera provided constructive feedback on data analysis. This study was supported by Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), PEDECIBA, and by the fellowships from CAP (Comisión Académica de Posgrados, Uruguay) to Hernán Delgado and Carina Aldecosea.

Correspondence concerning this article should be addressed to Hernán Delgado, Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad de la República, Tristán Narvaja 1674, ZP 11200, Montevideo, Uruguay. Email: hdelgadovivas@gmail.com

2011). Within this research tradition it is common to find the expressions “shortsightedness,” “myopia for the future,” or “failure to delay gratification” to describe a here-and-now preference (the preference for immediate reward over larger future reward; Haushofer & Fehr, 2014; Jachimowicz et al., 2017; Mani et al., 2013), a tendency that has contributed to strengthening a view of development in resource-poor contexts based on the notions of deficit and maladaptation. An issue with this deficit-based approach is that it is supported by normative assumptions of human development, underpinned by a research tradition nurtured by middle-class, European American samples (Lerner, 2006). Thus, over time, the adaptive dimension of behavior in resource-rich environmental contexts has tended to overlap with positive and desirable developmental outcomes in terms of health and wellbeing.

Without denying the contributions of deficit-based approaches, it has been claimed, however, that it is necessary to explore eventual mechanisms of adaptation (Frankenhuis & de Weerth, 2013). A key limitation of deficit-based approaches is that sometimes the behaviors that emerge in stressful and poor resource environments can be adaptive and contextually functional in response to ecological challenges (Ellis et al., 2017; Ellis & Del Giudice, 2014, 2019; Mittal et al., 2015; Young et al., 2018), although quite different to those observed in white, Western, middle-class samples. In this sense, the recent integration of evolutionary theory into psychological science, in what is known as the life-history (LH) theory, offers an alternative conceptual lens through which to explore findings and interpret the effects of childhood poverty on cognitive development (Ellis et al., 2020; Frankenhuis et al., 2020; Frankenhuis & Nettle, 2020). According to LH strategies, while people growing up in supportive environments develop a tendency to think and act in a future-oriented manner, those who grow up under high-stress conditions develop immediate reward-oriented decision-making strategies (Frankenhuis et al., 2016). However, little research has examined affective decision-making in the context of evolutionary-developmental theory. Furthermore, evolutionary research with samples of children growing up in poverty, and in low- and middle-income countries, is still scarce. The present study, therefore, aimed to address these gaps in the literature.

The evolutionary-developmental framework posits that early adversity or chronic stress does not necessarily impair cognition (Ellis & Del Giudice, 2019; Frankenhuis & Nettle, 2020) but rather an individual's cognition may become developmentally adapted to face those challenges that are relevant in the types of environments in which the person grows up, despite the consequences for health and well-being that these adaptations may entail (Ellis & Del Giudice, 2014). Because those strategies that are successful under certain environmental circumstances may be ineffective in others, it has been proposed that natural selection may favor adaptive developmental plasticity. Specifically, mechanisms that evolved through natural selection increase the capacity of individuals to sense environmental cues and use these to guide the development of the organism's phenotypes in an environment-fitting manner (Ellis & Del Giudice, 2019).

Two key environmental dimensions—harshness and unpredictability—have been proposed to affect adaptive developmental trajectories and LH strategies (Ellis et al., 2009). Harshness refers to morbidity and mortality caused by factors beyond the control of an individual (e.g., the possibility of dying from a stray bullet wound

in the context of a neighborhood gang dispute; Ellis et al., 2009). Environmental unpredictability is defined as the rates at which environmental harshness varies over time and space (Ellis et al., 2009). Various factors or life situations can increase environmental unpredictability, such as multiple residential changes, the constant change of household members, or the scarcity and instability of resources. Children growing up in high-stress environments such as poverty are exposed to higher levels of harshness and unpredictability. However, it should be mentioned that poverty is not a one-dimensional circumstance and its nature throughout the world will always be relative (Sheridan & McLaughlin, 2014). Thus, the experiences associated with poverty will differ between Pakistan, France, and Uruguay. Beyond this assertion, stressors linked to both unpredictability and harshness should typically be more frequent in low-SES environments. In fact, SES has been proposed as a marker of early-life environmental harshness (Ellis & Del Giudice, 2019).

Remarkably, it has been suggested that early-life environments characterized by high levels of harshness and unpredictability may favor the development of “fast” strategies (Ellis et al., 2009). A characteristic feature of the cluster belonging to fast strategies is the present orientation (Del Giudice, 2015; Fawcett et al., 2012; Frankenhuis et al., 2016; Griskevicius et al., 2013). At a psychological level, this orientation can be associated with impulsivity, short-term opportunism, and immediate reward-oriented strategies with little regard for long-term consequences (Fenneman & Frankenhuis, 2020). Recent studies based on the LH framework have found evidence of an association between different forms of environmental harshness and unpredictability and present-oriented behaviors, including poorer scores on inhibition (overriding dominant responses) (Fields et al., 2021; Mittal et al., 2015), enhanced reward-oriented problem-solving (Suor et al., 2017), increased preference for immediate reward (Humphreys et al., 2015; Sturge-Apple et al., 2016), and risky financial decisions (Griskevicius et al., 2011). It is worth noting that in the field of affective decision-making, the evidence comes mostly from studies that have used the delay gratification task. This task is relatively simple compared with the Children's Gambling task (CGT), which has never been used to test hypotheses in the context of LH theory.

The CGT, designed by Kerr and Zelazo (2004), is a well-established experimental paradigm for studying decision-making processes that require a flexible appraisal of the affective significance of stimuli. The CGT requires children to make continuous selections of cards from one of two decks, each of these with different reward to punishment ratios. One of the decks presents high initial reward, but results in high punishments over time and is therefore disadvantageous in the long run. The other deck has lower initial reward, but also lower punishments over time, making it advantageous in the long run. A growing body of research using the CGT has shown an improvement in decision-making and future-oriented thinking throughout childhood and adolescence (Crone et al., 2005; Crone & Van der Molen, 2004; Gao et al., 2009; Garon & Moore, 2007a, 2007b; Kerr & Zelazo, 2004). Crucially, many of these studies have been conducted in samples of children from American or European middle/high socioeconomic backgrounds. Although this point may be debatable, the evidence suggests that when the complexity of the CGT is low owing to the use of the two-deck version, 5-year-olds exhibit an emerging ability to integrate information about the decks and make decisions in a future-

oriented manner (Bunch et al., 2007; Gao et al., 2009; Kerr & Zelazo, 2004; Mata et al., 2013). The complexity of the task is a relevant issue when evaluating decision-making. For example, Garon and Moore (2004) used a four-deck version of the gambling task with 3-, 4-, and 6-years-olds and found no age-related improvements in card selections, with even six-year-olds performing at chance level.

Concerning the above, several additional studies have investigated the relationship between performance on the gambling task and fluid intelligence in children (Crone & Van der Molen, 2004; Li et al., 2017; Mata et al., 2013) and adult samples (Demaree et al., 2010; Webb et al., 2014). The gambling task requires participants to retain and manipulate the relations between the choices and the outcomes obtained to work out the pattern of reward allocation and maximize long-term gains. Hence, fluid intelligence, that is, the ability to reason and problem solve using novel information (Carpenter et al., 1990), may be related to performance on the task.

To the best of our knowledge, the study by Mata et al. (2013) is the only one that evaluated decision-making in children aged between 3 and 5 years old and from different socioeconomic backgrounds using the CGT. The CGT, as proposed by Kerr and Zelazo (2004), consists of 50 trials divided over five blocks (10 trials each). Although they did not find a difference in overall performance between SES groups, they found an effect of SES in the last block of the task. More specifically, the high-SES group showed a preference for the advantageous deck compared with their low-SES counterparts, a result interpreted by the authors as indicating a weaker ability of low-SES children to adjust their performance throughout trials based on information from past results (Mata et al., 2013). It should be noted that regardless of SES, the 3-year-olds performance did not differ from chance—a finding consistent with those of a previous study (Kerr & Zelazo, 2004). It has been argued that by the age of 3, children may not have developed the skills necessary to perform well on the CGT (Kerr & Zelazo, 2004). Thus, the inclusion of children at such a young age may have obscured the effect of SES on performance. In addition, Mata et al. (2013) assessed children's conscious awareness of the reward and loss contingencies at the end of the task. They found that the proportion of high-SES children who reached an explicit level of knowledge about the task was higher than that of children who reached that same level of knowledge about the task in the low-SES group. Interestingly, although it was not statistically evaluated, the main difference in the level of awareness according to the SES seems to have been located in the three-year-old group. Among the 4- and 5-year-olds, the awareness level did not appear to differ, which is striking considering that these groups contributed the most to the observed Block—SES interaction. These observations could be suggestive of SES group differences in the use of this explicit understanding (when acquired) to guide decision-making. In other words, children from low-SES backgrounds might have continued selecting more cards from the risky deck despite having consciously understood the task contingencies. Additional reports with samples composed predominantly of children from middle-class families have shown that awareness of the reward and loss contingencies is associated with CGT performance (Andrews & Moussaumai, 2015; Garon et al., 2015; Garon & Moore, 2007a). Unfortunately, the association between awareness and performance was not evaluated by Mata et al. (2013).

The main goal of this study was to explore whether SES might differentially shape children's affective decision-making strategies toward an environment-fitting orientation that would benefit them within their local ecological conditions. More specifically, we assessed children aged 5 to 7 years old using a two-deck version of the CGT that was designed to achieve a balance between the complexity of the task (to maintain adequate levels of uncertainty) and the possibilities of performing the task at levels beyond chance. We hypothesized that children of middle/high-SES would show a preference for the advantageous deck (future-oriented behavior), particularly in the later blocks, whereas their lower SES peers would maintain relatively elevated and stable levels of risk-seeking strategies (present-oriented behavior). In addition, we explored the relationship between awareness and task performance. Although we did not predict a difference in performance on the awareness test according to SES, we expected to find a differential impact of this factor on the development of the participants' preferences. Specifically, we expected that a higher level of awareness would be associated with improved performance in the middle/high-SES group. However, we did not anticipate that a greater understanding of deck contingencies would promote the development of a preference for safe choices in the low-SES group.

Method

Participants

The sample comprised 227 children (112 girls), aged between 5 and 7 years (mean age = 75.28 months, $SD = 6.93$). One hundred nineteen children (52%) were from a middle/high SES background and 108 (48%) were of low SES, according to the Socioeconomic Level Index (SLI) described later in this section. Table 1 provides demographic and socioeconomic characteristics of low and middle/high SES samples. All participants were recruited from nine public urban schools in Montevideo, Uruguay. Schools in Uruguay are classified by the National Administration of Public Education according to a continuous variable (Sociocultural Level, SCL). The SCL is a composite that is constructed from various measures that assess social, cultural, and economic school dimensions (e.g., the SES of the general school population, maternal education for each

Table 1
Demographic and Socioeconomic Characteristics of Low and Middle/High SES Samples

Characteristic	Low SES (<i>N</i> = 108)	Middle/high SES (<i>N</i> = 119)
Age in months, <i>M</i> (<i>SD</i>)	74.41 (5.80)	76.07 (7.74)
Sex, <i>n</i> (%)		
Males	61 (56.48)	54 (45.38)
Females	47 (43.52)	65 (54.62)
SLI score, <i>M</i> (<i>SD</i>)	19.96 (6.12)	43.89 (7.30)
Years of schooling of the householder, <i>n</i> (%)		
0–6	44 (40.74)	7 (5.88)
6–12	63 (58.33)	57 (47.90)
12–16	1 (0.93)	23 (19.33)
16	0 (0.00)	24 (20.17)
>16	0 (0.00)	8 (6.72)

Note. SES = socioeconomic status; SLI = socioeconomic level index.

child in the school; ANEP, 2016). Although the SCL score of each school is not publicly available, it is possible to access the distribution of the schools by quintiles according to the SCL. Schools located in the lowest quintile serve the poorest population and are generally located in vulnerable neighborhoods, whereas schools in the highest quintile serve mainly children from households located in wealthy urban neighborhoods. To obtain a representative sample, all participants were recruited from schools either in the first quintile or in the 5th quintile of the SCL distribution.

Procedure

Written informed consent was obtained from parents/caregivers of the children. The study was approved by the Research Ethics Committee of the School of Psychology (Universidad de la República; Protocol Number: 191175, Project Title: Desarrollo de la autorregulación en la primera infancia: efectos interactivos entre la sensibilidad biológica al contexto y el nivel socioeconómico). All methods were carried out in accordance with the Declaration of Helsinki (General Assembly of the World Medical Association, 2014). An experimenter tested all the children individually in a quiet room at their schools. The application of the CGT lasted between 20 and 35 minutes on average. Parents or caregivers were required to complete the SLI questionnaire through telephone interviews.

Measures

Socioeconomic Status

SES was determined using the SLI, developed by the Uruguayan Economic Research Center (Perera & Cazulo, 2016). The SLI is a widely used measure in social research and marketing studies in Uruguay since it allows for classifying the population according to their consumption capacity. It is composed of 12 items that measure several sociodemographic and socioeconomic factors: the place of residence, family composition, type of health coverage (public or private) of the family members, number of income earners in the households, and educational level of the household head, presence of elements of comfort, and frequency of maid help in the home. The questionnaire is scored on a scale ranging from 0 to 100. Based on this scale, an index is constructed that allows for ranking the households according to three economic classes: High (51–100), Middle (32–50), and Low (0–31). In Uruguay, children from the highest economic strata usually attend private educational centers. Since the study sample consisted of children who attended public schools, only 19 children belonged to the High-class economic category. For this reason, two SES groups were created from the three socioeconomic levels: low and middle/high. The behavioral data of 12 children were not included in the analysis due to the inability to locate their parents to complete the questionnaire.

Children's Gambling Task

We used a computerized two-deck version of the CGT (programmed using PsychoPy; Peirce, 2007) adapted from the manual version of Kerr and Zelazo's (2004) version. The task was administered using a computer (monitor and keyboard). The CGT included two decks of 60 cards each. Based on Mata et al. (2013),

a box simulating the glass cylinder that holds the earnings was placed on the center of the screen and between the decks. However, to orient the children's attention toward gains and losses, a plastic recipient for the points (small tokens) was placed next to the keyboard. The back of one deck was covered with black and white vertical stripes, while the back of the other deck was covered with horizontal stripes. The front of the cards was divided into two halves. In the upper half, gains were reported through the use of happy yellow faces, while in the lower half, angry red faces represented losses. Depending on the earnings/loss ratio, one deck was advantageous over trials while the other was disadvantageous (the pattern of lines on the back of the cards and the position of the decks on the screen were randomized). The number of earnings remained constant across cards in both decks, but the number of losses was variable between cards and decks. Specifically, the advantageous deck always provided gains of one point, accompanied by either no loss or the loss of one point. The disadvantageous deck always provided an earning of two points together with losses of 0, 4, 5, or 6 points. Therefore, consistently selecting from the advantageous deck yielded a net gain in the long run, whereas selecting from the disadvantageous deck yielded a net loss. The order of the cards in each deck was fixed, as described in Kerr and Zelazo (2004).

Beyond global similarities, the version of the CGT used in the present study differed from the two cited versions (Kerr & Zelazo, 2004; Mata et al., 2013) in the following two ways. First, to increase the power to detect group differences, our version included 60 test trials instead of 50. This feature is important because the differences in task performance tend to become more marked in the last two blocks. Second, the reward were modified to avoid the use of sweets. Instead, the CGT version used in this study involved the child trying to win as many points as possible (represented by happy faces). The child was told that if he or she accumulated enough points (an amount never specified), the points could be exchanged for a prize from a table containing a variety of prizes varying in size and desirability (e.g., a bubble blower, a magnetic drawing board, or a fidget spinner). However, if they got a small number of points, they could only exchange the points for an unattractive prize (e.g., a pencil or an eraser). This method was developed based on previous research (Wilson et al., 2009) to ensure that children could identify at least one award that was attractive enough to motivate them to earn the most points in the task. Thus, before starting the task, children were led to the prize table and encouraged to select the prize they were going to try to obtain in the game.

The task was administered according to the instructions outlined in Kerr and Zelazo (2004) and Mata et al. (2013). Thus, once the desired prize was selected by the child, the task began with six demonstration trials. In this phase the experimenter selected three cards consecutively from one of the decks, followed by three consecutive cards from the other deck. Each time a card was selected, the experimenter announced the number of points earned and then deposited the points in the plastic container. In addition, the points were added to the cylinder presented between the decks on the computer screen. Similarly, when points were lost, they were removed from the plastic container and returned to the experimenter's box (a process also observed in the virtual container). After the demonstration trials, children were given 15 happy faces to start with. The test trials then started and selections were made

across 60 test trials, which were divided into five blocks of twelve card choices (see Figure S1 in the online supplemental materials for an example of a trial sequence). The test trials were administered in the same way as the demonstration trials. A bonus stage was programmed at the end of the task for those children who did not obtain many points. This stage ensured that all the children achieved enough points to select the prize of their choice.

Awareness Test

Based on Garon and Moore (2004), immediately after completion of the task, children were given four awareness questions and received one point for each correct answer. Thus, the total awareness score could range from 0 to 4. The first two questions were related to the advantageous deck. The experimenter asked the children, "Now that we've finished the game, which deck was the best to pick from?" After this, children were asked, "Why do you think this was the best to pick from?" If children chose the advantageous deck for the first question, they would be awarded a point. If children were able to answer the second question indicating that the proportion of happy faces was higher for the advantageous deck, they were awarded two points. Similarly, the last two questions were related to the disadvantageous deck. Children were asked, "Which deck was the worst to pick from?" and then "Why was this deck the worst to pick from?" Again, if children initially chose the disadvantageous deck, they were awarded a point. If they could also indicate that there were more losses in this deck, they were awarded two points. According to a previous report (Garon et al., 2006) children were divided into two awareness levels. The Awareness Level 1 group was composed of children who scored 0 to 1 on the awareness test. These children showed no understanding of which deck was advantageous/disadvantageous or why. Children in Awareness Level 2 were those who scored 2 to 4 on the awareness test. Children in this group showed, at the end of the task, a minimum and sufficient degree of understanding to discern which deck was better.

Test of Nonverbal Intelligence

A computerized version of the Test of Nonverbal Intelligence (TONI; Brown et al., 1990) was administered as a measure of participants' nonverbal cognitive abilities (fluid intelligence). The test is designed to be language-free. In this task, children are shown a sequence of abstract figures and must choose an image that completes each puzzle. Patterns become progressively more difficult. In this study, the total number of correctly completed puzzles was the outcome variable. Evidence on the psychometric properties (e.g., test-retest reliability and construct validity) has been reported for the TONI (Brown et al., 1990; Ritter et al., 2011). Because 10 children did not attend school on testing days, the TONI was not applied to them.

Statistical Analyses

To test the study hypotheses, we conducted two-level multilevel analyses using the nlme package (Pinheiro et al., 2013) on the R programming platform (R Core Team, 2013). Multilevel modeling is advantageous as it allows for the estimation of fixed effects while simultaneously accounting for the clustered or hierarchical structure of data, namely, within-cluster relations (the random effect).

Sample size determination in studies with data that are hierarchically structured is complex. Recently, Arend and Schäfer

(2019) conducted a series of simulation-based multilevel power analyses and derived the minimum number of groups and observations per group (K/n) to detect a particular effect (small, medium, or large) with a power of .80 and an alpha of .05. They established that for medium values of intraclass correlation (ICC), 30 groups (with five observations per group) should be sufficient to detect a medium-sized level-1 effect. The simulations also show that sample sizes of 125/5 are the minimum required to detect a medium-sized level-2 effect, and 200/9 for cross-level interaction effects. In our model, there were five proportion scores per participant (see below) with the participant as a grouping variable. Thus, we were confident that our sample size ($K/n = 227/5$) was sufficient to detect conceptually meaningful effects.

In this study, independent variables included block (a categorical variable with 5 levels by dividing the 60 card selections into five instances of 12 cards each; Kerr & Zelazo, 2004) as the within-subject variable (Level 1), and sex, age in months (centered by calculating the difference in relation to the youngest child in the sample), SES (low-SES vs. middle/high-SES), and Awareness (Level 1 vs. Level 2) as the between-subjects variables (Level 2). Treating SES as a categorical variable is a common practice in the studies that assess the consequences of child poverty (see, e.g., Sturge-Apple et al., 2016; Chen et al., 2010; Last et al., 2018). Also, the categorization of continuous predictor variables (e.g., SES, age, and awareness) is usual in the studies using gambling tasks (see, e.g., Crone & Van der Molen, 2004; Garon et al., 2006; Kerr & Zelazo, 2004; Mata et al., 2013). This approach facilitates group comparisons and data visualization. A sensitivity analysis of coding decisions was repeated treating SES and awareness as continuous variables. As in Kerr & Zelazo (2004), the primary dependent measure was whether children made an advantageous or disadvantageous choice on each trial. Proportion scores were used to analyze performance across the five blocks of 12 trials each. The proportion score of each block was calculated by subtracting the proportion of disadvantageous choices from the proportion of advantageous choices, which yielded difference scores ranging from -1 to 1 . A net score above zero implied that children were selecting cards advantageously, and a net score below zero implied a disadvantageous selection.

This work was not preregistered. The anonymous data set (with proportion scores) has been published on Figshare (Delgado et al., 2020). The raw data that support the findings of this study and the R script will be available from the corresponding author on reasonable request.

Results

SES Differences in Performance on the CGT

The analysis followed a series of successive steps that increased the complexity of the models to select the most parsimonious, that is, the one that considered both the structure of the data collection and our hypothesis. As a first step, we created an unconditional means model (model A). The main reason to fit this model is that it allowed us to calculate the ICC coefficient (ρ). The ρ value observed in model A indicated that 38% of the variability in CGT score was between subjects and 62% was within subjects. Therefore, the ICC supported the notion of raising the initial question of

whether children with different SES and levels of awareness would show different trajectories of performance. Then, as mentioned previously, we progressively added complexity in terms of fixed and random effects. Because we wanted to develop the most parsimonious model, we tested whether adding more complexity to the model improved the model fit above and beyond the existing terms in the model. Thus, at each step, we compared the fit of the model using AIC and BIC indices and tested the change in the $-2\log$ -likelihood to aid decisions about including specific terms. An unconditional growth model (model containing repeated measures) was then fitted and compared with the unconditional means model to assess whether the repeated measures improved the prediction of the dependent variable. Comparing the unconditional growth model B to the unconditional means model A greatly improved the model fit, $\chi^2(4) = 59.34, p < .001$. This suggests that in the overall sample there was a significant effect of block, representing an increase in the proportion of advantageous choices as the experimental task progressed. Next, covariates (age, sex) were added but only kept if they significantly improved the model fit. Whereas the addition of age (model C) significantly improved the fit, $\chi^2(1) = 13.10, p < .01$, indicating that being older was associated with better performance, the inclusion of sex (model D) did not, $\chi^2(1) = .01, p = .90$. Therefore, only age was maintained as a covariate in the model. Then, with the aim of allowing participants to have not only different mean scores but also different learning rates (reflected by the development of the decision pattern as the task progressed), a random slope was added to the model (model E). Adding random slopes to the model resulted in further improvement in the model's fit, $\chi^2(14) = 168.76, p < .0001$; which indicates significant variability in the effect of block across participants. We then incorporated SES (model F) and its interaction with block (model G). These terms were incorporated to test our main hypothesis, that is, that SES influences task performance beyond the effect of age. The inclusion of SES (model F) resulted

in a better fitting model, $\chi^2(1) = 5.11, p < .05$. This indicates that SES accounts for part of the variance in the overall score obtained on the task. Adding the interaction between SES and block (model G) also improved the model fit, $\chi^2(4) = 14.48, p < .01$, suggesting that SES is associated with performance as blocks progress and children accumulate experience with the results of their choices (see Table 2). Contrasts were used to explore the sources of this interaction (with Bonferroni-type adjustment). The first contrasts compared the proportion score of the first block against the proportion score at each of the subsequent levels of the block variable across SES groups. This analysis revealed that scores increased across blocks only for the middle/high-SES group (see Figure 1). More specifically, compared with the first block, children in this group made more advantageous choices in blocks 3 ($b = .13, p < .001$), 4 ($b = .20, p < .001$), and 5 ($b = .20, p < .001$). No comparison yielded significant results for the low-SES group. The second contrast looked for differences between SES groups when conducting separate comparisons for each task block. As can be seen in Figure 1, children from the middle/high-SES group made more advantageous choices than those from the low-SES group on blocks 3 ($b = .07, p < .05$), 4 ($b = .18, p < .001$), and 5 ($b = .16, p < .01$) of the task. To better understand the relation between SES and performance, we graphed the number of advantageous and disadvantageous choices for each SES group (see Figure S2 in the online supplemental materials). These findings suggest that the middle/high-SES group developed a preference for the advantageous deck during the task. Table S1 provides a summary of the models and ANOVA results for models A to G.

Sensitivity to "Punishment"

To assess whether performance differences according to SES were related to the processing of punishment outcomes, a different approach was adopted. This analysis assessed whether the children

Table 2
Model Summary and ANOVA Results for Model G and Model K

Model	Model G			Model K		
	Block + SES + Age + Block $\times$ SES			Block + SES + Aw + Age + Block $\times$ SES + Block $\times$ Aw + SES $\times$ Aw + Block $\times$ SES $\times$ Aw		
Fixed effects	Block/Participant			Block/Participant		
Random effects ^a	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Main effects						
Block	900	9.47	.00***	892	10.09	.00***
SES	224	7.31	.01*	222	7.96	.00**
Aw	—	—	—	222	8.16	.00**
Age	224	9.01	.00**	222	6.17	.01*
Interaction effects:						
Block $\times$ SES	900	3.7	.00**	892	3.90	.00**
Block $\times$ Aw	—	—	—	892	3.90	.00**
SES $\times$ Aw	—	—	—	222	.00	.96
Block $\times$ SES $\times$ Aw	—	—	—	892	2.42	.05*

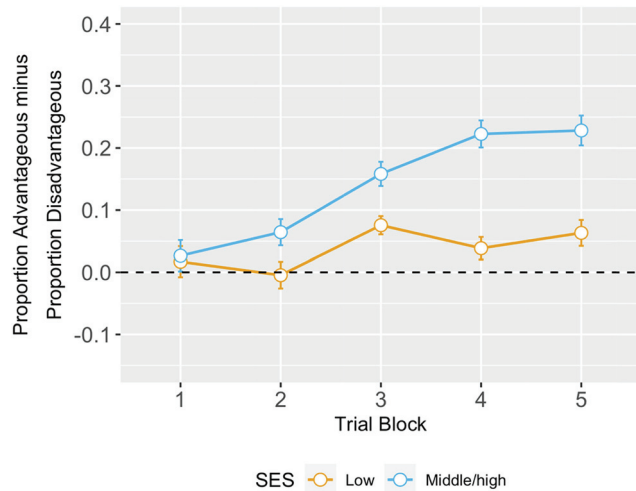
Note. The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows. Aw = awareness; SES = socioeconomic status.

^a The specification Block/Participant means that the effect of Block (i.e., the slope) varies across children.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Figure 1

Mean (and Standard Error) Proportion of Advantageous Choices Minus Proportion of Disadvantageous Choices as a Function of SES and Block of 12 Trials



Note. SES = socioeconomic status. See the online article for the color version of this figure.

switched from one deck to the other after receiving punishment. Switch percentage was computed for disadvantageous and advantageous decks separately, according to Crone et al. (2004). To calculate the switch percentage following punishment, we divided the total number of response switches following punishment between the total number of punishments (n switch following punishment / [n switch following punishment + n stay following punishment]).

A SES $\times$ Deck analysis of variance (ANOVA) was conducted on the percentage of switches after punishment. This analysis revealed a main effect of Deck, $F(1, 450) = 28.21, p < .001$, indicating that participants switched responses more often following punishment from the disadvantageous deck (84% of the time) than following punishment from the advantageous deck (73% of the time). Further, there was a two-way interaction between SES and Deck, $F(1, 450) = 12.69, p < .001$. Tukey's HSD post hoc tests were carried out for pairwise comparisons. For the disadvantageous deck, the SES groups did not differ in the switch percentage after punishment ($p = .20$). However, a difference was found between SES groups in the advantageous deck ($p < .001$): the middle/high-SES group exhibited a significantly lower percentage of switches after punishment (67%) than the low-SES group (78%).

Awareness of the Task

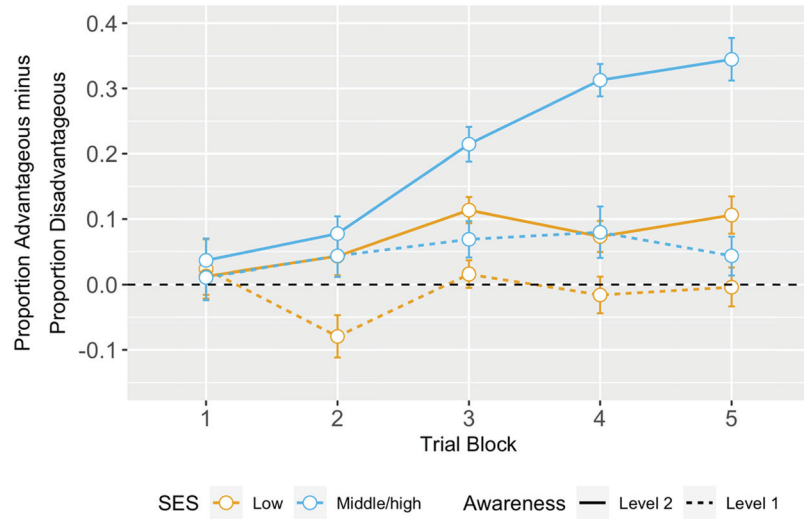
An analysis was conducted to assess whether there was a difference between the SES groups in terms of awareness of the game. As mentioned previously, the awareness test was scored out of 4, with 0 indicating no awareness of what was occurring in the task and a score of 4 indicating a full understanding of deck contingencies. The children were then divided according to two awareness levels. Among the middle/high-SES group, 73 of 119 children showed full explicit understanding of deck contingencies, while among the low-SES group, 66 of 108 children exhibited a higher awareness level. The rate of awareness of the game was examined

using a 2 (low-SES vs. middle/high-SES) $\times$ 2 (Level 1 of awareness vs. Level 2 of awareness) chi-square. The results showed no significant association between SES and awareness, $\chi^2(1) = .001, p = .97$.

Examining Awareness Differences in CGT Performance According to SES

To determine whether awareness is related to performance, we added awareness (as a variable with two levels; model H) to model G. The inclusion of awareness led to an improvement of the model fit, $\chi^2(1) = 4.64, p < .05$, suggesting that awareness influences the overall score obtained. Adding the interaction between awareness and block (model I) also resulted in measurable improvements in goodness of fit, $\chi^2(4) = 15.15, p < .01$, indicating that awareness influences the choice pattern throughout the blocks. In contrast, the inclusion of the interaction between awareness and SES (model J) did not have an impact on model fit, $\chi^2(1) = .001, p = .97$, suggesting no differences in the way in which awareness modulates overall decision-making between the SES groups. Finally, the interaction term of SES $\times$ Awareness $\times$ Block was added (model K) to determine whether the effect of Awareness on task performance differed between the SES groups across blocks. Adding this term significantly improved the fit of the model, $\chi^2(4) = 9.64, p < .05$ (see Table 2). This indicates that the Block $\times$ Awareness interaction described previously was different between SES groups (see Figure 2 and Figure S3 in the online supplemental materials). Regarding the random effects, results from our final model showed significant variance in intercepts across children, $SD = .23$ (95% CI [.05, 1.14]), $\chi^2(1) = 226.30, p < .0001$. In addition, the slopes varied across children, with the higher variance observed in block 5, $SD = .34$ (95% CI [.08, 1.43]), $\chi^2(14) = 168.76, p < .0001$. Contrasts were conducted to explore the three-way interaction observed. The first contrast showed that, compared with the first block, proportion scores in the Level 2 awareness groups increased in blocks 3 ($b = .18, p < .001$), 4 ($b = .28, p < .001$) and 5 ($b = .31, p < .001$) for the middle/high-SES group, and increased in block 3 ($b = .10, p < .05$) for the low-SES group (see Table 3). These findings show that as awareness of gain/loss contingencies increase, performance on the task improves, but only in the middle/high-SES group. In Level 1 awareness groups, no significant difference was observed in the comparison between blocks. Contrasts were then carried out to investigate the pattern of decisions in the five blocks among the four SES/awareness groups. In blocks 4 and 5, children from the middle/high-SES group who reported awareness of the game chose more cards from the advantageous deck than their same-SES peers who showed no understanding of the task (that is, Level 1 awareness; block 4, $b = .22, p < .01$; block 5, $b = .29, p < .001$; see Table 4). Interestingly, the effect of awareness was different in the low-SES group. In contrast with their middle/high-SES peers, children from low-SES backgrounds performed similarly on all blocks of the task, independently of their level of awareness. Finally, post hoc analyses revealed no between-group differences for all scores in individuals who did not show acquisition of explicit understanding. Among those who have a correct understanding, children from the middle/high-SES group chose more cards from the advantageous deck in blocks 4 ($b = .23, p < .001$) and 5 ($b = .23, p < .001$) than their low-SES peers (see Table 4). Table S2 in the online supplementary materials provides a detailed

Figure 2
Mean (and Standard Error) Proportion of Advantageous Choices Minus Proportion of Disadvantageous Choices as a Function of SES, Awareness, and Block of 12 Trials



Note. SES = socioeconomic status. See the online article for the color version of this figure.

summary of models H to K and their respective ANOVA results. Results from sensitivity analyses regarding SES and awareness as continuous variables remained unchanged and are presented in the online supplemental materials (see Table S3).

Fluid Intelligence and CGT

To analyze the contribution of fluid intelligence to CGT performance, we added four terms—TONI's score, TONI's Score $\times$ SES, TONI's score $\times$ Block, TONI's score $\times$ SES $\times$ Block—to model K. There were no main effects of TONI on CGT performance $F(1, 210) = .02, p = .88$, and no significant interactions

between TONI and SES, $F(1, 218) = 2.8, p = .10$, TONI and block, $F(4, 844) = 1.54, p = .19$, or a three-way interaction between the variables, $F(4, 844) = .13, p = .96$.

Discussion

The present study investigated whether affective decision-making is associated with SES in children aged 5–7 years old. As expected, we observed a main effect of SES on overall CGT performance, with middle/high-SES children outperforming their low-SES peers in the number of points achieved in the whole task. In particular, our results showed that children from middle/high-

Table 3

Contrasts From Model K Comparing Proportion of Advantageous Choices Minus Proportion of Disadvantageous Choices in Each of the Blocks Against the Score of the First Block in Each SES/Awareness Group

Group	Contrast	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Middle/high-SES – Level 2	Block 2–Block 1	.04	.04	1.00
	Block 3–Block 1	.18	.04	.00***
	Block 4–Block 1	.28	.04	.00***
	Block 5–Block 1	.31	.04	.00***
Middle/high-SES – Level 1	Block 2–Block 1	.03	.04	1.00
	Block 3–Block 1	.06	.05	.92
	Block 4–Block 1	.07	.05	.80
	Block 5–Block 1	.03	.06	1.00
Low-SES – Level 2	Block 2–Block 1	.03	.04	1.00
	Block 3–Block 1	.10	.04	.05*
	Block 4–Block 1	.06	.04	.71
	Block 5–Block 1	.09	.05	.19
Low-SES – Level 1	Block 2–Block 1	–.10	.04	.12
	Block 3–Block 1	–.01	.05	1.00
	Block 4–Block 1	–.04	.06	1.00
	Block 5–Block 1	–.03	.06	1.00

Note. SES = socioeconomic status.

* $p < .05$. *** $p < .001$.

Table 4

Contrasts From Model K Comparing Proportion of Advantageous Choices Minus Proportion of Disadvantageous Choices in Blocks 1 to 5 Between SES/Awareness Groups

Block	Contrast	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Block 1	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.01	.05	1.00
	Low-SES – Level 2 — Low-SES – Level 1	–.02	.05	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.05	.04	1.00
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	–.02	.05	1.00
Block 2	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.02	.04	1.00
	Low-SES – Level 2 — Low-SES – Level 1	.11	.05	.11
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.02	.04	1.00
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.11	.05	.11
Block 3	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.13	.05	.07
	Low-SES – Level 2 — Low-SES – Level 1	.08	.05	.74
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.09	.05	.26
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.04	.06	1.00
Block 4	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.22	.06	.00**
	Low-SES – Level 2 — Low-SES – Level 1	.07	.06	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.23	.05	.00***
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.08	.06	1.00
Block 5	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.29	.06	.00***
	Low-SES – Level 2 — Low-SES – Level 1	.10	.07	0.98
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.23	.06	.00***
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.04	.07	1.00

Note. SES = socioeconomic status.

** $p < .01$. *** $p < .001$.

SES backgrounds made more advantageous choices than their low-SES peers in the final blocks of the task. The middle/high-SES children's pattern of decision-making was characterized by an increasing preference for the advantageous deck. In contrast, although their performance improved over trials, children in the low-SES group did not act in a full future-oriented or long-term manner. A second important finding was that greater awareness of which decks were "good" and "bad" was a correlate of future-oriented decision-making only for the middle/high-SES group. Specifically, while the middle/high-SES children within the Level 2 awareness group developed a preference for safe choices and performed higher on the CGT than their same-SES peers in the Level 1 group, the performance of low-SES children in the Level 2 group did not differ from that of their same-SES peers in the Level 1 group.

Our findings regarding SES are in line with those of the only existing study by Mata et al. (2013). However, although the latter authors reported a Block $\times$ SES interaction, they did not report a main effect of SES. This discrepancy could be due to Mata et al.'s (2013) inclusion of three age groups (i.e., 3, 4, and 5 years of age). The fact that the mean scores of the three-year-old group did not differ from chance (regardless of SES) might have prevented the observation of a main effect of SES. In addition, the version of the CGT used by Mata and others consisted of 50 trials, whereas our task consisted of 60, which increased the likelihood of detecting differences. The present results are also in consonance with others who found an association between SES and delay of gratification (Evans, 2003; Evans & English, 2002; Sturge-Apple et al., 2016; Watts et al., 2018). However, some debate over these results prevails, because, for example, neither Noble et al. (2005, 2007) nor Farah et al. (2006) found a significant association between SES and affective decision-making.

The CGT requires the ability to inhibit and reverse prior learning of a reward contingency. For instance, at the beginning of the

task, there is a short period in which a preference for the high (and immediately) rewarding deck is reinforced (the disadvantageous deck appears to be advantageous because the first two cards contain only reward). Because losses do not occur immediately, a pre-dominant response is established in favor of the disadvantageous deck. It has been hypothesized that decision-making requires the inhibition of this dominant response once it is identified that the contingencies of the decks have changed, and, therefore, problems with reverse learning underlie performance on gambling tasks. The evidence supporting this hypothesis comes from studies conducted in adult patients with frontal lobe damage (e.g., Fellows & Farah, 2005). In our study, children in the low-SES group switched decks after receiving punishment with similar frequency to children with middle/high-SES. Interestingly, instead of staying in the safe deck following a choice switch, children in the low-SES group switched back to making risky decisions. Thus, reversal learning per se did not underlie the higher number of risky choices made by the low-SES group. Although this finding is inconsistent with the previously cited study (Fellows & Farah, 2005), it is congruent with other research indicating that there is no relation between gambling task performance and reversal learning (Crone et al., 2003, 2004).

There remains a debate about the specific contribution of implicit (emotion-based processes) and explicit (cognitive processes) learning toward successful performance on gambling tasks (Bechara et al., 1997, 2005; Demaree et al., 2010; Maia & McClelland, 2004). It has been suggested that gambling tasks are cognitively penetrable and that inductive reasoning ability (fluid intelligence) is involved in advantageous decision-making (Maia & McClelland, 2004). Although the results from adult samples suggest that fluid intelligence is associated with future-oriented decision-making in gambling tasks (Demaree et al., 2010; Webb et al., 2014), the evidence obtained in children is inconclusive (Crone

& Van der Molen, 2004; Li et al., 2017; Mata et al., 2013). Regarding the present study, it should be noted that previous research has shed light on correlations between low-SES and children's performance on batteries of executive function tasks (Lawson et al., 2018), including fluid intelligence (Lipina et al., 2013). Thus, there is good reason to hypothesize that the association between SES and gambling task performance observed in the present study could be explained by asymmetries between both groups in terms of cognitive skills. However, replicating previous results (Crone & Van der Molen, 2004; Mata et al., 2013), our analyses revealed that fluid intelligence, indexed by accuracy on the TONI, was not associated with task performance. Moreover, explicit reasoning skills have been proposed to improve performance on gambling tasks by facilitating conscious access to the relative goodness and badness of the decks (Maia & McClelland, 2004). Indeed, using various strategies, different reports have shown that awareness of the reward and loss contingencies is associated with CGT performance (Andrews & Moussaïmaï, 2015; Garon et al., 2015; Garon & Moore, 2007a). Consistent with the lack of an association between TONI scores and CGT performance, an important finding of our study was the absence of differences in the level of awareness of deck contingencies according to SES. Taken together, these findings suggest that SES differences in CGT performance do not appear to be mediated by reasoning capabilities.

Associations between poorer performance on self-regulatory tasks have been initially interpreted as reflecting a deficit with potential long-term effects (e.g., Stevens et al., 2009). In addition, poorer performance on self-control tasks has also been associated with long-term impacts on physical health, substance dependence, personal finances, and criminal offending outcomes (Moffitt et al., 2011; Richmond-Rakerd et al., 2021). In this sense, the finding that the low-SES group performed worse on the CGT can also be interpreted as an impairment of low-SES children in "real-life" decision-making and as a predictor of future maladaptive social functioning (Casey et al., 2011). Implicit in this deficit-based interpretation are two assumptions that are necessary to discuss. The first is that chronic stress associated with poverty could have impaired cognitive function (Mani et al., 2013; Vohs, 2013). As discussed above, based on our findings this hypothesis is challenged by the fact that cognitive skills presumed to affect game performance do not appear to be playing a major role in the differential decision-making profiles observed between the SES groups. Second, the associations between early levels of performance and long-term impacts do not consider the multifactorial and interdependent nature of developmental trajectories, as Relational Developmental Systems metatheories suggest (Lerner, 2018). The most significant result to challenge the deficit interpretation, however, may be the result of the awareness effect on task performance. As described, there was a significant main effect of awareness on overall task performance, with Level 2 outperforming Level 1. Despite this overall effect, the consequences of being aware of deck contingencies differed markedly between the SES groups. More specifically, children with middle/high-SES in Level 2 performed better on the last two blocks of the task in comparison with their peers in Level 1. This finding suggests that the middle/high-SES children who consciously understood the task contingencies used their knowledge about deck contingencies to improve their decisions. In contrast, while awareness barely improved overall

performance in the low-SES group, no differences were found between Level 2 and Level 1 groups across the blocks. These results suggest that low-SES children in Level 2 persisted in making risky choices despite understanding that greater reward were accompanied by greater punishments.

Our findings are thought-provoking: Why would children who were aware, to some degree, about the gain/loss schedule continue selecting the disadvantageous deck? We can speculate that the current results could be interpreted from an evolutionary LH framework, which proposes that organisms make resource allocation trade-offs during their life course that result from the combination of responses to environmental harshness and unpredictability (Ellis et al., 2009). These ecological factors, which include the sociocultural developmental contexts, would shape cognitive development by adaptively adjusting LH individual strategies on the slow-fast continuum to match environmental conditions (Ellis & Del Giudice, 2019). Hypothetically, under both harsher and more unpredictable environmental conditions, children may preferentially shift cognition to fast, immediate, reward-oriented decision-making LH strategies (Frankenhuis et al., 2016). Although the identification of measures to evaluate these environmental dimensions constitutes an important theoretical and methodological challenge for the evolutionary-developmental psychology field (Young et al., 2020), there is consensus that lower levels of SES are associated with high levels of harshness and unpredictability (Ellis & Del Giudice, 2019). Therefore, present-oriented strategies would be context-appropriate for individuals living in low-SES ecologies, in which the resources and opportunities are scarce and the future unpredictable. In such conditions, shifting to a here-and-now orientation could be beneficial to understand that waiting to obtain benefits in the long-term instead of taking advantage of immediate opportunities can come at a very high cost if the delayed benefit becomes unavailable owing to the occurrence of major and unpredictable environmental changes (Fawcett et al., 2012). Conversely, children who grew up in resource-rich environments would respond to their ecological cues by shifting to a less risky and more long-term oriented behavior, consistent with the development of a slow LH strategy (Ellis et al., 2017). The findings of Sturge-Apple and colleagues (2016), showing that children from low-SES backgrounds and with high vagal tone exhibited a greater preference for immediate reward than their same-SES peers with low vagal tone, fit well with this hypothesis. They argued that vagal tone is a biological marker of context-dependent developmentally functional self-regulation. Thus, in a local context where the possibility of future reward is uncertain, taking the immediate reward can make a lot of sense for children who have maximized their adjustment, even though society as a whole considers this behavior to be maladaptive (Sturge-Apple et al., 2016). More recently, Duran and Grissmer (2020) showed that children from low-income families who exhibited a proclivity toward immediate gratification on a choice delay gratification task had better classroom self-regulation and more-desirable classroom behaviors than their low-income peers who chose to delay gratification. This finding suggests that the preference for immediate reward over larger future reward could be an indicator of adaptive development in low-SES ecologies (Duran & Grissmer, 2020). It is worth mentioning that the evolutionary framework does not deny that growing up in stressful conditions can undermine cognitive abilities in the long term. Indeed, the emergence of adaptive strategies during

development that allows for coping with present burdens may lead to substantial costs in the future (Ellis & Del Giudice, 2014, 2019).

The result regarding the differential use of explicit knowledge in the SES groups could eventually be interpreted from a deficit perspective. That is, even considering that the gain/loss schedule has been equally understood during the game by both SES groups, differences associated with the ability to keep this information online and use it advantageously to guide decision-making could explain the differences observed. In this regard, it has been proposed that the adult version of the CGT, the Iowa Gambling task (IGT; Bechara et al., 1994), can be subdivided into two different stages that measure different types of decision-making (under ambiguity vs. under risk; Brand et al., 2006). This distinction could be interpreted as closely related to the shift from Level 1 (decisions under ambiguity) to Level 2 (decisions under risk) of awareness in our study. Some studies notably suggest that when explicit understanding about the contingencies of the task is acquired, executive functions highly influence the ability of individuals to make advantageous decisions (Brand et al., 2007; Van Duijvenvoorde et al., 2012). For example, Van Duijvenvoorde et al. (2012) administered two different versions of the IGT to a sample composed of individuals aged between 7 and 29 years. In a standard version of the IGT, no information was provided to the participants regarding the choice properties (*noninformed* condition). In the alternative version (*informed* condition), the gains, losses, and probabilities of all options were explicitly presented. As the authors note, these two conditions allow for distinguishing between ambiguous and risky decision-making scenarios. Notably, Van Duijvenvoorde and coworkers showed that the youngest individuals (between 7 and 11 years old) of the informed group outperformed their peers of the noninformed group in terms of the final number of selections made from advantageous decks. This result suggests that decision-making in the IGT draws (to some extent) on working memory. Although we cannot completely rule out the influence of working memory on our results, it should be pointed out that the requirements to track and maintain the gains and losses in our study (with a two-deck version) were less demanding than those in Van Duijvenvoorde et al.'s (2012) study (with a four-deck version). In support of this claim, using the two-deck version of the CGT and based on relational complexity theory, Bunch et al. (2007) demonstrated that 42% of 4-year-olds and 83% of 5-year-olds show mastery in the processing of the ternary relations linking three arguments (deck, magnitude of gain, magnitude of loss) required for success on the task. Moreover, several studies have shown that when the complexity of the task is low, four-year-olds exhibit sufficient ability to succeed, being capable of performing above chance and at a similar level to 5-year-olds (Bunch et al., 2007; Gao et al., 2009; Kerr & Zelazo, 2004; Mata et al., 2013). For example, using Kerr and Zelazo's (2004) two-deck version of the CGT, Mata et al. (2013) and Gao et al. (2009) showed that performance improved significantly between 3 and 4 years but not between 4 and 5 years. Given that our sample was composed of older children (mean age $6.32 \pm .6$ years), working memory asymmetries are unlikely to have been responsible for the difference in performance. The weakness of this deficit-based interpretation is exacerbated by the absence of an association between fluid intelligence and task performance.

Limitations and Future Directions

Some limitations of the present study should be noted. First, awareness was measured at the end of the task. Owing to the correlational nature of our design, it is impossible to determine the actual role that this played during the task. In other words, knowing the "badness" or "goodness" of the decks at the end of the task does not guarantee that this knowledge has guided choices during the game. The assessment of explicit knowledge is problematic. For instance, using a two-deck version of the task similar to the one used here, Garon and Moore (2007a) found that: (a) A high percentage of the four-year-olds who performed the task exhibited some knowledge of the game when they were evaluated through an awareness test administered in the middle of the task (at the end of the 40th trial); (b) This awareness improved in a second test applied at the end of the task (after the 60th trial); (c) explicit knowledge during the task was associated with task performance. Garon and Moore (2007a) suggested that the simple act of asking the children questions about the characteristics of the decks in terms of gain and losses may have led them to reflect, allowing them to access and use their conscious knowledge to make favorable choices. Although they confirmed their hypothesis in a second experiment (Garon & Moore, 2007a), they failed to find the "scaffolding effect" in a later study (Garon et al., 2015). Future studies could manipulate the time at which the awareness test is given. Assessing the level of awareness in the middle of the task would allow us to determine, for example, whether children from low-SES backgrounds who exhibit explicit knowledge of deck contingencies continue showing risk-taking behavior. In a similar vein, future research on SES differences in CGT performance should include an informed condition so that more direct comparisons can be made regarding the role of explicit knowledge in task performance. Regarding the present study, the significant main effect of awareness on overall task performance suggests that this information was available to some extent and contributed to decision-making during the game.

It is worth noting one final caveat to the interpretation of our findings. Our sample included almost no children from the more economically privileged sectors of Uruguayan society. This point is interesting because the differences observed between the SES groups could have been even greater had we compared affective decision-making in populations at the extremes of the socioeconomic gradient.

The CGT has inherited the theoretical-methodological assumptions of the clinical studies of Damasio and colleagues in patients with lesions in the ventromedial prefrontal cortex (Bechara et al., 1994). By way of illustration, one may note the terminology used to name the decks (e.g., advantageous and disadvantageous decks), so that deficit-based concepts remain embedded in the task's own methodological language. The research tradition in affective decision-making using the CGT still suffers from an underrepresentation of children from low-SES families in its samples. The present study adds to a still scarce literature that aims to reduce this historical gap and seeks to contribute to the characterization of decision-making processes in these populations.

Conclusion

Deficit-based models proposing that early-life stress inevitably impairs cognitive development have dominated the psychological

literature. This approach has supported the notion that “future-oriented prudence” (i.e., the ability to delay gratification for a larger future reward; Thompson et al., 1997) is a “good” skill, adaptive regardless of the ecological context in which development occurs. The results of the present study support conceptualizations drawn from the evolutionary LH framework that challenge the aforementioned prevailing view. On the one hand, the decision-making pattern observed in the middle/high-SES group is consistent with the notion that future-oriented behaviors are adaptive in safe and predictable environments. On the other hand, the present-oriented decision-making pattern observed in the low-SES group is in agreement with the evolutionary–developmental perspective: risky behaviors oriented toward immediate gain would be contextually functional responses to resource-poor conditions rather than deficits.

References

- Andrews, G., & Moussaumai, J. (2015). Improving children's affective decision making in the Children's Gambling Task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139, 18–34. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.05.005>
- ANEP. (2016). *Survey of sociocultural characteristics of the public schools of the Council of Initial and Primary Education 2015*.
- Arend, M. G., & Schäfer, T. (2019). Statistical power in two-level models: A tutorial based on Monte Carlo simulation. *Psychological Methods*, 24(1), 1–19. <https://doi.org/10.1037/met0000195>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50, (1-3), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275(5304), 1293–1295. <https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: Some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(4), 159–162. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.02.002>
- Brand, M., Labudda, K., & Markowitsch, H. J. (2006). Neuropsychological correlates of decision-making in ambiguous and risky situations. *Neural Networks*, 19(8), 1266–1276. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.03.001>
- Brand, M., Recknor, E. C., Grabenhorst, F., & Bechara, A. (2007). Decisions under ambiguity and decisions under risk: Correlations with executive functions and comparisons of two different gambling tasks with implicit and explicit rules. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 86–99. <https://doi.org/10.1080/13803390500507196>
- Brown, L., Shebenou, R. J., & Johnsen, S. K. (1990). *Test of nonverbal intelligence: A language-free measure of cognitive ability, examiner's manual* (2nd ed.). Pro-ed.
- Bunch, K. M., Andrews, G., & Halford, G. S. (2007). Complexity effects on the children's gambling task. *Cognitive Development*, 22(3), 376–383. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.01.004>
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97(3), 404–431. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.404>
- Casey, B. J., Somerville, L. H., Gotlib, I. H., Ayduk, O., Franklin, N. T., Askren, M. K., Jonides, J., Berman, M. G., Wilson, N. L., Teslovich, T., Glover, G., Zayas, V., Mischel, W., & Shoda, Y. (2011). Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(36), 14998–15003. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108561108>
- Chen, E., Cohen, S., & Miller, G. E. (2010). How low socioeconomic status affects 2-year hormonal trajectories in children. *Psychological Science*, 21(1), 31–37. <https://doi.org/10.1177/0956797609355566>
- Crone, E. A., Somsen, R. J., Van Beek, B., & Van Der Molen, M. W. (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. *Psychophysiology*, 41(4), 531–540. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2004.00197.x>
- Crone, E. A., Bunge, S. A., Latenstein, H., & van der Molen, M. W. (2005). Characterization of children's decision making: Sensitivity to punishment frequency, not task complexity. *Child Neuropsychology*, 11(3), 245–263. <https://doi.org/10.1080/092970490911261>
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Neuropsychology*, 25(3), 251–279. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2503_2
- Crone, E. A., Vendel, I., & Van der Molen, M. W. (2003). Decision-making in disinhibited adolescents and adults: Insensitivity to future consequences or driven by immediate reward? *Personality and Individual Differences*, 35(7), 1625–1641. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00386-0](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00386-0)
- Del Giudice, M. (2015). Self-regulation in an evolutionary perspective. In G. Gendolla, M. Tops, & S. Koole (Eds.), *Handbook of biobehavioral approaches to self-regulation* (pp. 25–41). Springer.
- Delgado, H., Aldecosea, C., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., Nin, V., Lipina, S., & Carboni, A. (2020). *Unpublished data on Socioeconomic Status Differences in Children's Affective Decision-Making (Version 3)*. Universidad de la República. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.15078204.v3>
- Demaree, H. A., Burns, K. J., & DeDonno, M. A. (2010). Intelligence, but not emotional intelligence, predicts Iowa Gambling Task performance. *Intelligence*, 38(2), 249–254. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2009.12.004>
- Duran, C. A. K., & Grissmer, D. W. (2020). Choosing immediate over delayed gratification correlates with better school-related outcomes in a sample of children of color from low-income families. *Developmental Psychology*, 56(6), 1107–1120. <https://doi.org/10.1037/dev0000920>
- Ellis, B. J., & Del Giudice, M. (2014). Beyond allostatic load: Rethinking the role of stress in regulating human development. *Development and Psychopathology*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1017/S0954579413000849>
- Ellis, B. J., & Del Giudice, M. (2019). Developmental adaptation to stress: An evolutionary perspective. *Annual Review of Psychology*, 70, 111–139. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011732>
- Ellis, B. J., Abrams, L. S., Masten, A. S., Sternberg, R. J., Tottenham, N., & Frankenhuis, W. E. (2020). Hidden talents in harsh environments. *Development and Psychopathology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1017/S0954579420000887>
- 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>
- 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(2), 204–268. <https://doi.org/10.1007/s12110-009-9063-7>
- Evans, G. W. (2003). A multimethodological analysis of cumulative risk and allostatic load among rural children. *Developmental Psychology*, 39(5), 924–933. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.5.924>
- Evans, G. W., & English, K. (2002). The environment of poverty: Multiple stressor exposure, psychophysiological stress, and socioemotional adjustment. *Child Development*, 73(4), 1238–1248. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00469>
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., Malmud, E. K., & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, 1110(1), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.06.072>

- Fawcett, T. W., McNamara, J. M., & Houston, A. I. (2012). When is it adaptive to be patient? A general framework for evaluating delayed rewards. *Behavioural Processes*, 89(2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.08.015>
- Fellows, L. K., & Farah, M. J. (2005). Different underlying impairments in decision-making following ventromedial and dorsolateral frontal lobe damage in humans. *Cerebral Cortex*, 15(1), 58–63. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh108>
- Fenneman, J., & Frankenhuys, W. E. (2020). Is impulsive behavior adaptive in harsh and unpredictable environments? A formal model. *Evolution and Human Behavior*, 41(4), 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2020.02.005>
- Fields, A., Bloom, P. A., VanTieghem, M., Harmon, C., Choy, T., Camacho, N. L., 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(6), e13133. <https://doi.org/10.1111/desc.13133>
- Frankenhuys, W. E., & de Weerth, C. (2013). Does early-life exposure to stress shape or impair cognition? *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 407–412. <https://doi.org/10.1177/0963721413484324>
- Frankenhuys, W. E., & Nettle, D. (2020). The strengths of people in poverty. *Current Directions in Psychological Science*, 29(1), 16–21. <https://doi.org/10.1177/0963721419881154>
- Frankenhuys, W. E., Panchanathan, K., & Nettle, D. (2016). Cognition in harsh and unpredictable environments. *Current Opinion in Psychology*, 7, 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.08.011>
- Frankenhuys, 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>
- Gao, S., Wei, Y., Bai, J., Lin, C., & Li, H. (2009). Young children's affective decision-making in a gambling task: Does difficulty in learning the gain/loss schedule matter? *Cognitive Development*, 24(2), 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.07.006>
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition*, 55(1), 158–170. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00272-0](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00272-0)
- Garon, N., & Moore, C. (2007a). Awareness and symbol use improves future-oriented decision making in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 39–59. https://doi.org/10.1207/s15326942dn3101_3
- Garon, N., & Moore, C. (2007b). Developmental and gender differences in future-oriented decision-making during the preschool period. *Child Neuropsychology*, 13(1), 46–63. <https://doi.org/10.1080/09297040600762701>
- Garon, N., Longard, J., Craig, B., & Kent, K. (2015). Loss frequency and awareness predict performance on a preschool variant of the Iowa Gambling Task. *Journal of Cognition and Development*, 16(2), 286–301. <https://doi.org/10.1080/15248372.2013.826662>
- Garon, N., Moore, C., & Waschbusch, D. A. (2006). Decision making in children with ADHD only, ADHD-anxious/depressed, and control children using a child version of the Iowa Gambling Task. *Journal of Attention Disorders*, 9(4), 607–619. <https://doi.org/10.1177/1087054705284501>
- General Assembly of the World Medical Association. (2014). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *The Journal of the American College of Dentists*, 81(3), 14–18.
- Griskevicius, V., Ackerman, J. M., Cantú, S. M., Delton, A. W., Robertson, T. E., Simpson, J. A., Thompson, M. E., & Tybur, J. M. (2013). When the economy falters, do people spend or save? Responses to resource scarcity depend on childhood environments. *Psychological Science*, 24(2), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0956797612451471>
- Griskevicius, V., Tybur, J. M., Delton, A. W., & Robertson, T. E. (2011). The influence of mortality and socioeconomic status on risk and delayed rewards: A life history theory approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(6), 1015–1026. <https://doi.org/10.1037/a0022403>
- Haushofer, J., & Fehr, E. (2014). On the psychology of poverty. *Science*, 344(6186), 862–867. <https://doi.org/10.1126/science.1232491>
- Humphreys, K. L., Lee, S. S., Telzer, E. H., Gabard-Durnam, L. J., Goff, B., Flannery, J., & Tottenham, N. (2015). Exploration-exploitation strategy is dependent on early experience. *Developmental Psychobiology*, 57(3), 313–321. <https://doi.org/10.1002/dev.21293>
- Jachimowicz, J. M., Chafik, S., Munrat, S., Prabhu, J. C., & Weber, E. U. (2017). Community trust reduces myopic decisions of low-income individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(21), 5401–5406. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617395114>
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148–157. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00275-6)
- Last, B. S., Lawson, G. M., Breiner, K., Steinberg, L., & Farah, M. J. (2018). Childhood socioeconomic status and executive function in childhood and beyond. *PLoS ONE*, 13(8), e0202964. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202964>
- 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>
- Lerner, R. M. (2006). Developmental science, developmental systems, and contemporary theories of human development. In W. Damon & R. M. Lerner (Series Eds.) & R. M. Lerner (Vol. Ed.), *Handbook of child psychology: Vol 1. Theoretical models of human development* (6th ed., pp. 1–17). Wiley.
- Lerner, R. M. (2018). *Concepts and theories of human development* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203581629>
- Li, D., Liu, T., Zhang, X., Wang, M., Wang, D., & Shi, J. (2017). Fluid intelligence, emotional intelligence, and the Iowa Gambling Task in children. *Intelligence*, 62, 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.04.004>
- 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>
- Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa gambling task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(45), 16075–16080. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406666101>
- Mani, A., Mullainathan, S., Shafir, E., & Zhao, J. (2013). Poverty impedes cognitive function. *Science*, 341(6149), 976–980. <https://doi.org/10.1126/science.1238041>
- Mata, F., Sallum, I., Miranda, D. M., Bechara, A., & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Do general intellectual functioning and socioeconomic status account for performance on the Children's Gambling Task? *Frontiers in Neuroscience*, 7, 68. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00068>
- 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>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- 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>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Perera, M., & Cazulo, P. (2016). *Socioeconomic Level Index. Update Proposal*. CINVE.
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., & Team, R. C. (2013). *nlme: Linear and nonlinear mixed effects models*. R Package.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Richmond-Rakerd, L. S., Caspi, A., Ambler, A., d'Arbeloff, T., de Bruine, M., Elliott, M., Harrington, H., Hogan, S., Houts, R. M., Ireland, D., Keenan, R., Knodt, A. R., Melzer, T. R., Park, S., Poulton, R., Ramrakha, S., Rasmussen, L. J. H., Sack, E., Schmidt, A. T., . . . Moffitt, T. E. (2021). Childhood self-control forecasts the pace of mid-life aging and preparedness for old age. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(3), e2010211118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2010211118>
- Ritter, N., Kilinc, E., Navruz, B., & Bae, Y. (2011). Test Review: L. Brown, RJ Sherbenou, & SK Johnsen Test of Nonverbal Intelligence-4 (TONI-4). Austin, TX: PRO-ED, 2010. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(5), 484–488. <https://doi.org/10.1177/0734282911400400>
- Sheridan, M. A., & McLaughlin, K. A. (2014). Dimensions of early experience and neural development: Deprivation and threat. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(11), 580–585. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.09.001>
- Stevens, C., Lauinger, B., & Neville, H. (2009). Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: An event-related brain potential study. *Developmental Science*, 12(4), 634–646. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00807.x>
- Sturge-Apple, M. L., Suor, J. H., Davies, P. T., Cicchetti, D., Skibo, M. A., & Rogosch, F. A. (2016). Vagal tone and children's delay of gratification: Differential sensitivity in resource-poor and resource-rich environments. *Psychological Science*, 27(6), 885–893. <https://doi.org/10.1177/0956797616640269>
- Suor, J. H., Sturge-Apple, M. L., Davies, P. T., & Cicchetti, D. (2017). A life history approach to delineating how harsh environments and hawk temperament traits differentially shape children's problem-solving skills. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 58(8), 902–909. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12718>
- Thompson, C., Barresi, J., & Moore, C. (1997). The development of future-oriented prudence and altruism in preschoolers. *Cognitive Development*, 12(2), 199–212. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(97\)90013-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(97)90013-7)
- Van Duijvenvoorde, A. C., Jansen, B. R., Bredman, J. C., & Huizenga, H. M. (2012). Age-related changes in decision making: Comparing informed and noninformed situations. *Developmental Psychology*, 48(1), 192–203. <https://doi.org/10.1037/a0025601>
- Vohs, K. D. (2013). Psychology. The poor's poor mental power. *Science*, 341(6149), 969–970. <https://doi.org/10.1126/science.1244172>
- Watts, T. W., Duncan, G. J., & Quan, H. (2018). Revisiting the marshmallow test: A conceptual replication investigating links between early delay of gratification and later outcomes. *Psychological Science*, 29(7), 1159–1177. <https://doi.org/10.1177/0956797618761661>
- Webb, C. A., DelDonno, S., & Killgore, W. D. (2014). The role of cognitive versus emotional intelligence in Iowa Gambling Task performance: What's emotion got to do with it? *Intelligence*, 44, 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.03.008>
- Wilson, A. C., Lengua, L. J., Tininenko, J., Taylor, A., & Trancik, A. (2009). Physiological profiles during delay of gratification: Associations with emotionality, self-regulation, and adjustment problems. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(6), 780–790. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2009.05.002>
- Young, E. S., Frankenhuys, W. E., & Ellis, B. J. (2020). Theory and measurement of environmental unpredictability. *Evolution and Human Behavior*, 41(6), 550–556. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2020.08.006>
- 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., Qu, L., & Kesek, A. C. (2010). Hot executive function: Emotion and the development of cognitive control. In S. 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>

Received March 1, 2021

Revision received February 2, 2022

Accepted March 11, 2022 ■

4

Variaciones
socioeconómicas en las
respuestas cardíacas
durante la toma de
decisiones en la tarea de
juego

Experimento III:

Variaciones en las respuestas cardíacas durante la toma de decisiones

El Experimento III se centró en investigar la influencia de las respuestas cardíacas relacionadas con los mazos en la toma de decisiones afectiva en niños provenientes de distintos entornos socioeconómicos (objetivo específico 3). Se examinaron específicamente las variaciones en los patrones de respuesta cardíaca anticipatoria (marcadores somáticos) (objetivo específico 3.1), las reacciones a los resultados obtenidos (objetivo específico 3.2), y cómo ambas respuestas cardíacas se relacionaron con el rendimiento en la CGT. Basándonos en la hipótesis de que las variaciones en el rendimiento en la CGT entre niños de diferentes entornos socioeconómicos no se atribuyen a la aparición de déficits durante el desarrollo, postulamos que todos los grupos, independientemente de su desempeño o NSE, mostrarían respuestas somáticas anticipatorias similares

(es decir, no se observarían respuestas nulas o significativamente atenuadas hacia los mazos). No obstante, anticipábamos encontrar una marcada desaceleración cardíaca antes de seleccionar el mazo desventajoso en comparación con el ventajoso, particularmente en los participantes de buen desempeño y provenientes de hogares de NSE medio/alto. Esta respuesta somática serviría como un indicador de advertencia o alerta. Además, esperábamos una correlación positiva entre la desaceleración cardíaca anticipatoria frente al mazo desventajoso y el rendimiento en la CGT en los niños del subgrupo de mayor desempeño y NSE medio/alto. Es decir, preveíamos que, dentro de este subgrupo, aquellos individuos que presentaran una desaceleración cardíaca más pronunciada mostrarían una preferencia por opciones más seguras en la tarea. Debido a la ausencia de investigaciones previas sobre la relación entre los marcadores somáticos y la toma de decisiones en niños de entornos socioeconómicos bajos, no se establecieron hipótesis específicas para este grupo. Respecto a las respuestas cardíacas a las ganancias y pérdidas, nuestra hipótesis era que se observaría una desaceleración cardíaca más intensa tras las pérdidas en comparación con las ganancias, aunque no preveíamos diferencias en las respuestas autonómicas a la retroalimentación o *feedback* entre los distintos grupos de desempeño/NSE.

Experimento IV:

Asociación entre las respuestas cardíacas anticipatorias y el conocimiento explícito

Finalmente, el Experimento IV se enfocó en investigar si las respuestas autonómicas anticipatorias pueden predecir el conocimiento explícito y si la naturaleza de esta relación varía según el NSE. De acuerdo con la HMS, anticipamos que existiría una correlación entre la actividad cardíaca anticipatoria hacia el mazo desfavorable y el conocimiento explícito. En particular, propusimos que en los niños procedentes de familias de NSE medio/alto, una mayor desaceleración cardíaca se asociaría con una mayor probabilidad de adquirir conocimiento explícito sobre la tarea. Por otro lado, en el caso de los niños de hogares de bajo NSE, el enfoque del estudio se dirigió hacia un análisis exploratorio sin establecer hipótesis previas.

Los hallazgos asociados a los experimentos III y IV derivaron en la publicación del Artículo 2:

Delgado, H., Lipina, S., Pastor, M. C., Muniz-Terrera, G., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., & Carboni, A. (2024). Differential psychophysiological responses associated with decision-making in children from different socioeconomic backgrounds. *Child Development*, 00, 1–16. <https://doi.org/10.1111/cdev.14082>



EMPIRICAL ARTICLE

Differential psychophysiological responses associated with decision-making in children from different socioeconomic backgrounds

Hernán Delgado^{1,2} | Sebastián Lipina^{3,4} | M. Carmen Pastor⁵ |
Graciela Muniz-Terrera^{6,7} | Ñeranei Menéndez¹ | Richard Rodríguez¹ |
Alejandra Carboni^{1,2}

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

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

³Unidad de Neurobiología Aplicada (UNA, CEMIC-CONICET), Buenos Aires, Argentina

⁴Instituto Universitario CEMIC (IUC), Buenos Aires, Argentina

⁵Departamento de Psicología Básica, Clínica y Psicobiología, Universitat Jaume I, Castello de la Plana, Spain

⁶Ohio University Heritage College of Osteopathic Medicine, Athens, Ohio, USA

⁷University of Edinburgh, Edinburgh, UK

Correspondence

Hernán Delgado, Facultad de Psicología, Centro de Investigación Básica en Psicología, Universidad de la República, Tristán Narvaja 1674, ZP 11200 Montevideo, Uruguay.
Email: hdelgadovivas@gmail.com

Funding information

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII); Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA); Comisión Académica de Posgrado (CAP)

Abstract

This study examined how socioeconomic status (SES) influences on decision-making processing. The roles of anticipatory/outcome-related cardiac activity and awareness of task contingencies were also assessed. One hundred twelve children ($M_{\text{age}} = 5.83$, $SD_{\text{age}} = 0.32$; 52.7% female, 51.8% low-SES; data collected October–December 2018 and April–December 2019) performed the Children's Gambling Task, while heart rate activity was recorded. Awareness of gain/loss contingencies was assessed after completing the task. Distinct decision-making strategies emerged among low and middle/high-SES children. Despite similar awareness levels between SES groups, future-oriented decision-making was linked solely to the middle/high-SES group. Somatic markers did not manifest unequivocally. However, contrasting cardiac patterns were evident concerning feedback processing and the association between anticipatory activity and awareness (low: acceleration vs. middle/high: deceleration). Results are interpreted from an evolutionary-developmental perspective.

Future-oriented strategies are regarded as adaptive within the realm of self-regulation (Garon & Moore, 2004). This cognitive approach, which entails the anticipation and planning for future events and consequences, is

associated with a spectrum of positive life outcomes, such as enhanced academic achievement and improved overall health and well-being (Johnson et al., 2014). In contrast, deficit-based terminologies such as “shortsightedness”

Abbreviations: ACM, adaptive calibration model; ANS, autonomic nervous system; CAN, central autonomic network; CGT, Children's Gambling Task; ECG, electrocardiography; GLMM, generalized linear mixed model; HR, heart rate; IBI-CF, interbeat interval concurrent to the presentation of the feedback; IBI-CR, interbeat interval concurrent to the response; IBI-FF, interbeat interval following the presentation of the feedback; IBI-PR, interbeat interval preceding the response; IGT, Iowa Gambling Task; LHT, life history theory; SES, socioeconomic status; SLI, Socioeconomic Level Index; SMH, somatic marker hypothesis; VMPFC, ventromedial prefrontal cortex.



or “myopia for the future” often describe an inclination toward immediate reward-oriented decision-making strategies (Haushofer & Fehr, 2014; Mani et al., 2013), especially prevalent among individuals experiencing impoverished circumstances. However, the integration of evolutionary life history theory (LHT) into psychological science offers an alternative conceptual framework. This perspective acknowledges cognitive deficits yet proposes that individuals in adverse circumstances adapt according to their specific local environmental conditions. This distinction is significant, as the evolutionary perspective posits that adverse environments can yield specific beneficial outcomes for certain domains of cognitive functioning (Ellis et al., 2017). According to LHT, individuals raised in stable and secure environments tend to exhibit slow strategies characterized by a future-oriented mindset and behavioral tendencies. In contrast, individuals facing harsh and uncertain environmental conditions are more inclined to adopt fast strategies, displaying present-oriented regulatory strategies (Del Giudice, 2015; Delgado & Carboni, 2022; Fawcett et al., 2012; Frankenhuys et al., 2016; Griskevicius et al., 2013).

Decision-making is a complex cognitive process that is pivotal in shaping human behavior. It involves evaluating alternatives, considering potential outcomes, and selecting the most appropriate action. While rational deliberation and logical reasoning are influential factors, emotion-based processes also significantly impact this process, providing valuable information on the affective significance of choices (Lerner et al., 2015). The Iowa Gambling Task (IGT; Bechara et al., 1994) is a well-established experimental paradigm for investigating affective decision-making. In the IGT, participants repeatedly choose from four decks of cards, each offering rewards or punishments. While two decks are disadvantageous in the long run, providing large initial rewards but higher punishments over time, the other two decks are advantageous, yielding lower gains and losses, resulting in long-term gains. Participants learn about these outcomes through successive selections and feedback (Bechara et al., 1994).

In their extensive studies, Bechara et al. (1994, 1996, 1997, 2000) observed that cognitively intact adults gradually preferred advantageous decks over time, while individuals with ventromedial prefrontal cortex (VMPFC) lesions displayed decision-making patterns driven solely by immediate outcomes, making more disadvantageous choices. Surprisingly, only healthy volunteers showed anticipatory Skin Conductance Responses (SCRs), with larger SCRs preceding disadvantageous choices. Bechara et al. (1996, 1997) interpreted these SCRs as “somatic markers” reflecting emotion-based processes that influence behavior, even before participants explicitly recognized which deck posed a higher risk. The absence of these autonomic signals in individuals with VMPFC impairments, as observed in the study, highlights the crucial role of the VMPFC in the neural network required

for the functioning of somatic markers. The neural basis of Damasio's somatic marker hypothesis (SMH) overlaps significantly with the central autonomic network (CAN), which comprises brain regions such as the VMPFC, anterior cingulate, insular cortex, amygdala, hypothalamus, and others, responsible for regulating the autonomic nervous system (ANS) activity (Benarroch, 1993). This alignment is further elucidated by Thayer and Lane's neurovisceral integration model (2009), which emphasizes the role of the VMPFC in coordinating the body's response to emotional stimuli through the ANS. Although skin conductance activity has been commonly used to measure somatic markers, the SMH suggests that the VMPFC may also have multiple autonomic effectors as outputs, as supported by the literature on the CAN (Thayer & Lane, 2009). Notably, heart rate (HR) serves as another important somatic signal in this context. Classical studies focused on orienting and attention have established that novel affective stimuli elicit an orienting response indexed by cardiac deceleration (for review, see Bradley, 2009). Moreover, HR deceleration is enhanced during anticipation of threatening events such as an unavoidable shock (Somsen et al., 1983). Similar findings have been observed in studies focusing on the IGT. For instance, Crone et al. (2004) noted that good performers exhibited a significantly decelerated anticipatory HR before selecting the disadvantageous decks, unlike poor performers. In general, research studies incorporating psychophysiological data have replicated the findings indicating elevated anticipatory autonomic responses toward the disadvantageous decks (Bechara et al., 1999, 2000; Bechara & Damasio, 2002; Campbell et al., 2004; Suzuki et al., 2003; Tomb et al., 2002). In addition to examining somatic markers, the investigation of psychophysiological reactions following gains or losses is of relevance, as reduced responses to positive and/or negative consequences could indicate a differential sensitivity to outcomes (Crone & Van Der Molen, 2007).

Examining decision-making and related processes in early childhood provides insights into potential risk factors or vulnerabilities that, as demonstrated by several studies (e.g., see Casey et al., 2011; Moffitt et al., 2011), may have lasting implications later in life. Additionally, a number of studies using the IGT and its children's variant, the Children's Gambling Task (CGT; Kerr & Zelazo, 2004), have consistently demonstrated that the capacity for making future-oriented advantageous choices improves progressively during childhood and adolescence (Crone & Van Der Molen, 2007; Gao et al., 2009; Garon & Moore, 2004; Kerr & Zelazo, 2004). Furthermore, several studies have documented a positive association between conscious awareness of reward and loss contingencies and performance in the CGT, emphasizing its significance in the emergence of future-oriented strategies (Garon et al., 2015; Garon & Moore, 2007). However, the assessment of somatic markers in children has been limited (Crone & Van Der Molen, 2007; Lees et al., 2022), with these studies finding no significant

between-person differences in autonomic responses. Moreover, existing research in this field has predominantly focused on individuals from middle and upper-class backgrounds in industrialized countries, leaving a gap in understanding children from low-socioeconomic status (SES) backgrounds (Delgado et al., 2022; Mata et al., 2013). Recently, we administered the CGT to children from low and middle/high-SES backgrounds between the ages of 5 and 7 years (Delgado et al., 2022). Whereas children from middle/high-SES backgrounds exhibited future-oriented behavior during the course of the game, their low-SES peers did not act in a full long-term manner. While no variations in awareness of deck contingencies were found between SES groups, suggesting no inherent reasoning deficits, low-SES children prioritized immediate gains despite comprehending the associated risk. To our knowledge, no study has yet investigated neither the expression of somatic markers nor the psychophysiological responses to gains and losses during a gambling task in low-SES individuals.

We had five objectives in our study. The first was to examine the association between SES and affective decision-making strategies in children and explore if this association could indicate children's adaptation to their environmental conditions. Aligned with the LHT framework, we anticipated that children from low-SES backgrounds would exhibit relatively elevated and stable levels of risk-seeking strategies, indicative of present-oriented behavior. This expectation was upheld even though they understood the task's contingencies and exhibited anticipatory autonomic responses. In contrast, we expected their higher SES peers to develop a propensity for selecting the safe deck, reflecting future-oriented behavior. We also sought to determine whether potential disparities in decision-making between SES groups could be attributed to differences in the level and use of explicit knowledge of the reward/punishment schedule and HR changes preceding choices and following outcomes. Thus, a second objective was to explore the association between awareness and task performance. We sought to replicate the findings obtained in our prior study (Delgado et al., 2022). Despite expecting similar levels of explicit understanding across SES groups, we anticipated differences in its application during the task. A third objective was to investigate the formation of somatic markers (HR was utilized as an autonomic activity indicator). It was hypothesized that high-performing individuals from privileged SES backgrounds would exhibit a more noticeable HR deceleration before disadvantageous choices, in line with previous research. We also expected a positive relation between anticipatory HR slowing preceding the disadvantageous deck and performance on the CGT for these individuals (i.e., those individuals in the good/middle/high-SES group who exhibit a larger HR slowing response would perform more advantageous on the task). Due to the limited prior research on the connection between somatic

markers and decision-making in children from low-SES backgrounds, while we anticipated observing the formation of a somatic marker, we did not formulate specific hypotheses about the nature of the cardiac response (whether acceleratory or deceleratory) for this group in the current study. The fourth objective of our study was to examine psychophysiological responses following gains and losses, as variations in performance may result from different sensitivities toward losses. We hypothesized that HR slowing would be larger following punishments relative to reward outcomes, but we do not expect differences in autonomic responses to feedback between performance/SES groups. Considering the lack of consistent evidence concerning SES differences in the effects of explicit knowledge and autonomic activity on decision-making, the analyses in the present study were primarily exploratory.

A final contribution of this article was the exploration of the association between anticipatory cardiac responses and explicit understanding, a topic that continues to evoke considerable debate (Dunn et al., 2006). A primary criticism of the SMH is its supposed impenetrability of the IGT and the potential role of explicit knowledge in decision-making (Maia & McClelland, 2004). If the gain/loss schedule is penetrable early in the task, this could contradict the notion that successful IGT performance is guided by unconscious signals before conscious knowledge of the best choices. This raises two possible implications: (1) somatic markers may not be essential for good performance on the task, or (2) anticipatory autonomic activity might be a consequence of conscious knowledge. The fifth objective was to test anticipatory autonomic responses as predictors of explicit knowledge, and additionally, to assess whether this association varies across SES groups. In alignment with the SMH, we anticipated an association between anticipatory cardiac activity toward the disadvantageous deck and explicit knowledge. Specifically, among privileged SES children, greater cardiac decelerative responses were hypothesized to correlate with higher probability of acquiring task awareness. Conversely, for low-SES children, the study adopted an exploratory approach without predefined hypotheses.

METHOD

Participants

The study comprised 112 children (53 male, 59 female) who underwent cardiac activity monitoring while performing the CGT, with this sample being a subset of a prior publication (Delgado et al., 2022). The participants were preschoolers recruited from 7 different public schools in Montevideo (Uruguay), ranging in age from 5 to 6 years ($M=5.83$, $SD=0.32$). Fifty-four children (48.2%) were from middle/high-SES, and 58 (51.8%) from low-SES backgrounds, according to the Socioeconomic

Level Index (SLI) described later in this section. Background data are reported in Table 1.

Procedure

Data collection comprised four components: consent and assent procedures, cognitive and physiological assessments, a socioeconomic questionnaire, and debriefing. Parents/caregivers provided written informed consent, while children offered verbal assent. Ethical approval was granted by the School of Psychology (Universidad de la República) Research Ethics Committee (Protocol Number: 191175, Project Title: Desarrollo de la autorregulación en la primera infancia: efectos interactivos entre la sensibilidad biológica al contexto y el nivel socioeconómico). All methods adhered to the World Medical Association (WMA) Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2014). Data collection took place during two time periods: October 2018 to December 2018, and April 2019 to December 2019.

Children were individually tested in a quiet schoolroom. Before the experimental session, each participant was led to the prize table to select the desired prize for the game. After electrode attachment, a 5-min acclimatization period was provided, during which children were instructed to sit still and relax. The CGT was then initiated and the psychophysiological recording took place, lasting approximately 25 to 35 min on average. Parents or caregivers completed the SLI questionnaire through telephone interviews.

Measures

Socioeconomic status

An interviewer-administered questionnaire was applied to the parents to obtain the SLI of each family (Perera

& Cazulo, 2016). The SLI comprises 12 items that assess various sociodemographic and socioeconomic factors, such as family composition, type of health coverage (public or private) of family members, number of income earners in the household, educational level of the household head, and place of residence. The questionnaire is scored on a 0 to 100 scale, classifying households into three economic classes: high (51–100), middle (32–50), and low (0–31). In Uruguay, children from the highest socioeconomic strata typically attend private schools, which is why only 9 participants in our study belonged to the high-class economic category. Therefore, we consolidated the SES classification into two categories: low (SLI score range 8–31) and middle/high (SLI score range 32–66), adopting an approach consistent with prior research (Bao et al., 2020; Delgado et al., 2022; Poon et al., 2022). SLI scores are presented in Table 1. SES was dummy-coded (0 = *low*, 1 = *middle/high*).

Children's Gambling Task

A computerized version of the CGT was developed, drawing from the original study by Kerr and Zelazo (2004), and programmed using PsychoPy (Peirce, 2007) (Figure S1). Participants were presented with two decks of cards, each containing cards that either rewarded or punished them by adding or subtracting from their account. The task consisted of a total of 60 card selections, divided into 5 blocks of 12 trials each. One deck had a back covered with black and white vertical stripes, while the other had a back with horizontal stripes. The front of the cards was divided into two halves. The upper half displayed gains represented by happy yellow faces, and the lower half displayed losses represented by angry red faces. One deck was disadvantageous in the long term, while the other was advantageous, depending on the gain/loss schedule. For the advantageous deck, each card had a potential gain of one point (feedback type: reward advantageous), interrupted by an unpredictable loss of one point (feedback type: punishment advantageous). For the disadvantageous deck, each card had a potential gain of two points (feedback type: reward disadvantageous), interrupted by potential losses of 4, 5, or 6 points (feedback type: punishment disadvantageous). The order of the cards in each deck was fixed, following the description by Kerr and Zelazo (2004).

In the CGT, the child aimed to maximize their winnings. He or she was informed that accumulating enough points would allow him or her to redeem for attractive prizes (e.g., a bubble blower, a magnetic drawing board, or a fidget spinner) from a table. However, earning a small number of points only allowed exchange for less appealing prizes (e.g., a pencil or an eraser). The task began with six preliminary trials after the child selected the preferred prize. During this phase, the experimenter drew three cards from each deck sequentially. The child

TABLE 1 Demographics and socioeconomic characteristics of low and middle/high-SES samples.

	Low-SES (<i>N</i> = 58)	Middle/high-SES (<i>N</i> = 54)
Age in months, <i>M</i> (SD)	70.75 (3.81)	69.16 (3.80)
Sex, <i>n</i> (%)		
Males	30 (51.72)	23 (42.60)
Females	28 (48.28)	31 (57.40)
SLI score, <i>M</i> (SD)	19.22 (5.71)	43.83 (7.04)
Years of schooling of the householder, <i>n</i> (%)		
0–6	28 (48.28)	4 (7.41)
6–12	30 (51.72)	24 (44.44)
12–16	0 (0.00)	11 (20.37)
16	0 (0.00)	14 (25.93)
>16	0 (0.00)	1 (1.85)

Abbreviations: SES, socioeconomic status; SLI, Socioeconomic Level Index.

was informed about the points earned each time a card was drawn, and the points were displayed on the computer screen. Following the demonstration trials, the children received an initial endowment of 15 happy faces. Test trials followed a similar procedure. At the task's conclusion, a bonus stage allowed children with insufficient points to select one of three cards, each potentially containing a prize symbolized by happy faces. Every child received a 15-happy-face bonus from their chosen card, ensuring all participants could select a preferred prize.

In line with the procedure outlined by Crone et al. (2004), which was derived from Bechara and Damasio's observation that a subset of healthy volunteers exhibited performance levels comparable to patients with VMPFC damage despite displaying anticipatory SCRs, we classified the children in our study as bad (1/3; $n=34$; mean of advantageous choices=26.74, $SE=.48$), moderate (1/3; $n=48$; mean of advantageous choices=30.70, $SE=.13$), and good (1/3; $n=30$; mean of advantageous choices=37.90, $SE=.90$) performers (the sociodemographic characteristics of the groups are presented in Table S1). To address overlapping scores between tertiles, those at the cut-off points for bad-moderate and moderate-good were placed in the moderate group. This strategy ensured clearer interpretation and comparability. There was no significant difference in SES distribution among the three performance groups ($\chi^2=5.83$, $df=2$, $p=ns$).

Awareness test

Children were given four questions immediately after completing the task to explore their awareness of deck contingencies, and received one point for each question answered correctly (Garon & Moore, 2004). Thus, the total awareness score could range from 0 to 4 points. Firstly, the children were asked, "Which deck was the best to pick?". Subsequently, they were queried, "Why do you believe this was the best choice?". A point was given for correctly selecting the advantageous deck and an additional point if they could indicate that the proportion of happy faces was higher for this deck. Similar questions were asked for the disadvantageous deck: "Which deck was the worst to pick?" and "Why was this deck the worst choice?". Points were awarded accordingly for selecting the disadvantageous deck and providing a reason for its disadvantage. Participants were then divided into two awareness groups. The Awareness Level 1 group was composed of children who scored 0 to 1 on the awareness test, corresponding to participants who showed no explicit knowledge of which deck was better/worse or why. Children in Awareness Level 2 scored 2 to 4 on the awareness test. Children in this group reported, after completion of

the task, a minimum and sufficient degree of understanding to discern which deck was better. Awareness was dummy-coded (0 = Level 1, 1 = Level 2).

Psychophysiological data acquisition and reduction

A Powerlab system controlled with LabChart software (ADI Instruments Ltd) was used to record electrocardiography (ECG) throughout the task. ECG signal was recorded at a sampling rate of 1000 Hz through the Lead II derivation, using three AgAg/CL electrodes (6 mm diameter) filled with electrolyte paste. The analysis of HR involved the initial identification of R-R intervals (i.e., the time period between heartbeats) in the raw ECG signal using the ECGLAB toolbox for MATLAB (De Carvalho et al., 2002). The output of the peak detection algorithm was carefully inspected visually, and any missed peaks or erroneously marked artifacts were manually rectified. Based on Crone et al. (2004), anticipatory HR responses were calculated by subtracting the interbeat interval (IBI) preceding the response (IBI-PR) from the IBI concurrent to the response (in which the response occurs; IBI-CR). While positive differences indicate cardiac deceleration, negative values indicate cardiac acceleration. HR responsiveness to outcomes (reward and punishments) was calculated by subtracting the IBI concurrent to the presentation of the feedback (IBI-CF) from the IBI following the presentation of the feedback (IBI-FF) (see Crone & Van Der Molen, 2007).

Statistical analyses

To address objectives 1, 2, 3, and 4, the number of advantageous choices was analyzed by applying logistic generalized linear mixed models fitted via maximum likelihood (GLMMs) using the statistical program R (version 4.1.3; R Core Team, 2015). We used the "glmer" function from the "lme4" package (Bates et al., 2015). To address objective 5, we fitted a generalized linear model. As deck selection was binary (advantageous vs. disadvantageous), we used models with binomial error structure and logit link function. The GLMMs analyses followed a series of successive steps that increased the complexity of the models. The "anova" function was used to remove parameters that did not lead to a significant alteration in deviance, as well as to perform likelihood ratio test comparisons. A detailed description of all the model-building processes as well as the exact model equations for all the GLMMs can be found in the online supplemental materials. Type III Wald tests were used to assess the statistical significance of the predictors and interactions in the final GLMMs models. We illustrated the fixed effects by plotting probabilities predicted by



the fitted models. Additionally, to tackle objectives 3 and 4, we conducted ANOVA.

SES differences in performance on the CGT

In Model A, we investigated the potential impact of SES on performance across task blocks. To achieve this, we included SES, Block, and their interaction in the analysis. To address the issue of repeated measurements, we also accounted for a random intercept for participants. The estimated marginal means for each of the five blocks were also calculated for each SES group using the “emmeans” function from the R package “emmeans” (Lenth et al., 2019), and post hoc pairwise comparisons with Bonferroni correction were applied to test group differences.

The role of awareness on CGT performance by SES

Next, we added four terms—Awareness, Awareness $\times$ SES, Awareness $\times$ Block, Awareness $\times$ SES $\times$ Block to Model A (Model B)—to determine whether the effect of awareness on task performance differed between the SES groups as the experimental task progressed. The estimated marginal means for each block were calculated for the Awareness/SES groups. Post hoc pairwise comparisons with Bonferroni correction were conducted to test for group differences. The rate of awareness of deck contingencies was assessed using a 2 (low-SES vs. middle/high-SES) $\times$ 2 (Level 1 of awareness vs. Level 2 of awareness) chi-square.

Anticipatory HR responses

Two sets of statistical analyses were conducted on the anticipatory HR responses. First, to examine whether there were differences in HR anticipatory response, IBI difference scores (IBI-CR minus IBI-PR) were submitted to a 2 (Deck) $\times$ 2 (SES) $\times$ 3 (Performance Group) ANOVA. Secondly, two GLMMs were fitted to investigate the association between anticipatory HR responses to disadvantageous (Model C) and advantageous (Model D) decks and the frequency of advantageous selections within performance groups. In these analyses, independent variables included SES, Performance Group, and the IBI difference score for the anticipatory response of interest (autonomic activity preceding disadvantageous or advantageous choices). In Model C, our initial assessment aimed to determine if the experimental groups differed from each other. To achieve this, we included Performance Group in the analysis. Subsequently, the impact of anticipatory HR responses to the disadvantageous deck on CGT performance variation

between SES and performance groups was examined, incorporating six terms—SES, Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES, Performance Group $\times$ Disadvantageous, SES $\times$ Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES $\times$ Disadvantageous—into the model equation. A random intercept for participants was also included. The model D adjustment followed the same steps, except for using the HR response toward the advantageous deck instead of the disadvantageous deck. A comprehensive analysis description can be found in the [Supporting Information](#).

HR responses after gains and losses

The next set of analyses focused on the feedback effects (reward and punishment) on HR activity and its relation to performance. Two sets of statistical analyses were conducted. Firstly, IBI difference scores (IBI-FF minus IBI-CF) were subjected to a 4 (Feedback type) $\times$ 2 (SES) $\times$ 3 (Performance Group) ANOVA to examine HR response differences to outcomes. Secondly, two GLMMs (Model E and Model F) were fitted. Dependent and independent variables were almost the same as in the preceding Models C and D. However, independent variables were IBI difference scores for punishments (punishment advantageous and disadvantageous in Model E) and rewards (reward advantageous and disadvantageous in Model F) instead of the anticipatory measures described above (refer to [Supporting Information](#) for a comprehensive description of this analysis).

Relation between autonomic response and awareness

A GLM with binomial error distribution was used to assess the association between explicit knowledge of gain/loss contingencies and the autonomic response preceding risky and safe choices. The dependent variable was Awareness, and the model included interaction terms Disadvantageous (the HR response preceding the risky deck) $\times$ SES and Advantageous (the HR response preceding the safe deck) $\times$ SES.

RESULTS

SES differences in children's decision-making

Model A revealed a significant effect for the interaction of Block and SES, $\chi^2(1)=6.90$, $p<.01$, suggesting that the learning process differed between SES groups as the task progressed ([Figure 1a](#)). [Table 2](#) provides a summary of Model A and the Type III Wald tests. The slope for middle/high-SES children differed significantly from zero ($b=.10$, $z=4.04$, $p<.001$), whereas the slope for low-SES

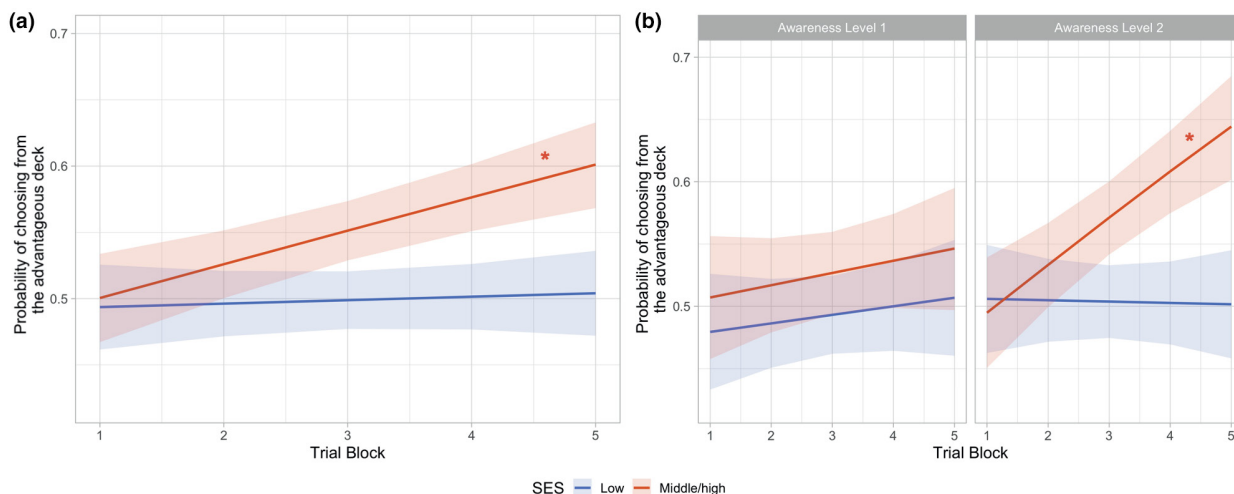


FIGURE 1 Graphical summary of the probability of choosing advantageously predicted by the statistical glmer models A and B as a function of (a) Block and SES and (b) as a function of Block and SES for each Awareness group. *The slope is significantly different from zero ($p < .05$). SES, socioeconomic status.

children did not ($b = .01$, $z = 0.43$, $p = \text{ns}$). To examine the decision patterns within the five blocks, contrasts with Bonferroni correction were conducted. It was found that in blocks 3 ($b = .21$, $z = 3.29$, $p < .01$), 4 ($b = .30$, $z = 4.14$, $p < .001$), and 5 ($b = .39$, $z = 4.15$, $p < .001$), middle/high-SES children outperformed their peers from the low-SES group (Table S2).

Awareness of the task

In Model B, a significant effect was observed for the interaction term of Awareness $\times$ Block $\times$ SES (see Figure 1b), $\chi^2(1) = 4.34$, $p < .05$, indicating that the effect of awareness on choice varied across blocks for the SES groups. The slope for middle/high-SES children in Awareness Level 2 was significantly different from zero ($b = .15$, $z = 4.49$, $p < .0001$), while the slopes for low-SES children in Awareness Level 2 and for both low and middle/high-SES groups in Awareness Level 1 were not significant. This indicates that the association between awareness and CGT performance was specific to children from middle/high-SES backgrounds. Subsequently, contrasts were conducted to examine the decision patterns within the five blocks among the four groups categorized based on SES/awareness. In blocks 4 ($b = .29$, $z = 2.80$, $p < .05$) and 5 ($b = .41$, $z = 2.97$, $p < .05$), middle/high-SES children with higher knowledge of deck contingencies outperformed their same-SES peers who had no understanding (see Table S3). However, regardless of their level of awareness, children from low-SES backgrounds continued to exhibit a present-oriented strategy.

Among the middle/high-SES group, 30 of 54 children showed conscious knowledge of the optimal strategy, while among the low-SES group, 31 of 58 children

exhibited explicit understanding. The chi-square analysis indicated no significant association between SES and awareness, $\chi^2(1) = .05$, $p = \text{ns}$.

HR in anticipation of risky and safe choices

We found a general HR slowing in all participants before a card choice. However, we found no significant difference in mean anticipatory autonomic arousal due to Deck, $F(1, 212) = 3.83$, $p = \text{ns}$, SES, $F(1, 212) = 1.84$, $p = \text{ns}$, or Performance Group, $F(2, 212) = 0.38$, $p = \text{ns}$. No significant interactions were found (Figure S2).

For both Model C and Model D, a significant main effect was observed for Performance Group, suggesting that indeed the experimental groups were different from each other. In Model C, a significant effect was observed for the interaction term of Disadvantageous $\times$ SES $\times$ Performance Group, $\chi^2(2) = 8.08$, $p < .05$. This suggests that there is a differential effect of the anticipatory response to risky choices between SES and performance groups, as shown in Figure 2a. We then assessed the statistical significance of the slopes of HR response for each SES and performance group. The analysis revealed that the average slope for good performers in the middle/high-SES group was positive and significantly different from zero ($b = .02$, $z = 2.42$, $p < .05$), suggesting that advantageous decision-making was uniquely associated with anticipatory HR deceleration toward the disadvantageous deck in this subgroup. The negative slope observed for the good performers in the low-SES group did not differ from zero ($b = -.01$, $z = -1.63$, $p = .10$). As can be seen in Figure 2a, the slopes differed between SES groups for the good performers ($b = .03$, $z = -2.76$, $p < .01$). Regarding Model D,

TABLE 2 Model summary and ANOVA results (Type III Wald tests) for Model A and Model B.

Model	Model A			Model B		
Outcome variable	Deck selected			Deck selected		
Fixed effects	Block+SES+Block×SES			Block+SES+Aw+Block×SES+Block×Aw+SES×Aw+Block×SES×Aw		
Random effects ^a	1/Participant			1/Participant		
	χ^2	df	<i>p</i>	χ^2	df	<i>p</i>
Main effects						
Block	.19	1	.66	.60	1	.44
SES	.09	1	.77	.63	1	.43
Aw	—	—	—	.66	1	.41
Interaction effects						
Block×SES	6.90	1	.00**	.05	1	.81
Block×Aw	—	—	—	.43	1	.51
SES×Aw	—	—	—	.68	1	.41
Block×SES×Aw	—	—	—	4.34	1	.04*

Note: The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows.

Abbreviations: Aw, awareness; SES, socioeconomic status.

^aThe specification 1/Participant means that the intercept varies across children.

* $p < .05$; ** $p < .01$.

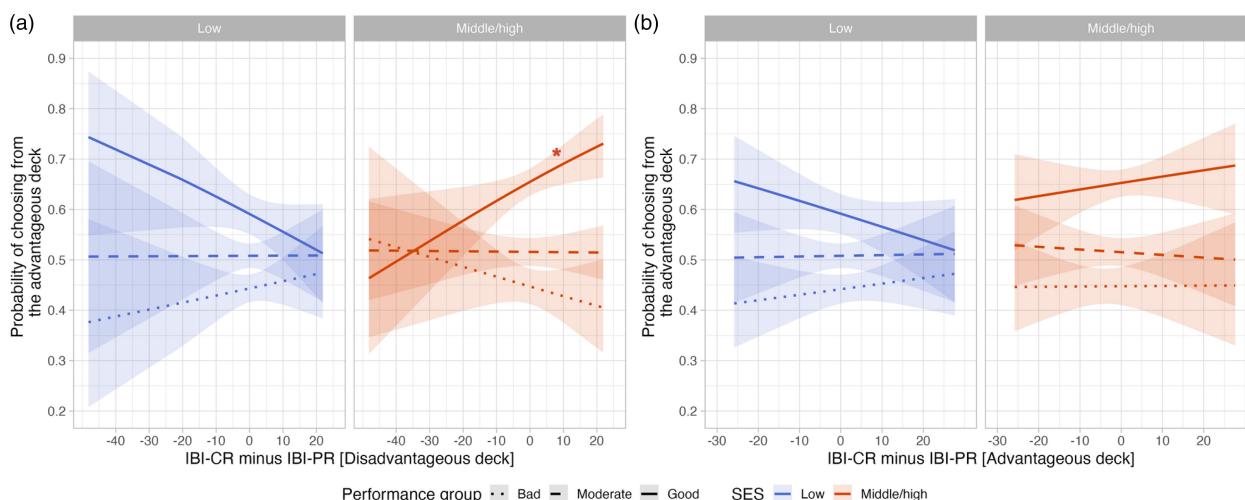


FIGURE 2 Graphical summary of the probability of choosing advantageously predicted by the statistical glmer models C and D as a function of the anticipatory heart rate response for the (a) disadvantageous and (b) advantageous decks, for each SES and performance group. IBI-CR, interbeat interval concurrent to the response; IBI-PR, interbeat interval preceding the response; SES, socioeconomic status. Anticipatory HR responses were grand-mean centered; all other predictors were uncentered. *The slope is significantly different from zero ($p < .05$).

neither the sequential inclusion of SES, Advantageous, nor the triple interaction term Advantageous × SES × Performance Group resulted in an improvement in the model fit. This suggests that the autonomic response preceding the advantageous deck was not significantly associated with CGT performance. Nevertheless, to provide a more comprehensive understanding of the data, and for the sake of comparison with Model C, the interaction term Advantageous × SES × Performance Group was still included in the final D model (Figure 2b) (Table 3).

HR following performance feedback

A similar set of analyses was performed for the HR response following gains and losses. The ANOVA showed a main effect of SES, $F(1, 424) = 13.59$, $p < .001$. While the middle/high-SES children tended to show HR slowing following gains and losses, the IBI difference score tended to be negative in the low-SES children, indicating HR acceleration in response to feedback (Figure 3). No other significant main or interaction effects were found.

TABLE 3 Model summary and ANOVA results (Type III Wald tests) for Model C and Model D.

Model	Model C			Model D		
Outcome variable	Deck selected			Deck selected		
Fixed effects	P. Group+SES+Dis+P. Group×SES+P. Group×Dis+SES×Dis+P. Group×SES×Dis			P. Group+SES+Adv+P. Group×SES+P. Group×Adv+SES×Adv+P. Group×SES×Adv		
Random effects ^a	1/Participant			1/Participant		
	χ^2	df	<i>p</i>	χ^2	df	<i>p</i>
Main effects						
P. Group	35.72	2	.00***	35.78	2	.00***
SES	.03	1	.86	.06	1	.81
Dis	.45	1	.50	—	—	—
Adv	—	—	—	.48	1	.49
Interaction effects						
P. Group×SES	4.34	2	.11	3.80	2	.15
P. Group×Dis	2.84	2	.24	—	—	—
SES×Dis	1.28	1	.26	—	—	—
P. Group×SES×Dis	8.08	2	.02*	—	—	—
P. Group×Adv	—	—	—	2.44	2	.29
SES×Adv	—	—	—	.17	1	.68
P. Group×SES×Adv	—	—	—	2.43	2	.30

Note: The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows.

Abbreviations: Adv, anticipatory heart rate response toward the advantageous deck; Dis, anticipatory heart rate response toward the disadvantageous deck; P. Group, performance group; SES, socioeconomic status.

^aThe specification 1/Participant means that the intercept varies across children.

* $p < .05$; *** $p < .001$.

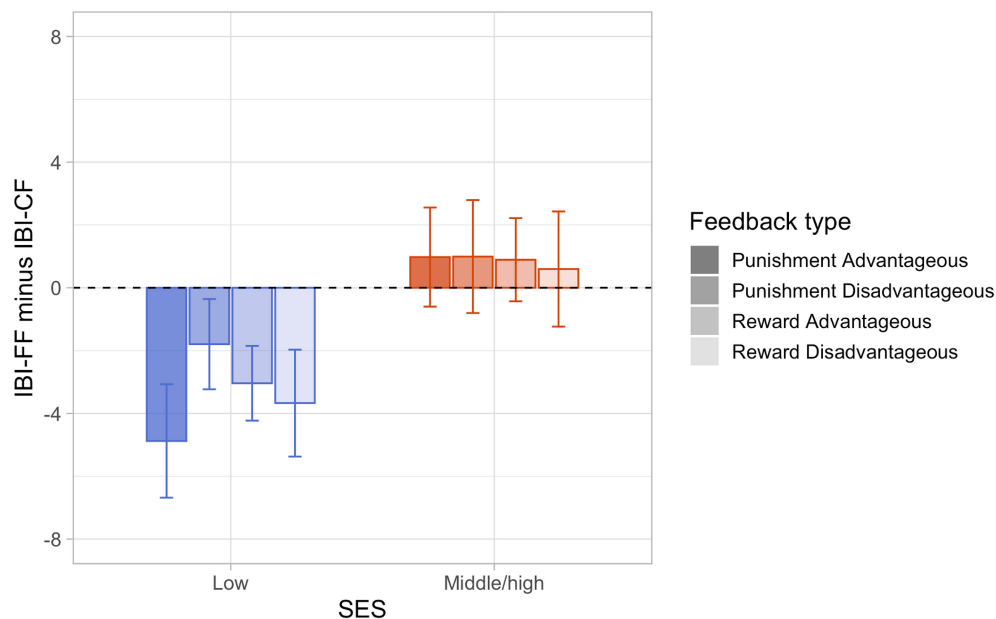


FIGURE 3 Mean heart rate responses on the Children's Gambling Task following reward and punishment from disadvantageous or advantageous decks for low and middle/high-SES groups. Error bars are the standard errors of the means. IBI-CF, interbeat interval concurrent to the presentation of the feedback; IBI-FF, interbeat interval following the presentation of the feedback; SES, socioeconomic status.

The following glmer analyses were conducted to assess whether HR following responses to punishment (Model E) and reward (Model F) had an impact on the

number of advantageous selections within performance groups. Except for the previously mentioned improvement following the inclusion of Performance Group (in

Models C and D), the addition of the remaining terms did not yield any improvement in the fit of the models. This indicates that autonomic responses to punishment and rewards were not found to be associated with CGT performance.

Relation between anticipatory HR response and awareness

As can be seen in Figure 4, the interaction $SES \times$ Disadvantageous was significant ($b = .18, p < .01$), meaning that the association between the anticipatory response to the disadvantageous deck and the probability of reporting explicit knowledge about the game was different between the SES groups. The slope for children in the low-SES group was negative and significantly different from zero, $b = -.01, z = -2.15, p < .05$, whereas the slope for their middle/high-SES peers was positive and significantly different from zero, $b = .08, z = 2.11, p < .05$. This finding indicates that for children in the low-SES group, the probability of reporting explicit knowledge about deck contingencies increased as HR accelerated in anticipation of the response to the disadvantageous deck. In contrast, explicit understanding was associated with HR slowing preceding the disadvantageous option in the middle/high-SES group. Simple slope analysis revealed that the slopes were significantly different between SES groups, $b = .18, z = 2.99, p < .01$. We found no association between the HR response preceding the advantageous deck and explicit knowledge. Table 4 provides odds ratios of binomial logistic regression predicting awareness.

We conducted a sensitivity analysis using anticipatory HR responses from the first two blocks as predictors of Awareness. The emergence of autonomic signals at a stage of the task where awareness of deck contingencies

is presumably minimal would suggest that emotion-related signals may contribute to participants' knowledge acquisition. Notably, the results from this analysis remained almost unchanged for HR responses toward the disadvantageous deck. While the slope for children in the middle/high-SES group remained positive and significantly different from zero, $b = .07, z = 2.40, p < .05$, the simple slope for their low-SES peers remained negative and lost statistical significance, $b = -.05, z = -1.83, p = .07$. Results are presented in the Supporting Information (see Table S4; Figure S3).

DISCUSSION

This study aimed to explore the influence of SES on children's affective decision-making strategies. Additionally, we investigated how variations in decision-making could be linked to autonomic activity and explicit knowledge of deck contingencies. Furthermore, we examined the association between anticipatory autonomic activity and the acquisition of explicit knowledge. The study yielded five main findings: (a) children from low and middle/high-SES backgrounds exhibited distinct decision-making strategies; (b) these differences seemed linked to a differential use of explicit knowledge regarding deck contingencies; (c) no differences were found in the magnitude of anticipatory HR responses between SES/performance groups, but anticipatory autonomic signals toward the disadvantageous deck correlated with the number of advantageous choices, specifically in good performers from the middle/high-SES group; (d) children from middle/high-SES tend to exhibit HR deceleration in response to feedback, whereas their low-SES peers tend to show HR acceleration following outcomes; and (e) while

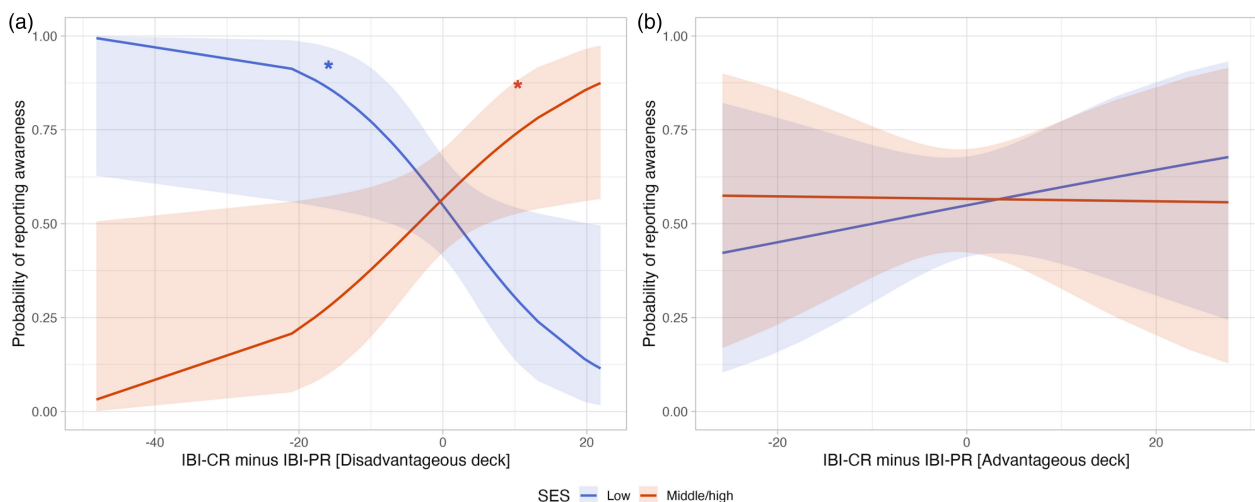


FIGURE 4 Graphical summary of the probability of reporting explicit knowledge of gain/loss contingencies predicted by the statistical glm model as a function of the heart rate response preceding the (a) disadvantageous and (b) advantageous decks, for each SES group. IBI-CR, interbeat interval concurrent to the response; IBI-PR, interbeat interval preceding the response; SES, socioeconomic status. Anticipatory HR responses were grand-mean centered; all other predictors were uncentered. *The slope is significantly different from zero ($p < .05$).

TABLE 4 Odds ratios from binomial logistic regression on awareness including HR responses of the whole task.

Predictors	Awareness		
	Odds ratios	CI	<i>p</i>
(Intercept)	1.22	.70–2.15	.48
Disadvantageous	.90	.81–.98	.03*
Advantageous	1.02	.95–1.09	.56
SES	1.07	.48–2.39	.86
Disadvantageous × SES	1.20	1.07–1.36	.00**
Advantageous × SES	.98	.88–1.08	.67
Observations	112		
<i>R</i> ² Tjur	.096		

Note: SES was dummy-coded such that low=0 and middle/high=1.

Anticipatory heart rate responses were grand-mean centered.

Advantageous=anticipatory heart rate response toward the advantageous deck; Disadvantageous=anticipatory heart rate response toward the disadvantageous deck.

Abbreviations: HR, heart rate; SES, socioeconomic status.

p* < .05; *p* < .01.

anticipatory HR slowing was positively correlated with the probability of having conscious knowledge of deck contingencies in children with middle/high SES, awareness was positively associated with anticipatory HR acceleration in their low-SES peers. These five findings are discussed in separate sections below.

SES and awareness in children's decision-making strategies

Consistent with recent research (Delgado et al., 2022; Mata et al., 2013), we found that while middle/high-SES children developed a preference for the advantageous deck, their peers from low-SES backgrounds did not act in a fully future-oriented manner. Despite no explicit knowledge differences between SES groups, there was a distinct application of this knowledge. Middle/high-SES children with conscious knowledge of deck contingencies outperformed their same-SES less aware peers, particularly in the last two blocks. In contrast, no differences were found between Level 2 and Level 1 Awareness groups in the low-SES children. We speculate that the observed SES differences would not be associated with a cognitive deficit. Instead, the observed pattern might indicate children's stress adaptation, wherein they calibrate their decision-making strategies in response to their environmental context (Delgado et al., 2022; Ellis et al., 2009; Frankenhuys & Nettle, 2020). That is, while early-life exposure to high-stress conditions would promote the development of immediate reward-oriented decision-making strategies (consistent with a fast life history strategy), children growing up in supportive backgrounds would tend to exhibit future-oriented behaviors

(consistent with a slow life history strategy) (Delgado et al., 2022; Frankenhuys et al., 2016).

HR responses and performance in the Children's Gambling Task

To examine the specific role of somatic markers on task performance, children were successfully categorized based on their performance. Contrary to previous studies (Bechara et al., 1997; Crone et al., 2004; Crone & Van Der Molen, 2007), no differences in anticipatory HR responses to disadvantageous and advantageous decks were noted among good performers from both SES groups. Furthermore, an undifferentiated HR slowing response toward disadvantageous and advantageous decks was exhibited by all SES/performance groups, suggesting that neither group developed a distinct “go” or “stop” somatic signal toward the options. It should be noted that prior studies have also reported a lack of significant association between anticipatory signals and performance on the gambling task (Fernie & Tunney, 2013; Suzuki et al., 2003). The task's complexity might explain the discrepancy with prior studies supporting the SMH. As reported recently, the amplitude of the anticipatory cardiac deceleration responses was found to enhance with increasing task complexity in a perceptual decision-making paradigm (Ribeiro & Castelo-Branco, 2019). Given that all past studies on anticipatory cardiac responses in the IGT used four decks, not two like our CGT, the lack of differentiated somatic signals might be due to our CGT's lower complexity. Although the expected anticipatory signals did not emerge unequivocally, we did observe a positive association between the number of advantageous choices with autonomic response preceding the disadvantageous deck for good performers in the middle/high-SES group. In other words, the probability of choosing advantageously in this group increased in those children who showed decelerating cardiac responses toward the disadvantageous deck. Our result regarding the middle/high-SES children provide support for the SMH (Bechara et al., 1994, 2000; Damasio, 1994), which emphasizes the critical role of somatic states in guiding decision-making under uncertainty and complexity. The probability of choosing advantageously in good performers of the low-SES group, in contrast, tended to increase in those children who developed an accelerating HR response toward the disadvantageous deck. The tendency aligns with previous research on the association between anticipatory HR acceleration and defensive behaviors in adverse situations (Hamm, 2020; Hamm et al., 1997; Hare & Blevings, 1975). It is plausible to speculate that low-SES good performers with accelerated HR responses when facing the disadvantageous deck may have experienced increased anxiety about potential negative outcomes.

Autonomic response analyses to rewards and punishments in this study suggest distinct processing of



choice feedback by low and middle/high-SES children. The middle/high-SES group's HR deceleration upon receiving feedback, whether reward or punishment, is consistent with prior findings. HR slowing is often seen as a neutral or appetitive response in decision-making contexts, suggesting an error-processing mechanism for behavioral adjustment (Hajcak et al., 2003; Somsen et al., 2000; Thayer & Lane, 2000; Van der Veen et al., 2000). Conversely, the low-SES group's HR acceleration following feedback aligns with reactions to aversive stimuli, indicative of a defensive response and potential avoidance of feared or threatening stimuli, as seen in phobia-related or anxiety disorder studies (Jennings, 1986; Sánchez-Navarro et al., 2018; Thayer et al., 2000). This disparity in cardiac responses (deceleration vs. acceleration) may hinge on how each SES group interprets feedback reception (appetitive/neutral vs. threatening/aversive). Notably, we found no significant differences in sensitivity to outcome emotional valence (reward vs. punishment) across SES/performance groups. Additionally, advantageous choices did not correlate with cardiac responses to rewards and punishments in any group. These findings align with previous research, indicating a dissociation between feedback processing and task performance (Crone et al., 2004; Crone & Van Der Molen, 2007; Bechara et al., 1996).

Anticipatory HR responses and awareness of deck contingencies

According to the SMH, in the IGT early autonomic signals (conscious or not) precede explicit knowledge of the reward/punishment schedule (Bechara et al., 1997). However, this assumption has been challenged by Maia and McClelland (2004). To the best of our knowledge, this is the first study in which the relation between anticipatory autonomic activity and awareness has been analyzed by measuring HR as an autonomic correlate. We found an association between the anticipatory HR response toward the disadvantageous deck and explicit knowledge. Notably, the nature of this relation differed between the SES groups. Following our hypothesis, the present data revealed that HR slowing preceding disadvantageous decisions was positively associated with awareness in middle/high-SES children. It is reasonable to suggest that this association may be linked to the individual's anticipation of the potential risks involved with the disadvantageous deck. This finding is in agreement with studies indicating that HR slows down in anticipation of an unpleasant or threatened stimulus (Somsen et al., 1983), and may reflect a natural tendency to prepare for potential threats. Contrary to the present finding, previous studies found no association between somatic markers and conscious knowledge (Guillaume et al., 2009; Suzuki et al., 2003). However, they used anticipatory SCRs as an autonomic index. Besides,

both studies were methodologically limited by their small sample size, therefore, a lack of statistical power may have made it difficult to detect this association. Concerning the low-SES group, we found a positive association between HR acceleration preceding the disadvantageous deck and awareness. Though somewhat surprising, this association could also be related to the children's expectations of the possible risk associated with selecting the disadvantageous deck. Indeed, as previously mentioned, existing evidence indicates that in adverse situations beyond one's control, heightened situational anxiety or fear is associated with anticipatory accelerative HR responses during actual aversive exposure (potentially linked to an increased defensive behavior). For instance, research examining cardiac responses in fearful individuals (Hamm, 2019; Hamm et al., 1997) or in individuals with phobias (Hare & Blevings, 1975) has found that HR accelerates in anticipation of relevant specific stimuli (e.g., individuals with arachnophobia exposed to spiders' slides). Although hypothetical, this possibility should be tested in future studies by incorporating the assessment of anxiety, either during or after task performance.

Remarkably, despite being opposite in direction, it is plausible to suggest that the anticipatory somatic states experienced by children in both SES groups may have served as a warning signal regarding the elevated risk associated with the disadvantageous deck, which aligns with the SMH (Damasio, 1994). It should be noted that the association observed for both SES groups remained almost unchanged even when only anticipatory cardiac responses from the first two blocks were used to predict explicit knowledge at the end of the task. The emergence of autonomic signals at a stage of the task in which the probability of the presence of explicit knowledge of deck contingencies is so low suggests that emotion-related signals could play an important role in participants' knowledge acquisition in the gambling task. Indeed, the association between the cardiac response preceding the disadvantageous deck and awareness was found before children began to play advantageously. To sum up, although emotion-based processes were not directly correlated with performance, they seemed to be indirectly associated, owing to their connection with awareness.

Adaptive calibration of stress physiology?

The HR responses of the middle/high-SES group aligned with previous research findings, while the results for the low-SES group could be linked, in a speculative manner, to a defensive attentional style. Despite variability between children in the amplitude and direction of HR responses, it is worth considering the possibility that a subgroup of children from low-SES backgrounds may display a stress physiological engagement pattern resembling the *vigilant* profile proposed

by the LHT-based adaptive calibration model (ACM) (Del Giudice et al., 2011; Ellis & Del Giudice, 2019). The ACM posits that the stress response system, including the ANS, plays a critical role in modulating various physical and psychological traits. According to this model, vigilant responsivity patterns tend to emerge in dangerous and unpredictable environments. These patterns are characterized by a dominant sympathetic modulation of HR in response to stress, mediating heightened attention to potential danger and reflecting fast life history strategies (Del Giudice et al., 2011). Indeed, other authors have also suggested that individuals exposed early and chronically to harsh, unpredictable, or unsupportive conditions, which are more frequent in low-SES environments, may experience a cognitive switch into a hypervigilant mode (Blair & Raver, 2012; Gianaros et al., 2008; Phan et al., 2020; Pollak et al., 2009). Hypervigilance, traditionally seen as maladaptive, may represent a biological adaptation advantageous in coping with chronic stress. However, prolonged use has its costs: increased stress physiology may lead to negative health consequences (Ellis & Del Giudice, 2019).

Strengths, limitations, and future directions

Our study's strength lies in its comprehensive examination of decision-making strategies in children from varied SES backgrounds, utilizing a two-level analysis that encompasses both behavioral and psychophysiological aspects. However, it also presents some limitations. The first point to consider is the assessment of awareness, which has been a contentious issue subject to ongoing debate (Garon & Moore, 2007; Maia & McClelland, 2004). As previously discussed, the retrospective evaluation of explicit knowledge of deck contingencies cannot determine the timing of when this knowledge was acquired or guarantee its availability during the task (Delgado et al., 2022). Hence, while middle/high-SES children in the Level 2 awareness group demonstrated a future-oriented strategy, it cannot be conclusively stated that explicit knowledge guided their choices throughout the task. Likewise, although we observed a link between the HR response preceding the disadvantageous deck in the first two blocks and explicit knowledge at the task's end, we cannot entirely exclude the possibility that knowledge of deck contingencies had emerged early and influenced autonomic activity. The second limitation concerns the exclusive use of HR as the indicator for measuring somatic markers. Although HR is commonly employed as a proxy for autonomic activity, it represents a simplified measure that might not entirely encompass the intricate nuances of psychophysiological processes. Subsequent research should consider integrating alternative indicators (e.g., SCRs, RSA) or indices that

evaluate temporal complexity. Such an approach could potentially offer a deeper comprehension of the ANS calibration during development (Del Giudice et al., 2011). Incorporating computational modeling could also provide deeper insights into cognitive strategies in decision-making, especially in studies with older participants and more trials. Lastly, it is important to note a limitation concerning the socioeconomic spectrum of our sample: it lacked substantial representation from affluent backgrounds (i.e., high-SES). The observed correlation between the SLI score and children's CGT performance (overall score obtained on the task) ($R = .27, p < .01$) suggests that including individuals from the more privileged end of the socioeconomic spectrum could have enhanced the observed SES effects. High SES often correlates with greater educational resources and supportive environments, which can impact decision-making abilities on cognitive and emotional levels.

CONCLUSION

Our findings suggest that the reward-oriented decision-making strategy exhibited by low-SES children cannot be explained by deficits in explicit knowledge acquisition of the task contingencies or autonomic response expression. Instead, SES differences in decision-making appear to be linked to varying utilization of explicit knowledge and distinct physiological engagement. As a final point, our findings indicate that emotion-based processes may precede and support explicit understanding. However, both types of processes are likely to play a crucial role in guiding decision-making during the task. In conclusion, our findings emphasize the need for a paradigm shift, going beyond the conventional perception of stressed children as uniformly impaired and acknowledging their adaptive prowess in confronting the distinctive hurdles they encounter. Lastly, our study contributes to a growing body of evidence indicating that the ANS may undergo early calibration during development in response to experiences. This phenomenon holds critical implications for the health outcomes of millions living in poverty worldwide.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our appreciation to the families and teachers who took part in this study. We extend our thanks to Alfonso Pérez for programming the Children's Gambling Task and to Sofia Stanley, Marta Murdoch, and Jorgelina Cabrera for their invaluable assistance in collecting the data. This study was supported by Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) and by the fellowships from Comisión Académica de Posgrado (CAP) to H.D.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

We have no conflicts of interests to disclose.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request. Materials and analytic code are available from the first author upon request. This study was not preregistered.

ORCID

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

Sebastián Lipina  <https://orcid.org/0000-0001-5939-4073>

M. Carmen Pastor  <https://orcid.org/0000-0001-9909-3646>

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

Ñeranei Menéndez  <https://orcid.org/0000-0003-4835-7036>

Richard Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0002-0144-4768>

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

REFERENCES

- Bao, Q., Zhang, L. J., Liang, Y., Zhou, Y. B., & Shi, G. L. (2020). Neural correlate differences in number sense between children with low and middle/high socioeconomic status. *Frontiers in Psychology, 11*, 534367. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.534367>
- 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>
- Bechara, A., & Damasio, H. (2002). Decision-making and addiction (part I): Impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences. *Neuropsychologia, 40*(10), 1675–1689. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00015-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00015-5)
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition, 50*(1–3), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *Journal of Neuroscience, 19*(13), 5473–5481.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science, 275*(5304), 1293–1295. <https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>
- Bechara, A., Tranel, D., & Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain, 123*(11), 2189–2202. <https://doi.org/10.1093/brain/123.11.2189>
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral Cortex, 6*(2), 215–225. <https://doi.org/10.1093/cercor/6.2.215>
- Benarroch, E. E. (1993). The central autonomic network: Functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clinic Proceedings, 68*(10), 988–1001. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)62272-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)62272-1)
- 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>
- Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. *Psychophysiology, 46*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00702.x>
- Campbell, M. C., Stout, J. C., & Finn, P. R. (2004). Reduced autonomic responsiveness to gambling task losses in Huntington's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society, 10*(2), 239–245. <https://doi.org/10.1017/S1355617704102105>
- Casey, B. J., Somerville, L. H., Gotlib, I. H., Ayduk, O., Franklin, N. T., Askren, M. K., Jonides, J., Berman, M. G., Wilson, N. L., Teslovich, T., Glover, G., Zayas, V., Mischel, W., & Shoda, Y. (2011). Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108*(36), 14998–15003. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108561108>
- Crone, E. A., Somsen, R. J., Van Beek, B., & Van Der Molen, M. W. (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. *Psychophysiology, 41*(4), 531–540. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2004.00197.x>
- Crone, E. A., & Van Der Molen, M. W. (2007). Development of decision making in school-aged children and adolescents: Evidence from heart rate and skin conductance analysis. *Child Development, 78*(4), 1288–1301. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01066.x>
- Damasio, A. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. Putnam.
- De Carvalho, J. L., Da Rocha, A. F., de Oliveira Nascimento, F. A., Neto, J. S., & Junqueira, L. F. (2002). Development of a Matlab software for analysis of heart rate variability. *6th International conference on signal processing* (pp. 1488–1491). <https://doi.org/10.1109/ICOSP.2002.1180076>
- Del Giudice, M. (2015). Self-regulation in an evolutionary perspective. In G. Gendolla, M. Tops, & S. Koole (Eds.), *Handbook of biobehavioral approaches to self-regulation* (pp. 25–41). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1236-0_3
- Del Giudice, M., Ellis, B. J., & Shirtcliff, E. A. (2011). The adaptive calibration model of stress responsivity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 35*(7), 1562–1592. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.11.007>
- Delgado, H., Aldecosea, C., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., Nin, V., Lipina, S., & Carboni, A. (2022). Socioeconomic status differences in children's affective decision-making: The role of awareness in the Children's Gambling Task. *Developmental Psychology, 58*(9), 1716–1729. <https://doi.org/10.1037/dev0001382>
- Delgado, H., & Carboni, A. (2022). The role of devol violence on children's affective decision-making. In M. V. Alves, R. Ekuni, M. J. Hermida, & J. Valle-Lisboa (Eds.), *Cognitive sciences and education in non-WEIRD populations* (pp. 99–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06908-6_7
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 30*(2), 239–271. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.07.001>
- Ellis, B. J., Bianchi, J., Griskevicius, V., & Frankenhuys, 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>
- Ellis, B. J., & Del Giudice, M. (2019). Developmental adaptation to stress: An evolutionary perspective. *Annual Review of Psychology, 70*, 111–139. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011732>
- 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(2), 204–268. <https://doi.org/10.1007/s12110-009-9063-7>
- Fawcett, T. W., McNamara, J. M., & Houston, A. I. (2012). When is it adaptive to be patient? A general framework for evaluating delayed rewards. *Behavioural Processes*, 89(2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.08.015>
- Fernie, G., & Tunney, R. J. (2013). Learning on the IGT follows emergence of knowledge but not differential somatic activity. *Frontiers in Psychology*, 4, 687. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00687>
- Frankenhuis, W. E., & Nettle, D. (2020). The strengths of people in poverty. *Current Directions in Psychological Science*, 29(1), 16–21. <https://doi.org/10.1177/0963721419881154>
- Frankenhuis, W. E., Panchanathan, K., & Nettle, D. (2016). Cognition in harsh and unpredictable environments. *Current Opinion in Psychology*, 7, 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.08.011>
- Gao, S., Wei, Y., Bai, J., Lin, C., & Li, H. (2009). Young children's affective decision-making in a gambling task: Does difficulty in learning the gain/loss schedule matter? *Cognitive Development*, 24(2), 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.07.006>
- Garon, N., Longard, J., Craig, B., & Kent, K. (2015). Loss frequency and awareness predict performance on a preschool variant of the Iowa Gambling Task. *Journal of Cognition and Development*, 16(2), 286–301. <https://doi.org/10.1080/15248372.2013.826662>
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition*, 55(1), 158–170. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00272-0](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00272-0)
- Garon, N., & Moore, C. (2007). Awareness and symbol use improves future-oriented decision making in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 39–59. <https://doi.org/10.1080/87565640709336886>
- Gianaros, P. J., Horenstein, J. A., Hariri, A. R., Sheu, L. K., Manuck, S. B., Matthews, K. A., & Cohen, S. (2008). Potential neural embedding of parental social standing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(2), 91–96. <https://doi.org/10.1093/scan/nsn003>
- Griskevicius, V., Ackerman, J. M., Cantú, S. M., Delton, A. W., Robertson, T. E., Simpson, J. A., Thompson, M. E., & Tybur, J. M. (2013). When the economy falters, do people spend or save? Responses to resource scarcity depend on childhood environments. *Psychological Science*, 24(2), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0956797612451471>
- Guillaume, S., Jollant, F., Jaussent, I., Lawrence, N., Malafosse, A., & Courtet, P. (2009). Somatic markers and explicit knowledge are both involved in decision-making. *Neuropsychologia*, 47(10), 2120–2124. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.04.003>
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). To err is autonomic: Error-related brain potentials, ANS activity, and post-error compensatory behavior. *Psychophysiology*, 40(6), 895–903. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00107>
- Hamm, A. O. (2020). Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. *Psychophysiology*, 57(2), e13474. <https://doi.org/10.1111/psyp.13474>
- Hamm, A. O., Cuthbert, B. N., Globisch, J., & Vaitl, D. (1997). Fear and the startle reflex: Blink modulation and autonomic response patterns in animal and mutilation fearful subjects. *Psychophysiology*, 34(1), 97–107. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02420.x>
- Hare, R. D., & Blevings, G. (1975). Conditioned orienting and defensive responses. *Psychophysiology*, 12(3), 289–297. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1975.tb01293.x>
- Haushofer, J., & Fehr, E. (2014). On the psychology of poverty. *Science*, 344(6186), 862–867. <https://doi.org/10.1126/science.1232491>
- Hamm, A. O. (2020). Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. *Psychophysiology*, 57(2), e13474.
- Jennings, J. R. (1986). Bodily changes during attention. In M. G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, processes, and applications* (pp. 268–289). Guilford Press.
- Johnson, S. R., Blum, R. W., & Cheng, T. L. (2014). Future orientation: A construct with implications for adolescent health and wellbeing. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 26(4), 459–468. <https://doi.org/10.1515/ijamh-2013-0333>
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The Children's Gambling Task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148–157. [https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00275-6)
- Lees, T., White, R., Zhang, X., Ram, N., & Gatzke-Kopp, L. M. (2022). Decision-making in uncertain contexts: The role of autonomic markers in resolving indecision. *International Journal of Psychophysiology*, 177, 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.05.014>
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & Herve, M. (2019). Package “*emmeans*”. R package Version 4.0–3. <http://cran.r-project.org/package=emmeans>
- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and decision making. *Annual Review of Psychology*, 66, 799–823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa Gambling Task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(45), 16075–16080. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406666101>
- Mani, A., Mullainathan, S., Shafir, E., & Zhao, J. (2013). Poverty impedes cognitive function. *Science*, 341(6149), 976–980. <https://doi.org/10.1126/science.1238041>
- Mata, F., Miranda, D. M., Sallum, I., Bechara, A., & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Do general intellectual functioning and socioeconomic status account for performance on the Children's Gambling Task? *Frontiers in Neuroscience*, 7(68), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00068>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Perera, M., & Cazulo, P. (2016). *Socioeconomic Level Index*. Update Proposal. CINVE.
- Phan, J., So, S., Thomas, A., & Gaylord-Harden, N. (2020). Hyperarousal and hypervigilance in African American male adolescents exposed to community violence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 70, 101168. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2020.101168>
- Pollak, S. D., Messner, M., Kistler, D. J., & Cohn, J. F. (2009). Development of perceptual expertise in emotion recognition. *Cognition*, 110(2), 242–247. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.10.010>
- Poon, K., Ho, M. S. H., & Chou, K. L. (2022). Executive functions as mediators between socioeconomic status and academic performance in Chinese school-aged children. *Heliyon*, 8(10), e11121. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11121>
- R Core Team. (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Ribeiro, M. J., & Castelo-Branco, M. (2019). Neural correlates of anticipatory cardiac deceleration and its association with the speed of perceptual decision-making, in young and older adults. *NeuroImage*, 199, 521–533. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.06.004>



- Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., Maldonado, E. F., Carrillo-Verdejo, E., Pineda, S., & Torrente, G. (2018). Autonomic reactivity in blood-injection-injury and snake phobia. *Journal of Psychosomatic Research*, 115, 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2018.10.018>
- Somsen, R. J., Van der Molen, M. W., Jennings, J. R., & van Beek, B. (2000). Wisconsin card sorting in adolescents: Analysis of performance, response times and heart rate. *Acta Psychologica*, 104(2), 227–257. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(00)00030-5)
- Somsen, R. J. M., Van der Molen, M. W., & Orlebeke, J. F. (1983). Phasic heart rate changes in reaction time, shock avoidance, and unavoidable shock tasks: Are hypothetical generalizations about different S1–S2 tasks justified? *Psychophysiology*, 20(1), 88–94. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1983.tb00908.x>
- Suzuki, A., Hirota, A., Takasawa, N., & Shigemasa, K. (2003). Application of the somatic marker hypothesis to individual differences in decision making. *Biological Psychology*, 65(1), 81–88. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00093-0](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00093-0)
- Thayer, J. F., Friedman, B. H., Borkovec, T. D., Johnsen, B. H., & Molina, S. (2000). Phasic heart period reactions to cued threat and non-threat stimuli in generalized anxiety disorder. *Psychophysiology*, 37(3), 361–368. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3730361>
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216. [https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00338-4)
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Tomb, I., Hauser, M., Deldin, P., & Caramazza, A. (2002). Do somatic markers mediate decisions on the gambling task? *Nature Neuroscience*, 5(11), 1103–1104. <https://doi.org/10.1038/nn1102-1103>
- Van der Veen, F. M., Van der Molen, M. W., Crone, E., & Jennings, J. R. (2000). Immediate effects of negative and positive feedback on HR and subsequent performance. *International Journal of Psychophysiology*, 35(1), 75.
- World Medical Association. (2014). World Medical Association declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *The Journal of the American College of Dentists*, 81(3), 14–18.

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Delgado, H., Lipina, S., Pastor, M. C., Muniz-Terrera, G., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., & Carboni, A. (2024). Differential psychophysiological responses associated with decision-making in children from different socioeconomic backgrounds. *Child Development*, 00, 1–16. <https://doi.org/10.1111/cdev.14082>

5

Discusión

Discusión general de los resultados

Los individuos que viven en entornos socioeconómicos desfavorecidos frecuentemente son sujetos de estigmatización por exhibir estrategias regulatorias orientadas hacia el presente, las cuales son percibidas como barreras para alcanzar resultados positivos a largo plazo en distintas esferas de la vida. Esto se debe a que, en la psicología, la idea de que la "prudencia orientada hacia el futuro" —la capacidad de posponer la gratificación inmediata en busca de recompensas futuras más significativas (Thompson et al., 1997)— es beneficiosa durante el desarrollo se encuentra profundamente arraigada, y se considera una habilidad adaptativa, sin importar el contexto ecológico donde se produce dicho desarrollo. Sin embargo, la LHT postula que las estrategias regulatorias centradas en el presente pueden resultar adaptativas en ecologías de bajo NSE. Esta tesis tuvo por objetivo principal analizar la relación entre el NSE y la perspectiva temporal en el contexto de la toma de decisiones afectiva en niños y niñas. En el primer experimento, se examinó si la asociación entre el NSE y las estrategias de toma de decisiones afectiva contribuye a la adaptación de los niños y niñas a su entorno

ambiental, en línea con la LHT. El segundo experimento se centró en componentes cognitivos de la toma de decisiones afectiva. Se investigó la contribución de la inteligencia fluida y del conocimiento explícito en el desempeño en la CGT. El tercer experimento abordó componentes afectivos de la toma de decisiones, examinando si las diferencias en el desempeño también podrían ser explicadas por variaciones en la expresión de respuestas cardíacas. En un cuarto experimento complementario, se investigó si las respuestas cardíacas anticipatorias son predictoras del nivel de conocimiento explícito de los niños acerca de los mazos, explorando así la interacción entre los componentes emocionales y cognitivos en la toma de decisiones.

La presente tesis arrojó cinco resultados principales: (a) los niños pertenecientes a contextos socioeconómicos bajos y medios/altos exhiben estrategias de toma de decisiones diferenciadas, que concuerdan con las hipótesis derivadas de la LHT; (b) tal divergencia parece estar relacionada con el uso diferencial del conocimiento explícito acerca de las contingencias asociadas a los mazos; (c) si bien no se identificaron diferencias significativas en la magnitud de las respuestas cardíacas anticipatorias entre los grupos NSE/desempeño, se encontró que las señales autonómicas anticipatorias hacia el mazo desventajoso correlacionaron con el número de selecciones ventajosas, en particular, en los niños de buen desempeño del grupo de NSE medio/alto; (d) los niños de contextos de NSE medio/alto tendieron a exhibir una desaceleración de la FC ante el feedback recibido, mientras que sus contrapartes de NSE bajo mostraron una tendencia a la aceleración de la FC; y (e) mientras la desaceleración cardíaca anticipatoria se asoció positivamente con la probabilidad de exhibir conocimiento consciente sobre las contingencias de los mazos en niños de hogares de NSE medio/alto, en los niños de entornos de NSE bajo, la comprensión explícita se asoció de forma positiva con la aceleración anticipatoria de la FC. Estos cinco resultados se discuten en secciones separadas a continuación.

Relación entre nivel socioeconómico y toma de decisiones en la tarea de juego

Conforme a lo esperado, en el Experimento I (Artículo 1) se evidenció un efecto significativo del NSE en el rendimiento general en la CGT. Los niños pertenecientes al grupo de NSE medio/alto superaron a sus pares del grupo de NSE bajo en términos del total de puntos obtenidos en la tarea. Específicamente, nuestros hallazgos revelaron que los niños de hogares de NSE medio/alto realizaron elecciones más ventajosas en comparación con sus pares de NSE bajo en los últimos bloques de la tarea. Es posible afirmar, por lo tanto, que el grupo de NSE medio/alto mostró un patrón de toma de decisiones que se distinguió por una preferencia creciente hacia el mazo ventajoso. Por otro lado, a pesar de que se observó una mejora en su desempeño a lo largo de la tarea, estas no fueron significativas por lo que concluimos que los niños del grupo de NSE bajo no exhibieron una conducta plenamente orientada hacia el futuro. Es importante notar que en el Artículo 2 también se analizó la asociación entre el NSE y la toma de decisiones en la CGT, empleando una submuestra de 112 niños y niñas derivada de la muestra original de 227 participantes utilizada en el Artículo 1. Este segundo análisis validó los hallazgos obtenidos en el Experimento I expuestos en el Artículo I.

Nuestros resultados están en línea con el único estudio previo sobre la relación entre el NSE y la toma de decisiones afectiva utilizando la CGT, realizado por Mata et al. (2013). No obstante, si bien Mata y colaboradores identificaron una interacción estadísticamente significativa entre el factor Bloque y el NSE, no reportaron un efecto principal del NSE. Como se detalla en el Artículo 1, esta discrepancia podría atribuirse a la inclusión de niños de tres diferentes grupos de edad (3, 4 y 5 años), lo cual podría haber reducido la potencia estadística necesaria para detectar diferencias significativas. Nuestros resultados también están en consonancia con otros estudios que encontraron una asociación entre el NSE y la toma de decisiones afectiva

utilizando el paradigma de demora en la gratificación (Evans, 2003; Evans & English, 2002; Sturge-Apple et al., 2016; Watts et al., 2018). Sin embargo, es importante señalar que otros trabajos no han hallado dicha asociación utilizando el mismo paradigma (Farah et al., 2006; Noble et al., 2005, 2007).

La CGT requiere de la capacidad para inhibir y revertir el aprendizaje previo acerca de las contingencias de recompensa. Esto se debe a que inicialmente se refuerza la preferencia por el mazo que ofrece altas recompensas inmediatas, aunque eventualmente este mazo resulta desventajoso a largo plazo. Este fenómeno ocurre porque las pérdidas asociadas con este mazo no son inmediatas, lo que lleva a los participantes a desarrollar una preferencia inicial por dicho mazo. Se ha sugerido que, para maximizar las ganancias durante la tarea, se debe inhibir esta respuesta dominante una vez que se detecta un cambio en las contingencias asociadas a los mazos. Este mecanismo de aprendizaje de reversión sería clave para el desempeño en la CGT. Es por ello que en el Artículo 1 se analizó la sensibilidad a los castigos para determinar si potenciales fallas en el aprendizaje de reversión podrían explicar el comportamiento orientado a recompensas inmediatas exhibido por el grupo de bajo NSE. En esta línea, debe notarse que los niños de entornos de NSE bajo cambiaron de mazo tras ser penalizados con la misma frecuencia que sus pares de entornos de NSE medio/alto. Sin embargo, estos niños tendieron a regresar más rápidamente al mazo riesgoso en lugar de permanecer en el mazo seguro. Este patrón de comportamiento indica que los niños del grupo de NSE bajo lograron modificar la preferencia inicial por el mazo riesgoso. Por lo tanto, una falla en el aprendizaje de reversión no parece ser la causa de las decisiones más arriesgadas observadas en este grupo. Si bien este hallazgo difiere de estudios previos (Fellows & Farah, 2005), concuerda con investigaciones que no reportaron una relación entre el rendimiento en la CGT y la reversión (Crone et al., 2003, 2004).

Rol de la inteligencia fluida y el conocimiento explícito en la tarea de juego

El debate sobre la influencia de los componentes cognitivos y afectivos en la toma de decisiones en el contexto de la IGT continúa vigente (Bechara et al., 1997, 2005; Demaree et al., 2010; Maia & McClelland, 2004). Se ha sugerido, en particular, que la IGT es más penetrable cognitivamente que lo previamente considerado. En este sentido, se destaca el papel de la capacidad de razonamiento inductivo —o inteligencia fluida— en la toma de decisiones al facilitar la comprensión del esquema de ganancias y pérdidas de cada mazo (Maia & McClelland, 2004). De forma paralela, es relevante señalar que estudios anteriores han vinculado la pobreza con un rendimiento descendido en pruebas de funcionamiento ejecutivo (Lawson et al., 2018), incluyendo la inteligencia fluida (Lipina et al., 2013). Por ende, había motivos fundados para hipotetizar que la relación entre el NSE y el rendimiento en la CGT observada podría deberse a deficiencias en la capacidad de razonamiento y en la subsecuente comprensión de los niños del grupo de bajo NSE. Sin embargo, y en consonancia con hallazgos previos (Crone & van der Molen, 2004; Mata et al., 2013), nuestro análisis indicó que la inteligencia fluida —determinada por los resultados en el TONI— no se asoció con el desempeño en la CGT. Más aún, y en consonancia con este resultado, no se observaron diferencias en el nivel de conciencia sobre las contingencias de los mazos entre los niños de diferentes entornos socioeconómicos. En conjunto, ambos resultados sugieren que el comportamiento orientado hacia el presente exhibido por el grupo de NSE bajo no puede ser atribuido a déficits en las habilidades de razonamiento, señalando la importancia de indagar en otros factores que pueden haber influenciado el desempeño de este grupo en la CGT.

Dando seguimiento a lo anterior, un tercer hallazgo asociado al Experimento II (Artículo 1) fue que una mayor conciencia de cuál mazo era

bueno y cuál *malo* se asoció con un patrón de toma de decisión orientado hacia el futuro solo en el grupo de NSE medio/alto. Específicamente, los niños del grupo de Conciencia Nivel 2² procedentes de familias de NSE medio/alto mostraron una preferencia por el mazo seguro y lograron un rendimiento superior en la CGT en comparación con sus pares de igual NSE en el grupo de Conciencia Nivel 1. Sin embargo, entre los niños de hogares de NSE bajo, aquellos en el grupo de Conciencia Nivel 2 no tuvieron un rendimiento superior al de sus pares en el grupo de Nivel 1. Este resultado sugiere que los niños de entornos de bajo NSE persistieron en tomar decisiones arriesgadas, incluso cuando comprendían que las recompensas más grandes iban acompañadas de castigos más severos. Por tanto, a pesar de no existir diferencias en el nivel de conciencia sobre la tarea entre los niños de acuerdo a su NSE, parece haber existido una aplicación diferencial de esa información durante el proceso de toma de decisiones.

Las relaciones entre un rendimiento disminuido en tareas de autorregulación y habilidades asociadas, como la toma de decisiones, han sido frecuentemente interpretadas bajo una perspectiva deficitaria (véase, por ejemplo, Stevens et al., 2009). Adicionalmente, investigaciones han encontrado que un desempeño subóptimo en tareas de autocontrol está vinculado a consecuencias adversas a largo plazo, incluyendo problemas de salud física y mental (Moffitt et al., 2011; Richmond-Rakerd et al., 2021). Siguiendo este razonamiento, el comportamiento del grupo de bajo NSE, que mostró una preferencia por las recompensas inmediatas, podría verse como una limitación en su capacidad cognitiva (Mani et al., 2013; Vohs, 2013), lo cual a su vez podría anticipar conductas desadaptativas a futuro (Casey et al., 2011). Sin embargo, esta interpretación se ve desafiada por nuestros hallazgos, que indican que ni las habilidades cognitivas —como el aprendizaje de reversión y la inteligencia fluida— ni un subproducto

²El grupo de Nivel de Conciencia 1 incluyó niños que puntuaron de 0 a 1 en la prueba de conciencia, indicando falta de conocimiento explícito sobre los mazos. El grupo de Nivel de Conciencia 2 incluyó niños con puntuaciones de 2 a 4, mostrando una comprensión básica para identificar el mazo más beneficioso.

cognitivo vinculado a la tarea —el nivel de conocimiento explícito sobre las contingencias— logran explicar las diferencias observadas en los patrones de decisión entre los dos grupos. Con todo, el resultado más significativo que cuestiona la interpretación deficitaria es la asociación diferencial entre el conocimiento explícito sobre las características de los mazos y el desempeño en la tarea en cada uno de los grupos de NSE. Este resultado plantea una cuestión intrigante: ¿Por qué los niños de hogares de bajo NSE, aun cuando habían comprendido el esquema de recompensas y castigos, mantuvieron su tendencia al riesgo? En términos generales, los resultados comportamentales presentados en esta tesis parecen apoyar, aunque de forma especulativa, la hipótesis derivada de la LHT. Como se ha expuesto anteriormente, esta teoría postula que los organismos efectúan trade-offs en la asignación de recursos a lo largo de su vida como resultado de la combinación de respuestas a la hostilidad e imprevisibilidad del entorno (Ellis et al., 2009). Dichos factores ecológicos, incluyendo los contextos socioculturales en los que se da el desarrollo, influirían en múltiples dimensiones del organismo, incluyendo el funcionamiento cognitivo, ajustando las estrategias individuales de historia de vida en el continuo lento-rápido y favoreciendo la adaptación a las condiciones ambientales (Ellis & Del Giudice, 2019). En efecto, se ha sugerido que la perspectiva temporal constituye la principal manifestación psicológica de los trade-offs de la historia de vida (Kruger et al., 2008). El patrón de toma de decisiones del grupo de niños de hogares de NSE medio/alto concuerda con la hipótesis de que las conductas orientadas hacia el futuro son adaptativas en entornos seguros y predecibles (consistente con una estrategia de historia de vida lenta). En contraste, en el grupo de NSE bajo se observó una preferencia por decisiones centradas en el presente, lo que sustenta la hipótesis de que los comportamientos de riesgo enfocados en beneficios inmediatos son respuestas contextualmente apropiadas en entornos en los que la seguridad, el apoyo social y el control de recursos son inciertos. Esto es indicativo de una estrategia de historia de vida rápida, en lugar de reflejar

un déficit. En dichos contextos, privilegiar el presente puede ser ventajoso, dado que postergar beneficios a la espera de ganancias a largo plazo podría implicar un riesgo excesivo. Este riesgo surge cuando los beneficios diferidos se vuelven inaccesibles a causa de cambios ambientales impredecibles (Fawcett et al., 2012). Cabe señalar que, aunque la identificación de métodos para evaluar las dimensiones de hostilidad e incertidumbre ambientales constituye un desafío teórico y metodológico en el campo de la psicología evolucionista del desarrollo (Young et al., 2020), existe un consenso en que los ambientes con bajo NSE se asocian con niveles elevados de severidad e imprevisibilidad (Ellis & Del Giudice, 2019).

Asociación entre respuestas cardíacas y toma de decisiones en la tarea de juego

Para examinar el papel específico de las respuestas cardíacas anticipatorias y relacionada con los resultados (recompensa y castigo) en el desempeño en la CGT, se categorizó a los niños según su desempeño (Experimento III, Artículo 2). A diferencia de estudios anteriores (Bechara et al., 1997; Crone et al., 2004; Crone & van der Molen, 2007), no se detectó la formación de marcadores somáticos hacia los mazos en los niños con buen desempeño, independientemente de su NSE. Específicamente, se observó una respuesta cardíaca desaceleratoria hacia ambos mazos (ventajoso y desventajoso) que no alcanzó la amplitud suficiente para conformar un marcador somático. Por lo tanto, nuestros datos indican que ninguno de los grupos de NSE/desempeño desarrolló una señal somática de tipo “go” o “stop” claramente diferenciada hacia los mazos. Es importante destacar que investigaciones previas tampoco pudieron evidenciar una relación significativa entre las señales anticipatorias y el rendimiento en la tarea de juego (Fernie & Tunney, 2013; Suzuki et al., 2003). La complejidad de la tarea podría explicar las discrepancias con estudios anteriores que respaldan la

HMS. Por ejemplo, un reporte reciente señala que la amplitud de las respuestas cardíacas anticipatorias aumenta con la complejidad creciente de la tarea en un paradigma de toma de decisiones perceptuales (Ribeiro & Castelo-Branco, 2019). Considerando que todas las investigaciones previas que emplearon la FC como índice para evaluar la formación de marcadores somáticos en la tarea de juego utilizaron cuatro mazos, a diferencia de los dos empleados en la versión de CGT que utilizamos, es posible que la ausencia de señales somáticas diferenciadas se deba a la menor complejidad de nuestra tarea. Aunque las señales anticipatorias esperadas no se manifestaron de manera concluyente, sí observamos una asociación positiva entre la cantidad de elecciones ventajosas y la respuesta autonómica previa a la elección del mazo desventajoso en los niños con buen desempeño del grupo de NSE medio/alto. Es decir, la probabilidad de elegir de manera ventajosa en este grupo aumentó en aquellos niños que mostraron respuestas cardíacas desaceleratorias ante el mazo desventajoso. Este resultado respalda la SMH (Bechara et al., 1994, 2000; Damasio, 1994), la cual enfatiza el rol crucial de los estados somáticos en la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre y complejidad. En contraste, la probabilidad de elegir de manera ventajosa en los niños con buen rendimiento del grupo de NSE bajo tendió a incrementarse en aquellos que desarrollaron una respuesta cardíaca aceleratoria hacia el mazo desventajoso. Esta tendencia concuerda con investigaciones previas sobre la relación entre la aceleración cardíaca anticipatoria y comportamientos defensivos en situaciones adversas (Hamm, 2020; Hamm et al., 1997; Hare & Blevings, 1975). Se podría especular con que los niños con buen rendimiento de entornos de NSE bajo que presentaron respuestas cardíacas aceleratorias frente al mazo desventajoso podrían haber experimentado una mayor ansiedad ante posibles resultados negativos.

Con respecto a las respuestas cardíacas a las recompensas y castigos, los análisis revelaron un procesamiento diferenciado de los resultados de las elecciones entre niños de hogares de NSE bajo y medio/alto. La

desaceleración de la FC en el grupo de NSE medio/alto al recibir retroalimentación, tanto de recompensas como de castigos, concuerda con hallazgos previos. Generalmente, la desaceleración de la FC se considera una respuesta neutral o apetitiva en contextos de toma de decisiones, lo que sugiere que actúa como un mecanismo de procesamiento de errores para el ajuste conductual (Hajcak et al., 2003; Somsen et al., 2000; Thayer & Lane, 2009; Van der Veen et al., 2000). En contraste, la aceleración de la FC en el grupo de NSE bajo, posterior a la retroalimentación, se ha observado previamente tras la presentación de estímulos aversivos (Thayer & Lane, 2000). En efecto, la aceleración cardíaca se ha asociado con respuestas defensivas, por lo que podría reflejar la evitación de estímulos temidos o amenazantes (Jennings, 1986). Por ejemplo, respuestas aceleratorias han sido observadas tanto en individuos diagnosticados con fobia expuestos a imágenes con contenidos relacionados con la fobia (Sánchez-Navarro et al., 2018), como en adultos con Trastorno de Ansiedad Generalizada expuestos a palabras amenazantes (Thayer et al., 2000). Con base en los antecedentes descritos en la literatura respecto a las respuestas cardíacas al feedback y su vínculo con la atención, las diferencias de NSE en la dirección de la respuesta cardíaca (desaceleración vs. aceleración) podrían depender de cómo los niños manejan la situación de recibir retroalimentación (apetitiva/neutral vs. amenazante/aversiva).

A pesar de esta diferencia general en la respuesta cardíaca a los resultados entre los grupos de NSE, no encontramos diferencias en la sensibilidad a la valencia emocional del resultado (recompensa vs. castigo) entre los seis grupos de NSE/desempeño. Además, la cantidad de elecciones ventajosas no mostró correlación con las respuestas cardíacas a recompensas y castigos en ninguno de los grupos de NSE/desempeño. Estos resultados concuerdan con informes previos. Por ejemplo, aunque Crone et al. (2004, 2007) demostraron que la FC se desaceleraba más tras los castigos que en respuesta a las recompensas, esta respuesta cardíaca se observó tanto en

participantes con bajo como con alto rendimiento en la tarea. Por consiguiente, parece que existe una disociación entre el procesamiento de castigos y recompensas y el rendimiento en la tarea. De modo similar, Bechara et al. (1996) observaron que pacientes con daño en la CPFVM exhibieron un desempeño descendido a pesar de exhibir SCRs hacia las pérdidas similares a las mostradas por los voluntarios sanos que tomaron decisiones orientadas hacia el futuro.

Correlación entre respuestas cardíacas anticipatorias y conocimiento explícito de las contingencias

El experimento IV (Artículo 2) tuvo por objetivo analizar la relación entre la respuesta cardíaca anticipatoria y la adquisición de conocimiento explícito sobre las contingencias asociadas con los mazos en los dos grupos de NSE. Vale realizar dos puntualizaciones sobre este experimento. En primer lugar, la relación entre las respuestas autonómicas y la comprensión explícita ha sido poco explorada en el contexto de la tarea de juego. Esto se debe a que han sido pocos los trabajos que han analizado la contribución de ambos procesos en la toma de decisiones. En segundo lugar, hasta donde sabemos, es la primera vez que se utiliza la FC como correlato autonómico en la exploración de esta asociación en el contexto de la tarea de juego. Como fue expuesto, de acuerdo con la HMS, en la IGT se observó que señales autonómicas preceden al conocimiento explícito sobre el esquema de recompensa y castigo (Bechara et al., 1997). No obstante, esta hipótesis ha sido puesta en entredicho por Maia y McClelland (2004), quienes mostraron que los participantes podrían desarrollar un entendimiento conceptual de dicho esquema más temprano de lo que Bechara y colaboradores indicaron.

Este experimento arrojó dos resultados relevantes. En primer lugar, se observó una correlación entre la respuesta cardíaca anticipatoria al mazo

desfavorable y la adquisición de conocimiento explícito. Es importante destacar que, en contraste con nuestro hallazgo, investigaciones previas (Guillaume et al., 2009; Suzuki et al., 2003) no evidenciaron vínculo alguno entre las respuestas autonómicas anticipatorias y el conocimiento explícito. No obstante, estos estudios emplearon la actividad electrodérmica como medida autonómica. Además, limitados por sus pequeños tamaños de muestra, éstos posiblemente carecieron de la potencia estadística necesaria para detectar tal asociación. En segundo término, se evidenció que la naturaleza de esta relación varió según el NSE. De acuerdo con nuestra hipótesis, los datos mostraron que en niños de contextos de NSE medio/alto, una marcada desaceleración cardíaca previo a la elección del mazo desventajoso se asoció positivamente con un mayor conocimiento explícito. Es razonable sugerir que dicha asociación está conectada con la previsión de riesgos inherentes a la elección del mazo desventajoso. Este resultado concuerda con estudios que señalan que la FC se desacelera en anticipación a un estímulo desagradable o amenazante (Somsen et al., 1983), lo cual podría indicar una predisposición natural a prepararse para amenazas potenciales. Respecto al grupo de bajo NSE, identificamos una asociación positiva entre una aceleración de la FC previo a la elección del mazo desventajoso y la conciencia sobre la tarea. Aunque inesperado, este vínculo podría también estar relacionado con las expectativas de los niños acerca del riesgo posible al seleccionar el mazo desventajoso. Como se ha mencionado anteriormente, la evidencia existente sugiere que, en situaciones adversas e incontrolables, un aumento de la ansiedad situacional o del miedo se asocia con respuestas anticipatorias de aceleración de la FC durante la exposición a estímulos aversivos, posiblemente relacionado con un comportamiento defensivo más pronunciado. Investigaciones que han analizado las respuestas cardíacas en individuos temerosos (Hamm, 2020; Hamm et al., 1997), y en personas con fobias (Hare & Blevings, 1975), han demostrado que la FC aumenta en anticipación a estímulos específicos y relevantes (por ejemplo, individuos

con aracnofobia expuestos a imágenes de arañas). Aunque esta hipótesis es especulativa, debería ser testeada en futuras investigaciones mediante la incorporación de una evaluación de la ansiedad, ya sea durante o después de la realización de la tarea de juego.

Resulta interesante observar que, aunque opuestas en dirección, las respuestas anticipatorias exhibidas por los niños en ambos grupos de NSE podrían haber funcionado como una señal de alerta ante el riesgo elevado asociado con el mazo desventajoso, lo cual concuerda con la HMS. Es crucial mencionar que la relación observada para ambos grupos de NSE se mantuvo prácticamente constante cuando solo se tomaron en cuenta las respuestas cardíacas anticipatorias de los primeros dos bloques para predecir el conocimiento explícito al término de la tarea. El surgimiento de señales autonómicas en un momento de la tarea donde es poco probable la presencia de conocimiento explícito sobre las contingencias, sugiere que las señales ligadas a las emociones podrían contribuir a la adquisición del conocimiento explícito en la tarea de juego. De hecho, la asociación entre la respuesta cardíaca previa a la elección del mazo desventajoso y la conciencia fue identificada antes de que los niños comenzaran a jugar de manera ventajosa. En términos globales, nuestros resultados sugieren que si bien los procesos basados en emociones no estuvieron correlacionados directamente con el desempeño en la tarea, parecen estar asociados de forma indirecta, a través de su vínculo con el conocimiento explícito, que sí mostró una marcada asociación con el desempeño para el grupo de NSE medio/alto.

¿Calibración adaptativa del sistema de respuesta al estrés?

Una característica distintiva del sistema de respuesta al estrés (SRE) es la considerable variabilidad interindividual en sus parámetros fisiológicos. Algunos individuos exhiben reacciones rápidas e intensas ante eventos de

menor relevancia, mientras que otros presentan respuestas moderadas, independientemente de las circunstancias (Del Giudice et al., 2011; Gunnar & Quevedo, 2007). De esta manera, la heterogeneidad en la magnitud y dirección de las respuestas cardíacas observada en el Experimento II entre los niños de contextos de NSE bajo y medio/alto, e incluso dentro de cada grupo de NSE, si bien plantea un reto para la interpretación de los datos, no debería ser motivo de sorpresa. Por otra parte, debe notarse que la comprensión de la influencia de la experiencia temprana en el desarrollo del SRE es todavía limitada. De hecho, la investigación ha mostrado que la adversidad temprana puede conducir a resultados contradictorios (*hiper-* versus *hypoarousal*; por ejemplo De Bellis et al., 1999; Gustafsson et al., 2010; Tarullo & Gunnar, 2006). En este contexto, el Modelo de Calibración Adaptativa (ACM, del inglés *Adaptive Calibration Model*; Del Giudice et al., 2011; Ellis & Del Giudice, 2019) surge como una perspectiva moderna y novedosa, que ofrece un marco teórico para interpretar las variaciones en las respuestas cardíacas observadas en la presente tesis.

El ACM es en esencia una teoría psicológica evolucionista de las diferencias individuales en la reactividad al estrés, que tiene sus principales fundamentos teóricos en la LHT. Como se describió en la sección de antecedentes, esta teoría se enfoca en elucidar la relación entre las experiencias tempranas y las diferencias individuales en el desarrollo de estrategias de historia de vida. El ACM es un modelo que profundiza en estas relaciones al examinar de manera específica la manera en que la calibración del SRE afecta la adopción de estas estrategias durante el desarrollo.

De acuerdo al ACM, las diferencias individuales en el funcionamiento del SRE son el resultado, en parte, de la operación de mecanismos evolucionados que hacen coincidir la fisiología y el comportamiento del individuo con las condiciones ambientales locales (Del Giudice et al., 2011). El principio central del ACM es que el SRE opera como un mecanismo de *adaptación condicional*, es decir, “*evolved mechanisms that detect and respond to*

specific features of childhood environments, features that have proven reliable over evolutionary time in predicting the nature of the social and physical world into which children will mature, and entrain developmental pathways that reliably matched those features during a species' natural selective history" [mecanismos evolucionados que detectan y responden a características específicas de los entornos infantiles, características que han demostrado ser confiables a lo largo del tiempo evolutivo para predecir la naturaleza del mundo social y físico en el que los niños madurarán, y trazan vías de desarrollo que coinciden de manera confiable con esas características durante la historia selectiva natural de una especie] (Boyce & Ellis, 2005, p. 290). Así, el SRE desempeña un papel clave en la regulación de una amplia gama de rasgos (físicos y psicológicos, entre otros) que determinan las estrategias de historia de vida a nivel individual. Brevemente, el SRE está compuesto por el eje HPA y las ramas simpática y parasimpática del SNA. Estos sistemas neuroendocrinos se encuentran en estrecha relación y se regulan de manera recíproca. De acuerdo al ACM, una función esencial del SRE consiste en recolectar e integrar datos sobre las fluctuaciones ambientales (incluyendo amenazas, peligros y oportunidades) a lo largo del desarrollo, con el fin de ajustar globalmente el estado fisiológico del organismo. Con el transcurso del tiempo, estas señales ambientales se integran biológicamente como parte de los parámetros funcionales del SRE —los patrones de reactividad—, ofreciendo eventualmente al organismo un "resumen estadístico" de las dimensiones críticas del ambiente. Es importante reiterar que las dimensiones fundamentales del entorno que influyen en el desarrollo de estrategias de historia de vida incluyen la disponibilidad de recursos, la morbilidad y mortalidad extrínsecas, así como la incertidumbre ambiental. Dicha integración favorece una adaptación óptima a las condiciones ambientales (Del Giudice et al., 2011; Ellis & Del Giudice, 2019), regulando el desarrollo coordinado de un amplio grupo de rasgos relevantes de la historia de vida que se distribuyen en el ya mencionado continuo lento-rápido.

Según el ACM, la relación entre las condiciones ambientales y el desarrollo de la reactividad del SRE es de naturaleza no lineal. Esta compleja relación ha sido caracterizada por una taxonomía de cuatro patrones de respuesta fisiológica al estrés: sensible (I), amortiguado (II), vigilante (III) e impasible (IV), tal como se ilustra en la Figura 5 (Del Giudice et al., 2011). Para cada patrón, el ACM ofrece predicciones específicas en cuanto a correlatos neurobiológicos, manifestaciones conductuales y posibles trayectorias de desarrollo. Es importante reconocer que, aunque esta clasificación es conceptualmente convincente y guarda coherencia con los datos existentes, son todavía escasos los estudios que han testeado empíricamente las predicciones del modelo (Del Giudice et al., 2012; Ellis et al., 2017; Quas et al., 2014).

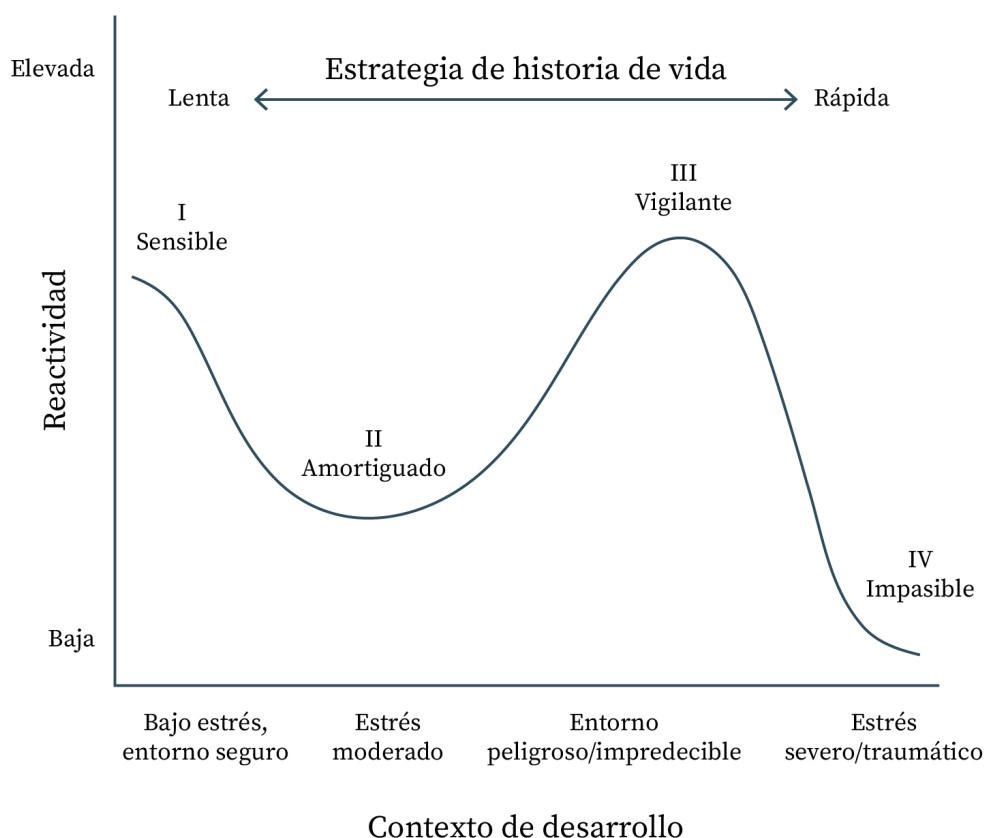


Figura 5. Relación no lineal prevista entre el contexto de desarrollo y los niveles de reactividad del sistema de respuesta al estrés. Adaptada de Del Giudice, Ellis y Shirtcliff, 2011, p. 1577.

Las variaciones en las respuestas cardíacas, caracterizadas por desaceleraciones en niños de hogares de NSE medio/alto y aceleraciones en aquellos de NSE bajo, concuerdan en términos generales con las predicciones del ACM. Específicamente, las desaceleraciones cardíacas en el grupo de NSE medio/alto se alinean con hallazgos de estudios previos en poblaciones WEIRD, reflejando los patrones de reactividad sensible y amortiguado. Aunque esta interpretación es de naturaleza especulativa, se fundamenta en dos aspectos clave. Por un lado, los perfiles autonómicos asociados a ambos patrones se distinguen, en relación a los otros patrones propuestos por el ACM, por una predominancia del Sistema Nervioso Parasimpático (SNP) —si bien esta característica es más acentuada en el patrón sensible (Del Giudice et al., 2011)—, lo que podría explicar la tendencia hacia respuestas cardíacas desaceleratorias en el grupo de NSE medio/alto (Tabla 1). Por otro lado, según el ACM, tanto el patrón sensible como el amortiguado tienden a surgir en entornos socioeconómicamente favorables. Mientras que el sensible prosperaría en entornos muy seguros, predecibles y caracterizados por un bajo nivel de estrés, el amortiguado emergería en condiciones más normativas, marcadas por un estrés ambiental moderado. Es interesante notar que la evidencia reciente sugiere una prevalencia elevada del patrón amortiguado en poblaciones de bajo riesgo (Ellis et al., 2017; Quas et al., 2014), lo cual permite aventurar que las respuestas cardíacas en el grupo de NSE medio/alto podrían deberse a la predominancia de este perfil autonómico. Además, el ACM postula que los patrones sensible y amortiguado se ubican dentro del segmento lento del espectro de estrategias de historia de vida. Los individuos que adoptan estrategias de historia vida lentas se caracterizan por desarrollar perfiles autorregulatorios que son funcionales en entornos normativos, exhibiendo estrategias de toma de decisiones orientadas hacia el futuro.

Perfil fisiológico	Patrones de reactividad			
	I Sensible	II Amortiguado	III Vigilante	IV Impasible
SNP				
Reactividad	Elevado	Moderado	Bajo/moderado	Bajo
Basal	Elevado	Moderado	Bajo	Bajo
SNS				
Reactividad	Elevado/Moderado	Bajo/moderado	Elevado	Bajo
Basal	Moderado	Bajo/moderado	Elevado	Bajo
HPA				
Reactividad	Elevado	Moderado	Elevado	Bajo
Basal	Moderado	Moderado	Elevado/moderado	Bajo

Tabla 1. Perfiles fisiológicos previstos de los cuatro patrones de respuesta.
Nota. Adaptada de Del Giudice, Ellis & Shirtcliff, 2011, p. 1578.

El patrón de reactividad vigilante, por su parte, tendería a surgir en ecologías hostiles e impredecibles (Del Giudice et al., 2011). Fisiológicamente, este patrón se distingue por una alta reactividad y actividad basal tanto en el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal como en el Sistema Nervioso Simpático (SNS), y por una disminución del tono y la reactividad en el SNP (Tabla 1). Por lo tanto, las aceleraciones cardíacas detectadas en el grupo de bajo NSE, indicativas de una predominancia del SNS, podrían haber fomentado una atención incrementada hacia posibles amenazas (Porges, 2007). Diversos estudios han señalado que la exposición temprana y continuada a entornos adversos e impredecibles, más comunes en contextos de bajo NSE, puede desencadenar un cambio cognitivo hacia un modo hipervigilante (Blair & Raver, 2012; Gianaros et al., 2008; Phan et al., 2020; Pollak et al., 2009), en el que la sensibilidad perceptual hacia estímulos ambientales se incrementa excesivamente con el propósito de detectar posibles amenazas (Beck & Clark, 1997). Esta hipervigilancia, generalmente ligada a altos niveles de ansiedad, mantiene el sistema cognitivo en constante alerta para identificar señales de alta prioridad que podrían significar un peligro (Craske et al., 2011). Es importante destacar que, en el ACM, el perfil de reactividad vigilante refleja la adopción de una estrategia de historia de

vida rápida, con sus consecuentes correlatos a nivel conductual y cognitivo. Según este modelo, los fenotipos vigilantes se caracterizan por una cognición enfocada en el presente, lo que se traduce en una mayor propensión a conductas de riesgo e impulsividad, entre otros comportamientos (Del Giudice et al., 2011).

Para finalizar, la hipótesis del patrón vigilante arroja luz sobre la aparente paradoja observada en el grupo de niños de entornos de bajo NSE: la coexistencia de hipervigilancia y una propensión hacia comportamientos de riesgo. En otras palabras, es plausible considerar que estos niños, a pesar de comprender las contingencias de la tarea, se hayan inclinado por estrategias centradas en la obtención de recompensas inmediatas. Bechara y Damasio (2002) ya señalaban que algunos individuos sanos (sin lesiones prefrontales ventromediales), a pesar de desarrollar marcadores somáticos durante la tarea, pueden no actuar orientados al futuro porque son tomadores de riesgo. En el caso de los niños de hogares de bajo NSE, la expresión simultánea de hipervigilancia y decisiones riesgosas parece reflejar un balance entre la cautela y la exploración, lo cual podría interpretarse como una adaptación conductual a sus circunstancias socioeconómicas.

Implicancias

Este apartado se propone examinar las implicaciones que se desprenden de los hallazgos presentados en esta tesis. Es relevante mencionar, sin embargo, que algunos de los puntos aquí discutidos van más allá de los resultados específicos obtenidos en nuestra investigación, ubicándose dentro de un ámbito de debate más amplio. Estos temas, debido a las características inherentes a los artículos enfocados en presentar hallazgos de investigaciones empíricas, no recibieron la atención que merecen en los dos artículos publicados. Por lo tanto, esta sección busca llenar ese vacío, ofreciendo una reflexión que no solo se circunscribe a las disciplinas neurobiológicas y psicológicas, sino que también abarca consideraciones filosóficas, políticas e ideológicas que atraviesan el campo de la pobreza y el desarrollo cognitivo y, por transitividad, mi praxis como investigador en formación en este campo.

Consideraciones sobre la integración de la teoría evolucionista a la ciencia del desarrollo.

La inclusión de la teoría evolucionista en el campo de la pobreza y el desarrollo infantil aporta una gama de conceptos teóricos innovadores, promoviendo una comprensión integral de los procesos de adaptación al estrés y su potencial, sugiriendo nuevas direcciones para futuras investigaciones. Con base en una concepción biológica de la adaptación libre de sesgos normativos, este enfoque puede ayudar a explicar por qué ciertos rasgos o comportamientos se han desarrollado y cómo funcionan en diferentes contextos ambientales. Sin embargo, resulta esencial realizar algunas puntualizaciones con miras a evitar interpretaciones erróneas.

1. Este nivel de análisis fundamental —centrado en la comprensión de los principios o mecanismos básicos que subyacen a los fenómenos del desarrollo— no debería conducirnos a descartar las consideraciones morales, éticas y políticas derivadas de los procesos de adaptación a las condiciones de pobreza durante el desarrollo. En este nivel de análisis, es ineludible reconocer que la valoración de los resultados del desarrollo sigue siendo una cuestión que trasciende el análisis puramente evolucionista y no puede prescindir de un ánimo normativo. Esto se hace evidente tanto si se considera desde la óptica de los derechos humanos como desde el “enfoque de las capacidades” desarrollado por Amartya Sen y posteriormente ampliado por Martha Nussbaum (Nussbaum, 2007; Sen, 1999), el cual se desarrollará más adelante. Resulta fundamental enfatizar que la pobreza es una condición que socava la dignidad y el potencial de las personas, limitando su capacidad para ejercer plenamente sus derechos y libertades fundamentales. Por lo tanto, la pobreza, en su esencia, constituye una profunda violación de los derechos humanos. La

tolerancia social frente a la persistencia de la pobreza, especialmente la que impacta a las infancias, nos degrada como comunidad.

2. Debe notarse que desde el enfoque evolucionista se establece que cualquier respuesta adaptativa es vulnerable a los efectos de un entorno cambiante, hecho que no permite descartar a la desadaptación como posibilidad. Para el caso de nuestros hallazgos, la orientación hacia el presente y la hipervigilancia, junto con otros comportamientos ligados a una estrategia de historia de vida rápida (Del Giudice et al., 2011), pueden dificultar la integración del niño en entornos más normativos (por ejemplo, seguros y estables), lo que se traduce como un *desajuste del desarrollo* (Frankenhuis & Del Giudice, 2012). Esto sucede porque tales características, si bien pueden ser adaptativas para los contextos locales, pueden ser inapropiadas en otros contextos (por ejemplo, en el aula), ya sea por no ser efectivas o por no ser aceptadas. Dicho de otro modo, el desajuste del desarrollo es un estado de desequilibrio, en el que un rasgo, que originalmente se adaptó de manera condicional a un ambiente adverso temprano, pierde su funcionalidad y se muestra ineficaz en entornos que no mantienen una línea de continuidad con aquel entorno original (Ellis et al., 2017). La ocurrencia de desajustes del desarrollo subraya una consideración esencial en la comprensión de lo que constituye una adaptación: las adaptaciones condicionales son propensas a fallas y pueden conducir a la desadaptación cuando la congruencia original entre el fenotipo y el ambiente se ve alterada.
3. Es fundamental reconocer que el enfoque evolucionista no excluye los costos asociados a enfrentar la adversidad, sino que complementa la visión tradicional que se centra en la desregulación y sus efectos negativos en la salud y la vida social (Ellis & Del Giudice, 2019). Por

ejemplo, el desarrollo de una fisiología del estrés elevada asociado al perfil vigilante observado en nuestro estudio tiende a aumentar la carga alostática, con consecuencias negativas para la salud física y mental (Ellis & Del Giudice 2014). En el contexto del Modelo de Carga Alostática (Lupien et al., 2015), este término refiere a los costos a largo plazo de la adaptación de los sistemas fisiológicos a los desafíos físicos, psicosociales y ambientales. A menudo se describe como el “desgaste” que resulta de ajustes alostáticos repetidos (es decir, de los procesos de adaptación a factores estresantes), que exponen al organismo a consecuencias adversas para la salud. Son múltiples los reportes que han documentado que individuos provenientes de entornos socioeconómicos bajos tienden a presentar niveles más elevados de carga alostática (Clark et al., 2009; Dowd et al., 2009). Relevante para nuestros hallazgos relacionados con las respuestas cardíacas observadas en niños de contextos de bajo NSE, las repercusiones adversas para la salud derivadas de la sobrecarga alostática incluyen alteraciones en la presión arterial, las cuales se asocian con un incremento en la mortalidad, patologías del sistema cardiovascular, ataques cerebrovasculares y el deterioro de capacidades físicas y mentales (Clark et al., 2009; Kaplan & Keil, 1993). Nuestros resultados se suman a un creciente cuerpo de evidencia que demuestra, de manera clara y consistente, que el SRE puede calibrarse desde etapas tempranas ante experiencias adversas, afectando gravemente la salud infantil y comprometiendo el bienestar a lo largo de toda la vida (Barr, 2017). Este punto adquiere particular relevancia en nuestro país, donde la pobreza está altamente infantilizada (Instituto Nacional de Estadística, 2022) y los niños están cada vez más expuestos a situaciones de violencia comunitaria (Subrayado, 2024).

De intervenciones y riesgos: entre el optimismo, el estigma y el fatalismo

Las estrategias orientadas hacia la recompensa inmediata, tradicionalmente consideradas patológicas o desadaptativas desde enfoques centrados en el déficit, son reinterpretadas en esta tesis a la luz de la perspectiva evolucionista del desarrollo. Esta propone que el desarrollo de una cognición orientada hacia el presente constituye una *respuesta razonable* en contextos socioeconómicamente adversos (Ellis & Del Giudice, 2019; Frankenhuis & Nettle, 2020; Frankenhuis & Ellis, 2017). Quisiéramos notar que nuestros hallazgos constituyen una pieza de un rompecabezas más grande, ya que la evidencia reciente sugiere que, además de desarrollar respuestas razonables, las personas en situación de pobreza también pueden desarrollar *talentos ocultos* (Ellis et al., 2020; Frankenhuis et al., 2020). Éstos se diferencian de las estrategias o disposiciones comportamentales adaptadas al estrés (como la inclinación hacia la obtención de recompensas inmediatas), ya que se definen como habilidades mejoradas y especializadas, que emergen en respuesta a la adversidad, para resolver desafíos recurrentes en entornos estresantes (Ellis et al., 2017; Frankenhuis & de Weerth, 2013). Investigaciones en este campo han revelado, por ejemplo, que los adultos que crecieron en entornos impredecibles exhiben muy buenas capacidades para alternar flexiblemente entre distintas tareas o marcos mentales y para identificar información novedosa en el entorno, sobre todo bajo estados de estrés o incertidumbre provocados experimentalmente (Mittal et al., 2015; Young et al., 2018). Si bien se podría decir que el calificativo de "talentos ocultos" sugiere cierto romanticismo que añade un grado de exotización innecesario al abordar las respuestas a la adversidad durante el desarrollo, el modelo de los talentos ocultos ofrece un enfoque empírico para cartografiar las habilidades cognitivas adaptadas al estrés. Paralelamente, una investigación reciente ha revelado que, al incorporar en las tareas cognitivas

estímulos que son ecológicamente relevantes para los individuos adaptados al estrés —como expresiones faciales de ira— en contraposición a estímulos abstractos —como formas geométricas coloreadas—, las diferencias en el desempeño en la actualización de la memoria de trabajo entre adolescentes expuestos a la pobreza y violencia desde una edad temprana y sus pares de entornos seguros tienden a desaparecer (Young et al., 2022). Estos hallazgos apoyan la idea de que, en la medida que los dispositivos de evaluación cognitiva sean más similares a los problemas encontrados por los individuos durante su desarrollo, más factible será identificar las habilidades adaptadas al estrés. Interesa señalar que, a mediano plazo, la identificación de fortalezas cognitivas emergentes en contextos de estrés e imprevisibilidad podría promover el desarrollo de pedagogías e intervenciones específicas, dirigidas a mejorar las oportunidades de los niños y niñas que padecen la pobreza desde temprana edad (Ellis et al., 2023). Esta posibilidad, que se encuentra atravesada por fuertes tensiones políticas, nos sitúa en un nivel desafiante del problema de la pobreza infantil. Aunque estas tensiones superan el ámbito de la presente tesis, abordaré a continuación, y de forma concisa, estas y otras problemáticas pertinentes.

El estudio científico de la influencia de la pobreza en el desarrollo neurocognitivo es un área de desarrollo relativamente reciente. En esta línea, nuestros hallazgos se suman a un conjunto de evidencia acumulada en las últimas dos décadas, la cual señala que tanto el bajo NSE y la pobreza se asocian con puntuaciones descendidas en tareas que evalúan el desarrollo cognitivo (Bradley & Corwyn, 2002; Farah et al., 2006; Noble et al., 2005) y emocional (Gianaros et al., 2008; Kim et al., 2013), así como con cambios —respecto al desarrollo esperado en entornos normativos— en la estructura —tanto en términos de materia gris como de materia blanca— (Merz et al., 2019; Noble et al., 2015; Ursache et al., 2016) y función (Barch et al., 2016; Gao et al., 2015) del sistema nervioso. Independientemente de que los hallazgos se hayan interpretado desde una perspectiva deficitaria o evolucionista, es

indiscutible que los avances en este campo han proporcionado una comprensión más profunda y detallada de las complejas relaciones entre la pobreza y el desarrollo humano. Aun así, este denso entramado de evidencia nos exige un profundo escrutinio de los modos en los cuales el discurso neurocientífico permea y repercute en otros ámbitos de la vida pública.

Incluso persiguiendo un “ethos esperanzador” (Rose & Abi-Rached, 2013), la narrativa del enfoque evolucionista centrado en la adaptación —que hunde sus raíces en un arco más amplio de narrativas construidas con base en la evidencia acumulada en el campo del estudio de la influencia de la pobreza en el desarrollo neurocognitivo— debe concebirse como una espada de doble filo. Cualquier movimiento tendiente a intervenir con base en esta narrativa podría ser bien considerado como una estrategia más dentro de las múltiples formas que puede adoptar el *gobierno de la pobreza* (Martinis, 2006). Es decir, una nueva forma de administrar la existencia de las personas en situación de pobreza dentro de un orden social que mantiene las estructuras de desigualdad. Siguiendo a Millei y Joronen (2016), al insistir en estrategias de intervención focalizadas en estas poblaciones se corre el riesgo de reinscribir las desigualdades sociales y económicas en la arquitectura cerebral de los niños que padecen la pobreza desde temprana edad. En una línea similar, Hackman y Farah han señalado el riesgo de que la neurociencia contribuya a la lógica de “culpar a la víctima”, mencionando que “*this has precedent in social science research on SES, in which characteristic differences between individuals of higher and lower SES have been used by some to argue that low SES individuals are intrinsically less deserving or less valuable members of society*” [Esto tiene un precedente en la investigación de las ciencias sociales sobre el NSE, en la que algunos han utilizado las diferencias entre individuos de NSE alto y bajo para argumentar que las personas de bajo NSE son intrínsecamente menos merecedoras o menos valiosas como miembros de la sociedad] (Hackman & Farah, 2009, p. 71). Un claro ejemplo de la tendencia a atribuir a los individuos la responsabilidad por su situación de pobreza son

las denominadas "trampas de la pobreza", o ciclos de pobreza que se refuerzan a sí mismos (Kraay & McKenzie, 2014). A nivel cognitivo, se argumenta que existe una relación bidireccional entre la mentalidad enfocada en el presente y la pobreza, siendo ambas a la vez causa y efecto (Farah & Hook, 2017) (Figura 6). La pobreza, al inducir una mentalidad cortoplacista, conduce a decisiones que perpetúan o agravan la condición de pobreza, estableciendo así un ciclo auto-reforzante. Este enfoque ha fundamentado la evaluación de intervenciones centradas en el individuo (véase, por ejemplo, Jachimowicz et al., 2017). Aunque estas intervenciones sean bien intencionadas, pueden minimizar o relativizar el impacto de las desigualdades estructurales y las barreras sistémicas que restringen significativamente las opciones y oportunidades disponibles para estas personas.

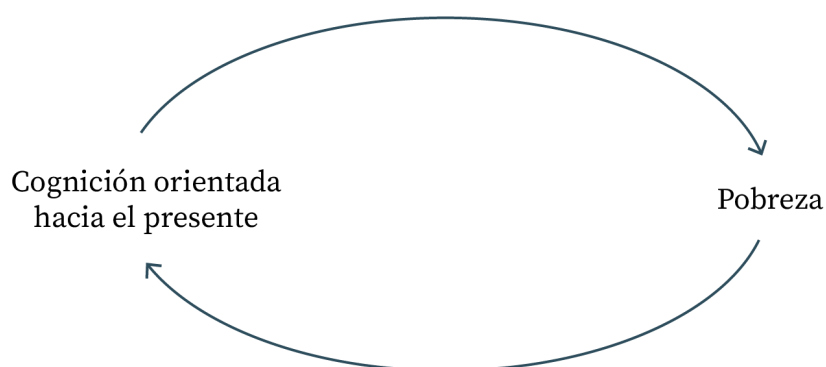


Figura 6. Esquema que ilustra la trampa de la pobreza.

Por otra parte, debe notarse que la evidencia disponible ha sido frecuentemente utilizada de manera reduccionista y demasiado determinista, lo cual ha dado lugar a una percepción fatalista del desarrollo. Este fenómeno se observa en la narrativa que posiciona a los primeros 1000 días como supuesto período crítico del desarrollo humano, promovida a nivel global por organizaciones internacionales como la Organización Mundial de

la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2016), así como por instituciones financieras internacionales como el Banco Mundial (Thurow, Roger, 2016). Si bien esta forma de encuadrar la necesidad de destinar recursos a mejorar las condiciones de desarrollo de las infancias puede resultar efectiva por ser persuasiva, el problema con esta narrativa es que sugiere erróneamente que la falta de experiencias adecuadas durante los primeros tres años de vida conduce a una situación de irreversibilidad de los impactos negativos en el desarrollo infantil (Farah, 2017). En realidad, la evidencia disponible apunta a que los primeros 1000 días no deberían ser entendidos como un período crítico, sino como uno sensible (Farah, 2017; Lipina & Segretin, 2015). Este aspecto es crucial, dado que una interpretación errónea de los hallazgos neurocientíficos podría llevar a decisiones equivocadas en la distribución de recursos hacia políticas de primera infancia, desincentivando la inversión en programas destinados a niños mayores de 3 años y adolescentes. En el contexto de los hallazgos presentados en la presente tesis respecto a la aparente calibración temprana del SRE, esta observación adquiere mayor relevancia al considerar los hallazgos recientes de McLaughlin y sus colaboradores (2015), los cuales sugieren que la calibración del SRE se da en un período sensible que abarca aproximadamente los primeros 1000 días.

A partir de lo discutido en los párrafos anteriores, se hace evidente la necesidad de un examen minucioso y sostenido de la evidencia, junto con una valoración crítica de los imaginarios sociales que se construyen en torno a la neurociencia. Debemos decir, sin embargo, que en cuanto la acumulación de capital en manos de una minoría siga estableciendo las condiciones de desigualdad económica y social que no solo perpetúan, sino que también institucionalizan la pobreza como un elemento estructural de nuestras democracias, será necesario estar abiertos a explorar la implementación de políticas e intervenciones informadas por avances en neurociencia, siempre que posean el potencial para transformar, aunque sea

en parte, la realidad. Llegado a este punto, es interesante notar que desde las propias ciencias sociales se ha reconocido una actitud de hostilidad hacia el auge de los conocimientos neurocientíficos (Rose & Abi-Rached, 2014). Se ha destacado que la crítica, aunque indispensable, ha alcanzado una etapa donde su aporte real puede ser cuestionado. Surge así un llamado a adoptar una perspectiva alternativa que fomente una “amistad crítica” más enriquecedora, la cual valore la importancia de los descubrimientos neurocientíficos recientes, manteniendo al mismo tiempo un análisis meticuloso de la validez de las aseveraciones presentadas, y previniendo el exceso de entusiasmo hacia su implementación inmediata (Rose & Abi-Rached, 2014). En última instancia, cualquier política o intervención debe ser diseñada con cautela, teniendo en cuenta los riesgos previamente señalados y orientándose a abordar la diversidad en las trayectorias de desarrollo —cuya complejidad aún no comprendemos por completo—, con el objetivo de asegurar una vida lo más digna posible para los niños y niñas de los sectores sociales históricamente postergados.

La evidencia neurocognitiva: un terreno en disputa

En las últimas décadas, el análisis del impacto de la pobreza sobre el desarrollo humano en general, y más específicamente en el desarrollo cognitivo, ha sido abordado con frecuencia desde la óptica de la teoría del capital humano. Esta teoría, que expandió las ideas sobre el valor económico de la escolarización, comenzó a tomar forma en la década de 1960 a partir del trabajo de un grupo de economistas de la Universidad de Chicago y ha sido influyente desde entonces. La noción de “capital humano” se fundamenta en la observación de que la educación fomenta el desarrollo de habilidades en las personas, las cuales, a su vez, contribuyen al aumento de la productividad y al crecimiento económico de las naciones (Becker, 1994). Al considerar las

habilidades y el conocimiento como una inversión en la productividad laboral, esta perspectiva establece un paralelismo entre la inversión en seres humanos y la inversión en otros activos, como una empresa (Becker, 1994); invertir en capital humano debería generar una tasa de retorno, la cual podrá ser eventualmente calculada. Habilidades cognitivas y no cognitivas (también denominadas habilidades blandas), entre las cuales se incluye el autocontrol, la mentalidad orientada al futuro y la capacidad de retrasar la gratificación, entre otras (Heckman, 2007, 2011), son habilidades altamente valoradas según los estándares normativos que también constituyen formas esenciales de capital humano. La teoría del capital humano reconoce la necesidad de inversión en contextos socioeconómicos desfavorecidos y ha probado ser una estrategia eficaz para reducir la pobreza (Olopade et al., 2019). Cabe notar que esta inversión se conceptualiza como un medio para permitir que el individuo se tecnifique a sí mismo —un proceso de “auto-producción”, en términos de Heckman (2007)—, y se vuelva autosuficiente. En esencia, sostiene que la responsabilidad del progreso recae en gran medida en el individuo. Esta visión se encuentra alineada con la ideología neoliberal y constituye la base filosófica y económica de su enfoque para la educación en la primera infancia.

El economista James Heckman ha liderado las investigaciones de un consorcio de economistas, psicólogos y neurocientíficos que aplican el enfoque del capital humano para evaluar la eficacia de los programas de educación temprana. Mediante el uso de análisis costo-beneficio, sus trabajos han evidenciado que las inversiones en las primeras etapas de la vida, dirigidas a mitigar déficits, se caracterizan por ofrecer tasas de retorno significativamente más altas en comparación con las inversiones en etapas posteriores del ciclo de vida (Heckman & Masterov, 2007). Si bien estos estudios no pueden examinarse en detalle aquí, debe notarse cómo sus hallazgos han resultado particularmente convincentes en ámbitos diversos a nivel global, incluyendo Uruguay (La importancia del capital humano en el

desarrollo económico, 2022; Primera infancia: Creencias e inversión en capital humano, 2023), donde han contribuido al surgimiento de una narrativa economicista. Esta producción discursiva resalta la necesidad de que los gobiernos destinen recursos a políticas enfocadas en el fortalecimiento del desarrollo infantil, atribuyéndole al desarrollo humano un valor instrumental en términos de crecimiento económico. *Reducir los déficits, fortalecer la economía* constituye el axioma que refleja la racionalidad de la necesidad de intervenir e invertir en los niños pobres que se encuentran *en riesgo* (Heckman, 2012). Como ha señalado Martinis (2006), el sujeto de la pobreza es el “niño carente”, aquejado de múltiples carencias (sociales, culturales, cognitivas) que obstaculizan su proceso de aprendizaje. El niño carente es un sujeto que está *roto* y necesita ser *reparado*, para prevenir consecuencias negativas como el abandono escolar, la falta de productividad y, potencialmente, la delincuencia (Heckman, 2012; Martinis, 2006). La inversión, entonces, es concebida como una política de prevención. Como se abordará más adelante, si bien la inversión en el desarrollo infantil es indudablemente beneficiosa desde una perspectiva económica, reducir su valor a términos meramente económicos puede ser problemático. Al subordinar el desarrollo humano a criterios de eficiencia económica, se ignora el imperativo moral de considerar el bienestar y el crecimiento integral del niño como fines en sí mismos, tal como se establece en la Convención sobre los Derechos del Niño aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 1989.

A razón de lo expuesto, es posible afirmar que los avances en neurociencia cognitiva, particularmente en el ámbito del desarrollo infantil, se han utilizado para impulsar de manera efectiva una agenda neoliberal en diversas áreas, incluida la educación. Este fenómeno ha sido foco de agudas críticas en la última década (Adriany & Newberry, 2022; Joldersma, 2016; Rose & Abi-Rached, 2014), las cuales abordan aspectos que van más allá del alcance de esta tesis. También existen casos que muestran cómo la

neurociencia ha adoptado en su argumentación la narrativa neoliberal, un fenómeno que no debería sorprendernos considerando el auge que el neoliberalismo ha experimentado en Occidente en los últimos 50 años. Un ejemplo particularmente relevante para la presente tesis es el del consorcio de investigadores que lidera la investigación sobre pobreza y desarrollo cognitivo desde la mirada evolucionista del desarrollo: la “*Research Network on Adaptations to Childhood Stress*”. Dirigida por Bruce Ellis y Willem Frankenhuis (The University of Utah, 2023), esta red define su aproximación al desarrollo en contextos adversos como un enfoque dirigido a profundizar en la comprensión de las fortalezas de las personas que se desarrollan en entornos de pobreza (Ellis et al., 2020), con la meta —entre otras—, de potenciar la productividad frente a la adversidad. Es posible identificar que estos investigadores enfatizan la necesidad de orientar la agencia del individuo en desarrollo hacia la productividad económica. No obstante, sería simplista y precipitado concluir que la neurociencia cognitiva, como disciplina, se encuentra inherentemente alineada con los intereses neoliberales (Farah, 2017; Millei & Joronen, 2016; Valle Lisboa, Juan & Hermida, Julia, 2018). Lipina y Evers (2017), de hecho, argumentan convincentemente que los hallazgos neurocientíficos poseen el potencial de erosionar creencias neoliberales, particularmente aquellas que atribuyen la responsabilidad de la pobreza exclusivamente a factores individuales. Dicho esto, constituye un error asumir que la neurociencia cognitiva está completamente aislada o es inmune a la influencia de dichos intereses. En este marco, adquiere relevancia el interés creciente hacia la *Neurociencia Crítica*, una subdisciplina dedicada a analizar y reflexionar críticamente sobre las metodologías, teorías y prácticas de la neurociencia contemporánea. Este campo no solo se enfoca en los hallazgos y aplicaciones de la neurociencia, sino que también examina críticamente sus fundamentos conceptuales, sus implicaciones éticas, sociales y políticas, y sus

interacciones con otras disciplinas y con la sociedad en general (Choudhury et al., 2009).

Una alternativa teórica al paradigma economicista predominante en la comprensión del desarrollo humano es el “enfoque de las capacidades” mencionado anteriormente (Sen, 1999). El enfoque de las capacidades no niega la contribución que hace el capital humano a la productividad económica, sino que lo integra en una visión más amplia de la educación (Robeyns, 2006). La educación, de acuerdo a Sen, debe ser valorada primordialmente por su capacidad intrínseca de proporcionar oportunidades para el “florecimiento humano” (Sen, 1999). Las capacidades, por lo tanto, son las libertades reales que las personas tienen a la hora de definir su plan de vida (Nussbaum, 2007). En este contexto, la libertad se entiende no sólo como una libertad negativa —la ausencia de interferencias—, sino también como una libertad positiva: la capacidad de hacer o ser lo que uno valora (Saito, 2003). La verdadera libertad, entonces, implica disponer de todos los medios necesarios para optar entre diferentes formas de vida (Pereira, 2010). En efecto, la intención de Sen y de Nussbaum ha sido proporcionar un marco ético normativo que oriente la evaluación del desarrollo humano (Pereira, 2010). Martha Nussbaum (2007) identifica diez capacidades³ esenciales como

³ **Las Capacidades Humanas Centrales**

1. Vida. Tener la capacidad de vivir hasta el final de una vida humana de duración normal; no morir prematuramente o antes de que la vida se reduzca a un punto que no valga la pena vivirla.

2. Salud Corporal. Poder gozar de buena salud, incluyendo la salud reproductiva; estar bien alimentado; tener un refugio adecuado.

3. Integridad Corporal. Poder moverse libremente de un lugar a otro; estar seguro contra ataques violentos, incluidos los asaltos sexuales y la violencia doméstica; tener oportunidades para la satisfacción sexual y para elegir en asuntos de reproducción.

4. Sentidos, Imaginación y Pensamiento. Ser capaz de usar los sentidos, imaginar, pensar y razonar, y hacer estas cosas de manera “verdaderamente humana”, una forma informada y cultivada por una educación adecuada, incluyendo, pero no limitándose a, la alfabetización y la formación básica matemática y científica. Poder usar la imaginación y el pensamiento en conexión con la experiencia y la producción de obras y eventos propios, religiosos, literarios, musicales, etc. Ser capaz de usar la mente de maneras protegidas por garantías de libertad de expresión respecto tanto al discurso político como artístico, y libertad de ejercicio religioso. Poder tener experiencias placenteras y evitar el dolor no beneficioso.

5. Emociones. Tener la capacidad de formar vínculos con cosas y personas fuera de uno mismo; amar a aquellos que nos aman y cuidan de nosotros, sufrir por su ausencia; en general, amar, sufrir, experimentar anhelo, gratitud y enojo justificado. Que el desarrollo emocional no se vea empañado por el miedo y la ansiedad. (Apoyar esta capacidad significa apoyar formas de asociación humana que se pueden demostrar que son cruciales en su desarrollo).

requisitos centrales para una vida con dignidad. Estas capacidades abarcan aspectos cruciales del bienestar humano, desde la necesidad básica de una vida saludable hasta la capacidad para participar plenamente en la vida social y política. Nussbaum enfatiza que estas capacidades no son fines en sí mismas, sino condiciones previas para que los individuos elijan y persigan su propia concepción de una vida buena. Quisiéramos destacar que esta lista ofrece un punto de partida pluralista para considerar la existencia de perfiles autorregulatorios —que incluyen mecanismos cognitivos, emocionales y fisiológicos— como socialmente deseables y saludables, por favorecer la reflexión, la regulación flexible del comportamiento y la salud, condiciones necesarias para el florecimiento de una vida humana buena. En síntesis, y a la luz de lo expuesto, es razonable afirmar que los hallazgos en el campo de la pobreza y el desarrollo neurocognitivo sustentan el enfoque de las capacidades de Sen y Nussbaum, ya que éstos tienden a mostrar que la pobreza puede condicionar el desarrollo de habilidades fundamentales, esenciales para el ejercicio efectivo de la autonomía y la libertad (Lipina & Evers, 2017).

6. Razón Práctica. Ser capaz de formar una concepción del bien y participar en una reflexión crítica sobre la planificación de la propia vida. (Esto implica protección para la libertad de conciencia y observancia religiosa.)

7. Afiliación. A. Ser capaz de vivir con y hacia los demás, reconocer y mostrar preocupación por otros seres humanos, participar en varias formas de interacción social; poder imaginar la situación del otro. (Proteger esta capacidad significa proteger las instituciones que constituyen y nutren tales formas de afiliación, y también proteger la libertad de reunión y el discurso político.) B. Tener las bases sociales del autorrespeto y la no humillación; poder ser tratado como un ser digno cuyo valor es igual al de los demás. Esto implica provisiones de no discriminación por razón de raza, sexo, orientación sexual, etnia, casta, religión, origen nacional.

8. Otras Especies. Poder vivir con preocupación por y en relación con los animales, las plantas y el mundo de la naturaleza.

9. Juego. Ser capaz de reír, jugar, disfrutar de actividades recreativas.

10. Control sobre el propio entorno. A. Político. Ser capaz de participar efectivamente en las decisiones políticas que gobiernan la vida de uno; tener el derecho de participación política, protecciones de la libertad de expresión y asociación. B. Material. Poder poseer propiedades (tanto tierras como bienes muebles), y tener derechos de propiedad en igualdad de condiciones con los demás; tener el derecho a buscar empleo en igualdad de condiciones con los demás; tener la libertad frente a búsquedas e incautaciones injustificadas. En el trabajo, ser capaz de trabajar como un ser humano, ejerciendo la razón práctica y entrando en relaciones significativas de reconocimiento mutuo con otros trabajadores.

Fortalezas, limitaciones y direcciones futuras

La fortaleza de nuestro estudio radica en su examen exhaustivo de las estrategias de toma de decisiones en niños de diferentes entornos socioeconómicos, utilizando un análisis de dos niveles que abarca aspectos tanto conductuales como psicofisiológicos. Sin embargo, también presenta algunas limitaciones. El primer aspecto a considerar es la evaluación de la conciencia, un tema controvertido y sujeto a debate (Garon & Moore, 2007a; Maia & McClelland, 2004). Como se discutió en el Artículo 1, la evaluación retrospectiva del conocimiento explícito sobre las contingencias de los mazos no permite determinar el momento exacto de adquisición de este conocimiento ni asegurar su disponibilidad durante la tarea. Así, aunque los niños de hogares de NSE medio/alto en el grupo de Conciencia Nivel 2 adoptaron una estrategia orientada al futuro, no podemos afirmar de forma definitiva que el conocimiento explícito haya dirigido sus elecciones durante toda la tarea. De manera que un seguimiento del Experimento 2 podría consistir en variar el momento de administración de la prueba de conciencia. Evaluar el nivel de conciencia en el transcurso de la tarea permitiría

determinar, por ejemplo, si los niños de entornos de NSE bajo con conocimiento explícito de las contingencias de los mazos siguen exhibiendo comportamientos de riesgo. De manera similar, futuras investigaciones sobre las diferencias socioeconómicas en el rendimiento en la CGT deberían incorporar una condición informada (en la cual las ganancias, pérdidas y probabilidades de todas las opciones se presentan de forma explícita; Van Duijvenvoorde et al., 2012), para facilitar comparaciones más directas sobre la influencia del conocimiento explícito en el desempeño en la tarea.

La segunda limitación concierne al uso exclusivo de la FC como único indicador para medir marcadores somáticos. Si bien es habitual emplear la FC como un índice de la actividad autonómica, ésta refleja la interacción entre el SNS y el SNP y puede no capturar plenamente las complejidades de los procesos afectivos en el nivel de análisis fisiológico. Investigaciones futuras deberían incluir otros indicadores, como el registro de SCRs, que, al proporcionar una medida directa de la actividad del SNS, ofrecería una comprensión más profunda sobre el desarrollo del SNA.

Los hallazgos de los Experimentos III y IV dejan abierta la interrogante de si las diferencias en las respuestas cardíacas observadas pueden atribuirse a patrones de reactividad del SRE subyacentes en niños y niñas. Quisiéramos notar que, para complementar las medidas de reactividad, disponemos de registros cardíacos y de actividad electrodérmica de cinco minutos en estado de reposo. Considerando los perfiles fisiológicos propuestos por el ACM sobre los patrones de reactividad (Figura 5, Tabla 1), sería de interés evaluar si el subgrupo de niños de NSE bajo que exhibió respuestas aceleratorias durante la CGT también presentó una actividad cardíaca y electrodérmica elevada al ser evaluados en estado de reposo. De igual manera, sería relevante examinar si el subgrupo de niños de entornos de NSE medio/alto, que evidenció respuestas desaceleratorias durante la CGT, exhibió una actividad cardíaca y electrodérmica baja o moderada en reposo. Si bien hasta el momento no se han llevado a cabo los análisis pertinentes,

una evaluación preliminar a través de un gráfico de densidad de la FC en función del NSE, sugiere la presencia de un subgrupo de niños de hogares de NSE bajo con un perfil de actividad en estado de reposo que se encuentra alineado con la predicción del ACM respecto al patrón vigilante (Figura 7). De manera similar, el gráfico revela que un alto porcentaje de niños procedentes de familias de NSE medio/alto mostró un perfil de actividad cardíaca basal que parecería asemejarse al perfil amortiguado propuesto en el ACM. A futuro, por lo tanto, se plantea la necesidad de realizar un examen exhaustivo de los datos de actividad cardíaca y electrodérmica en reposo, para validar y expandir las interpretaciones actuales.

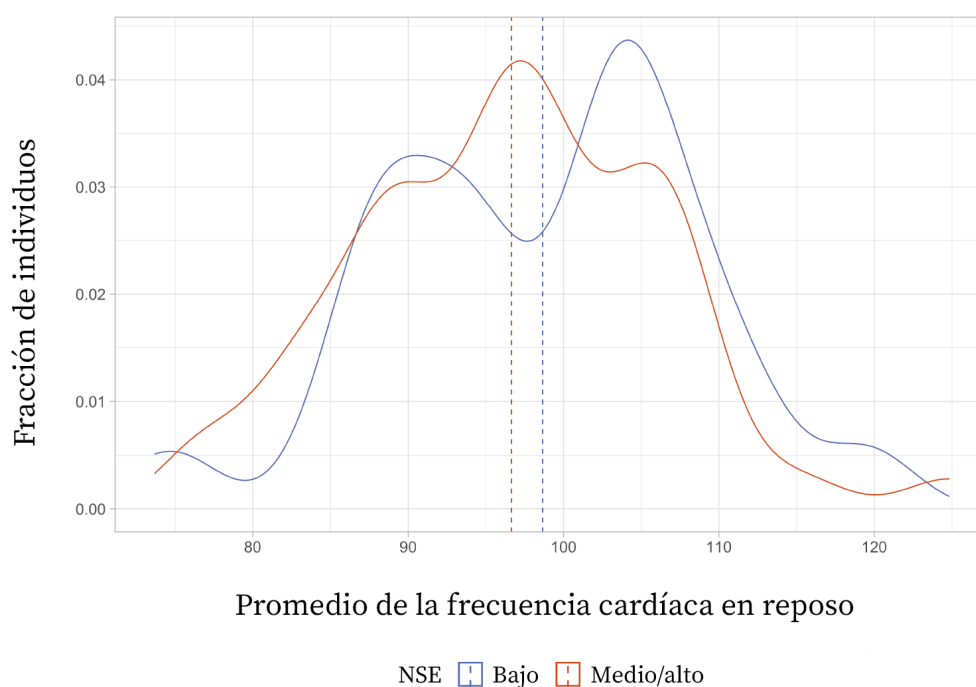


Figura 7. Distribución de la frecuencia cardíaca en reposo según el nivel socioeconómico (NSE). La media general de cada grupo está indicada por las líneas discontinuas.

Finalmente, cabe mencionar una limitación respecto al espectro socioeconómico de nuestra muestra, que no incluyó una representación significativa de los contextos más privilegiados económicamente (es decir, de

NSE alto). La correlación observada entre el puntaje asociado al INSE y el rendimiento de los niños en la CGT ($R = .27, p < .01$) indica que la inclusión de individuos de sectores socioeconómicos más altos podría haber acentuado los efectos del NSE observados. Habitualmente, un NSE alto se asocia con un mayor acceso a recursos educativos y entornos de apoyo, los cuales podrían influir en los procesos cognitivos y/o afectivos involucrados en la toma de decisiones.

Conclusión

El propósito de esta tesis fue examinar la relación entre el NSE y las estrategias de toma de decisiones afectivas durante la primera infancia, así como determinar si la naturaleza de esta relación se alinea con los postulados de la LHT. La evidencia obtenida respalda nuestra hipótesis de trabajo. Por un lado, el patrón de toma de decisiones observado en el grupo de niños de hogares de NSE medio/alto concuerda con la hipótesis de que los comportamientos orientados hacia el futuro son adaptativos en entornos seguros y predecibles. Por otro lado, el patrón de toma de decisiones orientado al presente, observado en el grupo de bajo NSE, está en consonancia con la noción de que los comportamientos dirigidos hacia la obtención de recompensas inmediatas son respuestas funcionalmente contextuales a condiciones de hostilidad e incertidumbre ambiental. Las diferencias observadas no parecen ser atribuibles a déficits en procesos cognitivos y/o afectivos subyacentes. En cambio, estas diferencias parecen relacionarse con las variaciones en cómo se utiliza la información adquirida sobre las características de la tarea, así como en las respuestas cardíacas ante los estímulos presentados durante la misma. Estas variaciones sugieren, aunque de manera especulativa, una temprana adopción de estrategias de

historia de vida en respuesta a los contextos socioeconómicos específicos de desarrollo.

Como punto final, nuestros resultados indican que las respuestas autonómicas anticipatorias podrían preceder y asistir a los procesos de razonamiento lógico, los cuales son esenciales para la adquisición de conocimiento explícito en el marco de la tarea de juego. No obstante, es plausible que ambos tipos de procesos —autonómicos y cognitivos— estén involucrados en la toma de decisiones a lo largo de la tarea

En conclusión, nuestros hallazgos apuntan a que la interpretación de las estrategias de toma de decisiones debería seguir una racionalidad ecológica, en lugar de una económica. Esto subraya la necesidad de continuar avanzando hacia una comprensión integral de la cognición adaptada al estrés que, al reconocer la naturaleza adaptativa del desarrollo, trascienda el enfoque tradicional deficitario, centrada exclusivamente en la disfunción.

Referencias

- Abo Hamza, E., Tindle, R., Pawlak, S., Bedewy, D., & Moustafa, A. A. (2024). The impact of poverty and socioeconomic status on brain, behaviour, and development: A unified framework. *Reviews in the Neurosciences*, 0(0). <https://doi.org/10.1515/revneuro-2023-0163>
- Administración Nacional de Educación Pública. (2016). *Relevamiento de las características socioculturales de las escuelas públicas 2015*. ANEP. https://observatorio.anep.edu.uy/sites/default/files/documentos/relevamientos/Relevamiento_de_Caracter%C3%ADsticas_Socioculturales_C EIP_2015.pdf
- Adriany, V., & Newberry, J. (2022). Neuroscience and the construction of a new child in early childhood education in Indonesia: A neoliberal legacy. *Current Sociology*, 70(4), 539–556. <https://doi.org/10.1177/0011392120985875>
- Andrews, G., & Moussaumai, J. (2015). Improving children's affective decision making in the Children's Gambling Task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139, 18–34.
- Barch, D., Pagliaccio, D., Belden, A., Harms, M. P., Gaffrey, M., Sylvester, C. M., Tillman, R., & Luby, J. (2016). Effect of Hippocampal and Amygdala Connectivity on the Relationship Between Preschool Poverty and School-Age Depression. *American Journal of Psychiatry*, 173(6), 625–634. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2015.15081014>
- Barr, D. A. (2017). The Childhood Roots of Cardiovascular Disease Disparities. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(9), 1415–1421. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.06.013>
- 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/doi:10.18637/jss.v067.i01>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1–3), 7–15.

- [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., & Damasio, H. (2002). Decision-making and addiction (part I): Impaired activation of somatic states in substance dependent individuals when pondering decisions with negative future consequences. *Neuropsychologia*, 40(10), 1675–1689.
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(02\)00015-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(02)00015-5)
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295–307.
<https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275(5304), 1293–1295. <https://doi.org/10.1126/science.275.5304.1293>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: Some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(4), 159–162.
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 6(2), 215–225.
[https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Beck, A. T., & Clark, D. A. (1997). An information processing model of anxiety: Automatic and strategic processes. *Behaviour Research and Therapy*, 35(1), 49–58.
- Becker, G. S. (1994). Human capital revisited. In *Human capital: A theoretical and empirical analysis with special reference to education, third edition* (pp. 15–28). The University of Chicago Press.
<https://www.nber.org/system/files/chapters/c11229/c11229.pdf>
- Benarroch, E. E. (1993). The central autonomic network: Functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clinic Proceedings*, 68(10), 988–1001. [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)62272-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)62272-1)
- Blair, C., Granger, D. A., Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M.,

- Greenberg, M. T., Kivlighan, K. T., Fortunato, C. K., & Investigators, F. L. P. (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*, 82(6), 1970–1984.
- 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>
- Bowman, C. H., Evans, C. E. Y., & Turnbull, O. H. (2005). Artificial time constraints on the Iowa Gambling Task: The effects on behavioural performance and subjective experience. *Brain and Cognition*, 57(1), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.015>
- Boyce, W. T., & Ellis, B. J. (2005). Biological sensitivity to context: I. An evolutionary–developmental theory of the origins and functions of stress reactivity. *Development and Psychopathology*, 17(2), 271–301.
- Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. *Psychophysiology*, 46(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00702.x>
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371–399. <https://doi.org/10.1146annurev.psych.53.100901.135233>
- Brown, L. (2003). Test of Nonverbal Intelligence. In R. S. McCallum (Ed.), *Handbook of Nonverbal Assessment* (pp. 191–221). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0153-4_10
- Bunch, K. M., Andrews, G., & Halford, G. S. (2007). Complexity effects on the children's gambling task. *Cognitive Development*, 22(3), 376–383. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.01.004>
- Casey, B. J., Somerville, L. H., Gotlib, I. H., Ayduk, O., Franklin, N. T., Askren, M. K., Jonides, J., Berman, M. G., Wilson, N. L., & Teslovich, T. (2011). Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(36), 14998–15003.

- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). *Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development?* 9(3), 104–110. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.01.011>
- Chen, E., Matthews, K. A., & Boyce, W. T. (2002). Socioeconomic differences in children's health: How and why do these relationships change with age? *Psychological Bulletin*, 128(2), 295–329. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.2.295>
- Choudhury, S., Nagel, S. K., & Slaby, J. (2009). Critical neuroscience: Linking neuroscience and society through critical practice. *BioSocieties*, 4(1), 61–77.
- Clark, A. M., DesMeules, M., Luo, W., Duncan, A. S., & Wielgosz, A. (2009). Socioeconomic status and cardiovascular disease: Risks and implications for care. *Nature Reviews Cardiology*, 6(11), 712–722. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2009.163>
- Cosenza, M., Ciccarelli, M., Matarazzo, O., Griffiths, M. D., & Nigro, G. (2023). The Role of Aging, Time Perspective, and Gambling-Related Cognitions in Affective Decision-Making. *International Journal of Mental Health and Addiction*. <https://doi.org/10.1007/s11469-023-01046-6>
- Craske, M. G., Rauch, S. L., Ursano, R., Prenoveau, J., Pine, D. S., & Zinbarg, R. E. (2011). What Is an Anxiety Disorder? *FOCUS*, 9(3), 369–388. <https://doi.org/10.1176/foc.9.3.foc369>
- Crone, E. A., Bunge, S. A., Latenstein, H., & van der Molen, M. W., M. W. (2005). Characterization of Children's Decision Making: Sensitivity to Punishment Frequency, Not Task Complexity. *Child Neuropsychology*, 11(3), 245–263. <https://doi.org/10.1080/092970490911261>
- Crone, E. A., Somsen, R. J., Beek, B. V., & Van Der Molen, M. W. (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. *Psychophysiology*, 41(4), 531–540.
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously

- shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex.
Developmental Neuropsychology, 25(3), 251–279.
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2007). Development of decision making in school-aged children and adolescents: Evidence from heart rate and skin conductance analysis. *Child Development*, 78(4), 1288–1301.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01066.x>
- Crone, E. A., Vendel, I., & van der Molen, M. W. (2003). Decision-making in disinhibited adolescents and adults: Insensitivity to future consequences or driven by immediate reward? *Personality and Individual Differences*, 35(7), 1625–1641.
- Damasio, A. (1994). Descartes' error: Emotion, rationality and the human brain. *New York: Putnam*, 352.
- 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.
- De Bellis, M. D., Baum, A. S., Birmaher, B., Keshavan, M. S., Eccard, C. H., Boring, A. M., Jenkins, F. J., & Ryan, N. D. (1999). Developmental traumatology part I: Biological stress systems. *Biological Psychiatry*, 45(10), 1259–1270.
- De Carvalho, da Rocha, A. F., Oliveira Nascimento, F. A., Neto, J. S., & Junqueira, L. F. (2002). Development of a Matlab software for analysis of heart rate variability. *6th International Conference on Signal Processing, 2002.*, 2, 1488–1491.
<https://doi.org/10.1109/ICOSP.2002.1180076>
- Del Giudice, M. (2015). Self-Regulation in an Evolutionary Perspective. In G. Gendolla, M. Tops, & S. Koole (Eds.), *Handbook of Biobehavioral Approaches to Self-Regulation* (pp. 25–41). Springer New York.
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1236-0_3
- Del Giudice, M., Ellis, B. J., & Shirtcliff, E. A. (2011). The Adaptive Calibration Model of stress responsivity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*,

- 35(7), 1562–1592. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.11.007>
- Del Giudice, M., Hinnant, J. B., Ellis, B. J., & El-Sheikh, M. (2012). Adaptive patterns of stress responsivity: A preliminary investigation. *Developmental Psychology*, 48(3), 775–790. <https://doi.org/10.1037/a0026519>
- Delgado, H., Aldecosea, C., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., Nin, V., Lipina, S., & Carboni, A. (2022). Socioeconomic Status Differences in Children's Affective Decision-Making: The Role of Awareness in the Children's Gambling Task. *Developmental Psychology*, 58(9), 1716–1729. <https://doi.org/10.1037/dev0001382>
- Delgado, H., Lipina, S., Pastor, M. C., Muniz-Terrera, G., Menéndez, Ñ., Rodríguez, R., & Carboni, A. (2024). Differential psychophysiological responses associated with decision-making in children from different socioeconomic backgrounds. *Child Development*, cdev.14082. <https://doi.org/10.1111/cdev.14082>
- Demaree, H. A., Burns, K. J., & DeDonno, M. A. (2010). Intelligence, but not emotional intelligence, predicts Iowa Gambling Task performance. *Intelligence*, 38(2), 249–254.
- Dickins, T. E., Johns, S. E., & Chipman, A. (2012). Teenage pregnancy in the United Kingdom: A behavioral ecological perspective. *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*, 6(3), 344.
- Dowd, J. B., Simanek, A. M., & Aiello, A. E. (2009). Socio-economic status, cortisol and allostatic load: A review of the literature. *Int J Epidemiol*, 38(5), 1297–1309. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp277>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., & Brooks-Gunn, J. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428.
- Duncan, G. J., Magnuson, K., & Votruba-Drzal, E. (2017). Moving beyond Correlations in Assessing the Consequences of Poverty. *Annual Review*

- of Psychology*, 68(December), 413–434.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044224>
- Dunn, B. D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. D. (2006). The somatic marker hypothesis: A critical evaluation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(2), 239–271.
- Ellis, B. J., Abrams, L. S., Masten, A. S., Sternberg, R. J., Tottenham, N., & Frankenhuis, W. E. (2020). Hidden talents in harsh environments. *Development and Psychopathology*, 1, 19.
- Ellis, B. J., Abrams, L. S., Masten, A. S., Sternberg, R. J., Tottenham, N., & Frankenhuis, W. E. (2023). *The Hidden Talents Framework: Implications for science, policy, and practice*. Cambridge University Press.
<https://www.cambridge.org/core/elements/hidden-talents-framework/E7354EF6DF811F1F08BC8B6C3BA193B0>
- 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.
- Ellis, B. J., & Del Giudice, M. (2014). Beyond allostatic load: Rethinking the role of stress in regulating human development. *Development and Psychopathology*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1177/1745691617693054>
- Ellis, B. J., & Del Giudice, M. (2019). Developmental adaptation to stress: An evolutionary perspective. *Annual Review of Psychology*, 70, 111–139.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011732>
- 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(2), 204–268.
<https://doi.org/10.1007/s12110-009-9063-7>
- Ellis, B. J., Oldehinkel, A. J., & Nederhof, E. (2017). The adaptive calibration model of stress responsivity: An empirical test in the Tracking Adolescents' Individual Lives Survey study. *Development and*

- Psychopathology*, 29(3), 1001–1021.
- 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.
<https://doi.org/10.1017/S0954579421001838>
- Evans, G. W. (2003). A multimethodological analysis of cumulative risk and allostatic load among rural children. *Developmental Psychology*, 39(5), 924.
- Evans, G. W., & English, K. (2002). The environment of poverty: Multiple stressor exposure, psychophysiological stress, and socioemotional adjustment. *Child Development*, 73(4), 1238–1248.
- Evans, G. W., & Kantrowitz, E. (2002). Socioeconomic Status and Health: The Potential Role of Environmental Risk Exposure. *Annual Review of Public Health*, 23(1), 303–331.
<https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.23.112001.112349>
- Evans, G. W., & Kim, P. (2007). Childhood poverty and health: Cumulative risk exposure and stress dysregulation. *Psychol Sci*, 18(11), 953–957.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.02008.x>
- Evans, G. W., Li, D., & Whipple, S. S. (2013). Cumulative risk and child development. *Psychol Bull*, 139(6), 1342–1396.
<https://doi.org/10.1037/a0031808>
- Evans, G. W., & Schamberg, M. A. (2009). *Childhood poverty, chronic stress, and adult working memory*. 106(16), 6545–6549.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0811910106>
- Farah, M. (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>
- Farah, M. J., & Hook, C. J. (2017). Trust and the poverty trap. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(21), 5327–5329.

- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., Malmud, E. K., & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Res*, 1110(1), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.06.072>
- Fawcett, T. W., McNamara, J. M., & Houston, A. I. (2012). When is it adaptive to be patient? A general framework for evaluating delayed rewards. *Behavioural Processes*, 89(2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.08.015>
- Fellows, L. K., & Farah, M. J. (2005). Different underlying impairments in decision-making following ventromedial and dorsolateral frontal lobe damage in humans. *Cerebral Cortex*, 15(1), 58–63.
- Fenneman, J., & Frankenhuys, W. E. (2020). Is impulsive behavior adaptive in harsh and unpredictable environments? A formal model. *Evolution and Human Behavior*, 41(4), 261–273.
- Fernie, G., & Tunney, R. J. (2013). Learning on the IGT follows emergence of knowledge but not differential somatic activity. *Frontiers in Psychology*, 4, 687. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00687>
- Fields, A., Bloom, P. A., VanTieghem, M., Harmon, C., Choy, T., Camacho, N. L., 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*, April, 1–8. <https://doi.org/10.1111/desc.13133>
- Frankenhuis, W. E., & de Weerth, C. (2013). Does early-life exposure to stress shape or impair cognition? *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 407–412.
- Frankenhuis, W. E., & Del Giudice, M. (2012). *When do adaptive developmental mechanisms yield maladaptive outcomes?* 48(3), 628. <https://doi.org/10.1037/a0025629>
- Frankenhuis, W. E., & Nettle, D. (2020). The strengths of people in poverty.

- Current Directions in Psychological Science*, 29(1), 16–21.
- 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>
- Frankenhuis, W., & Ellis, B. (2017). Toward a balanced view of stress-adapted cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 40, 25–26.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X17000954>
- Frankenhuis, W., Panchanathan, K., & Nettle, D. (2016). Cognition in harsh and unpredictable environments. *Curr Opin Psychology*, 7, 76–80.
<https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.08.011>
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31(3–5), 373–385.
- Gao, S., Wei, Y., Bai, J., Lin, C., & Li, H. (2009). Young children's affective decision-making in a gambling task: Does difficulty in learning the gain/loss schedule matter? *Cognitive Development*, 24(2), 183–191.
<https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2008.07.006>
- Gao, W., Alcauter, S., Elton, A., Hernandez-Castillo, C. R., Smith, J. K., Ramirez, J., & Lin, W. (2015). Functional network development during the first year: Relative sequence and socioeconomic correlations. *Cerebral Cortex*, 25(9), 2919–2928.
- Garon, N., Longard, J., Craig, B., & Kent, K. (2015). Loss frequency and awareness predict performance on a preschool variant of the Iowa Gambling Task. *Journal of Cognition and Development*, 16(2), 286–301.
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain Cognition*, 55(1), 158–170.
[https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00272-0](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00272-0)
- Garon, N., & Moore, C. (2007a). Awareness and Symbol Use Improves Future-Oriented Decision Making in Preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 39–59.

- <https://doi.org/10.1080/87565640709336886>
- Garon, N., & Moore, C. (2007b). Developmental and Gender Differences in Future-Oriented Decision-Making During the Preschool Period. *Child Neuropsychology*, 13(1), 46–63.
<https://doi.org/10.1080/09297040600762701>
- Gianaros, P. J., Horenstein, J. A., Hariri, A. R., Sheu, L. K., Manuck, S. B., Matthews, K. A., & Cohen, S. (2008). Potential neural embedding of parental social standing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(2), 91–96. <https://doi.org/10.1093/scan/nsn003>
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., Nugent, T. F., Herman, D. H., Clasen, L. S., & Toga, A. W. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174–8179.
- Griskevicius, V., Ackerman, J. M., Cantú, S. M., Delton, A. W., Robertson, T. E., Simpson, J. A., Thompson, M. E., & Tybur, J. M. (2013). When the Economy Falter, Do People Spend or Save? Responses to Resource Scarcity Depend on Childhood Environments. *Psychological Science*, 24(2), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0956797612451471>
- Griskevicius, V., Tybur, J., Delton, A., & Robertson, T. (2011). The influence of mortality and socioeconomic status on risk and delayed rewards: A life history theory approach. *J Pers Soc Psychol*, 100(6), 1015.
<https://doi.org/10.1037/a0022403>
- Guillaume, S., Jollant, F., Jaussent, I., Lawrence, N., Malafosse, A., & Courtet, P. (2009). Somatic markers and explicit knowledge are both involved in decision-making. *Neuropsychologia*, 47(10), 2120–2124.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.04.003>
- Gunnar, M., & Quevedo, K. (2007). The neurobiology of stress and development. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 145–173.
- Gustafsson, P. E., Anckarsäter, H., Lichtenstein, P., Nelson, N., & Gustafsson,

- P. A. (2010). Does quantity have a quality all its own? Cumulative adversity and up-and down-regulation of circadian salivary cortisol levels in healthy children. *Psychoneuroendocrinology*, 35(9), 1410–1415.
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). *Socioeconomic status and the developing brain*. 13(2), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.003>
- Hajcak, G., McDonald, N., & Simons, R. F. (2003). To err is autonomic: Error-related brain potentials, ANS activity, and post-error compensatory behavior. *Psychophysiology*, 40(6), 895–903. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00107>
- Hamm, A. O. (2020). Fear, anxiety, and their disorders from the perspective of psychophysiology. *Psychophysiology*, 57(2), e13474. <https://doi.org/10.1111/psyp.13474>
- Hamm, A. O., Cuthbert, B. N., Globisch, J., & Vaitl, D. (1997). Fear and the startle reflex: Blink modulation and autonomic response patterns in animal and mutilation fearful subjects. *Psychophysiology*, 34(1), 97–107. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02420.x>
- Hare, R. D., & Blevings, G. (1975). Conditioned Orienting and Defensive Responses. *Psychophysiology*, 12(3), 289–297. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1975.tb01293.x>
- Haushofer, J., & Fehr, E. (2014). On the psychology of poverty. *Science*, 344(6186), 862–867. <https://doi.org/10.1126/science.1232491>
- Heckman, J. J. (2007). The economics, technology, and neuroscience of human capability formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13250–13255. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701362104>
- Heckman, J. J. (2011). The American family in Black & White: A post-racial strategy for improving skills to promote equality. *Daedalus*, 140(2), 70–89.
- Heckman, J. J. (2012). Invest in early childhood development: Reduce deficits, strengthen the economy. *The Heckman Equation*, 7(1–2). https://heckmanequation.org/wp-content/uploads/2013/07/F_Heckma

- nDeficitPieceCUSTOM-Generic_052714-3.pdf
- Heckman, J. J., & Masterov, D. V. (2007). *The productivity argument for investing in young children*. National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
https://www.nber.org/system/files/working_papers/w13016/w13016.pdf
- Henrich, J., Heine, S. J., & Norenzayan, A. (2010a). Most people are not WEIRD. *Nature*, 466(7302), 29–29.
- Henrich, J., Heine, S. J., & Norenzayan, A. (2010b). The weirdest people in the world? *Behavioral and Brain Sciences*, 33(2–3), 61–83.
- Humphreys, K. L., Lee, S. S., Telzer, E. H., Gabard-Durnam, L. J., Goff, B., Flannery, J., & Tottenham, N. (2015). Exploration—Exploitation strategy is dependent on early experience. *Developmental Psychobiology*, 57(3), 313–321.
- Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Estimación de la pobreza por el método de ingreso*.
<https://www5.ine.gub.uy/documents/Demograf%C3%ADaDayEESS/HTML/ECH/Pobreza/2022/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20pobreza%20por%20el%20m%C3%A9todo%20del%20ingreso%202022.html>
- Jachimowicz, J. M., Chafik, S., Munrat, S., Prabhu, J. C., & Weber, E. U. (2017). Community trust reduces myopic decisions of low-income individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(21), 5401–5406. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617395114>
- Jennings, J. R. (1986). Bodily changes during attention. In M. G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, processes, and applications* (pp. 268–289). Guilford Press.
- Johnson, S. B., Riis, J. L., & Noble, K. G. (2016). State of the art review: Poverty and the developing brain. *Pediatrics*, 137(4).
- Joldersma, C. W. (2016). Neoliberalism and the neuronal self: A critical perspective on neuroscience’s application to education. In

- Neuroscience and Education* (pp. 91–107). Routledge.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315754109-7/neoliberalism-neuronal-self-clarence-joldersma>
- Jorgensen, S. E., & Fath, B. D. (2008). *Encyclopedia of ecology*. Elsevier BV.
<https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/8658/>
- Kaplan, G. A., & Keil, J. E. (1993). Socioeconomic factors and cardiovascular disease: A review of the literature. *Circulation*, 88(4), 1973–1998.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.88.4.1973>
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children’s gambling task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148–157.
[https://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00275-6)
- Kim, P., Evans, G. W., Angstadt, M., Ho, S. S., Sripada, C. S., Swain, J. E., Liberzon, I., & Phan, K. L. (2013). Effects of childhood poverty and chronic stress on emotion regulatory brain function in adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(46), 18442–18447.
- Kolk, S. M., & Rakic, P. (2022). Development of prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacology*.
<https://psycnet.apa.org/record/2021-94796-001>
- Kraay, A., & McKenzie, D. (2014). Do poverty traps exist? Assessing the evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 28(3), 127–148.
- Kruger, D. J., Reischl, T., & Zimmerman, M. A. (2008). Time perspective as a mechanism for functional developmental adaptation. *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*, 2(1), 1.
- Kuzawa, C. W., & Quinn, E. A. (2009). Developmental Origins of Adult Function and Health: Evolutionary Hypotheses. *Annual Review of Anthropology*, 38(1), 131–147.
<https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-091908-164350>
- La importancia del capital humano en el desarrollo económico. (2022, Octubre 14). El País.
<https://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/la-importancia-del-ca>

pital-humano-en-el-desarrollo-economico

- Landova, E., Peleskova, S., Sedlackova, K., Janovcova, M., Polak, J., Radlova, S., Vobrubova, B., & Frynta, D. (2020). Venomous snakes elicit stronger fear than nonvenomous ones: Psychophysiological response to snake images. *PLoS ONE*, 15(8), e0236999–e0236999.
- 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), 1–22. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>
- Lehto, J. E., & Elorinne, E. (2003). Gambling as an executive function task. *Applied Neuropsychology*, 10(4), 234–238.
- Lerner, R. M. (2018). *Concepts and theories of human development (4th ed.)*. New York: Routledge.
- Li, D., Liu, T., Zhang, X., Wang, M., Wang, D., & Shi, J. (2017). Fluid intelligence, emotional intelligence, and the Iowa Gambling Task in children. *Intelligence*, 62, 167–174.
- Lipina, S. J., & Evers, K. (2017). Neuroscience of Childhood Poverty: Evidence of Impacts and Mechanisms as Vehicles of Dialog With Ethics. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://philpapers.org/rec/LIPNOC>
- Lipina, S. J., & Segretin, M. (2015). 6000 días más: Evidencia neurocientífica acerca del impacto de la pobreza infantil. 21(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.08.003>
- 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.
- Lupien, S. J., Ouellet-Morin, I., Hupbach, A., Tu, M. T., Buss, C., Walker, D., Pruessner, J., & McEwen, B. S. (2015). Beyond the stress concept: Allostatic load—A developmental biological and cognitive perspective. *Developmental Psychopathology: Volume Two: Developmental*

- Neuroscience*, 578–628.
- Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa gambling task. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(45), 16075–16080.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0406666101>
- Mani, A., Mullainathan, S., Shafr, E., & Zhao, J. (2013). Poverty impedes cognitive function. *Science*, 341(6149), 976–980.
<https://doi.org/10.1126/science.1238041>
- Martinis, P. (2006). Educación , pobreza e igualdad: Del “ niño carente ” al “ sujeto de la educación .” In *Igualdad y educación escrituras (entre) dos orillas* (Martinis, Pablo&Redondo, Patricia, pp. 13–31). Del estante.
- Martinis, P. (2014). Sujetos populares y gobierno de la pobreza en la consolidación del sistema educativo moderno en Uruguay. *Cuadernos de Pensamiento Biopolitico Latinomaericano*, 2, 25–32.
- Mata, F., Miranda, D. M., Sallum, I., Bechara, A., & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Do general intellectual functioning and socioeconomic status account for performance on the Children’s Gambling Task? *Frontiers in Neuroscience*, 7(68), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00068>
- 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.
- McLaughlin, K. A., Sheridan, M. A., Tibu, F., Fox, N. A., Zeanah, C. H., & Nelson, C. A. (2015). Causal effects of the early caregiving environment on development of stress response systems in children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5637–5642.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1423363112>
- Mell, H., Baumard, N., & André, J.-B. (2021). Time is money. Waiting costs explain why selection favors steeper time discounting in deprived

- environments. *Evolution and Human Behavior*, 42(4), 379–387.
- Merz, E. C., Desai, P. M., Maskus, E. A., Melvin, S. A., Rehman, R., Torres, S. D., Meyer, J., He, X., & Noble, K. G. (2019). Socioeconomic Disparities in Chronic Physiologic Stress Are Associated With Brain Structure in Children. *Biological Psychiatry*, 86(12), 921–929.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.05.024>
- Millei, Z., & Joronen, M. (2016). The (bio)politicization of neuroscience in Australian early years policies: Fostering brain-resources as human capital. *Journal of Education Policy*, 31(4), 389–404.
<https://doi.org/10.1080/02680939.2016.1148780>
- Mittal, C., Griskevicius, V., Simpson, J., Sung, S., & Young, E. (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>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., & Ross, S. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698.
- 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*.
<https://doi.org/10.1111/desc.13241>
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., Akshoomoff, N., Amaral, D. G., Bloss, C. S., & Libiger, O. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature Neuroscience*, 18(5), 773–778.
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464–480.

- Noble, K. G., Norman, M. F., & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8(1), 74–87.
- Nussbaum, M. C. (2007). Capabilities as fundamental entitlements: Sen and social justice. In *Capabilities equality* (pp. 54–80). Routledge.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203799444-8/capabilities-fundamental-entitlements-sen-social-justice-martha-nussbaum>
- Oberman, L., & Pascual-Leone, A. (2013). Changes in plasticity across the lifespan: Cause of disease and target for intervention. *Progress in Brain Research*, 207, 91–120.
- Olopade, B. C., Okodua, H., Oladosun, M., & Asaleye, A. J. (2019). Human capital and poverty reduction in OPEC member-countries. *Heliyon*, 5(8). [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(19\)35939-0.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(19)35939-0.pdf)
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13.
<https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Pepper, G. V., & Nettle, D. (2014). Perceived extrinsic mortality risk and reported effort in looking after health: Testing a behavioral ecological prediction. *Human Nature (Hawthorne, N.Y.)*, 25(3), 378–392.
<https://doi.org/10.1007/s12110-014-9204-5>
- Pepper, G. V., & Nettle, D. (2017). The behavioural constellation of deprivation: Causes and consequences. *Behav Brain Sci*, 40, e314.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X1600234X>
- Pereira, Gustavo. (2010). Capacidades, intersubjetividad y hermenéutica Una expansión de la comprensión del desarrollo. In *Pobrea y (des)igualdad en Uruguay: Una relación en debate* (Serna, Miguel). Facultad de Ciencias Sociales.
- Perera, M., & Cazulo, P. (2016). Índice de Nivel Socioeconómico Propuesta de actualización. *CINVE, Montevideo*.

- Phan, J., So, S., Thomas, A., & Gaylord-Harden, N. (2020). Hyperarousal and hypervigilance in African American male adolescents exposed to community violence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 70, 101168. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2020.101168>
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., & Team, R. C. (2013). nlme: Linear and nonlinear mixed effects models. *R Package Version*, 3(1), 111.
- Pollak, S. D., Messner, M., Kistler, D. J., & Cohn, J. F. (2009). Development of perceptual expertise in emotion recognition. *Cognition*, 110(2), 242–247. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.10.010>
- Poon, K. (2018). Hot and cool executive functions in adolescence: Development and contributions to important developmental outcomes. *Frontiers in Psychology*, 8(JAN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02311>
- Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Biological Psychology*, 74(2), 116–143.
- Primera infancia: Creencias e inversión en capital humano. (2023, Enero 9). El País. <https://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/primera-infancia-creencias-e-inversion-en-capital-humano>
- Quas, J. A., Yim, I. S., Oberlander, T. F., Nordstokke, D., Essex, M. J., Armstrong, J. M., Bush, N., Obradović, J., & Boyce, W. T. (2014). The symphonic structure of childhood stress reactivity: Patterns of sympathetic, parasympathetic, and adrenocortical responses to psychological challenge. *Development and Psychopathology*, 26(4pt1), 963–982.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria.
- Ribeiro, M. J., & Castelo-Branco, M. (2019). Neural correlates of anticipatory cardiac deceleration and its association with the speed of perceptual

- decision-making, in young and older adults. *NeuroImage*, 199, 521–533.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.06.004>
- Richmond-Rakerd, L. S., Caspi, A., Ambler, A., d'Arbeloff, T., de Bruine, M., Elliott, M., Harrington, H., Hogan, S., Houts, R. M., & Ireland, D. (2021). Childhood self-control forecasts the pace of midlife aging and preparedness for old age. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(3).
- Ritter, N., Kilinc, E., Navruz, B., & Bae, Y. (2011). Test Review: L. Brown, R. J. Sherbenou, & S. K. Johnsen Test of Nonverbal Intelligence-4 (TONI-4). Austin, TX: PRO-ED, 2010. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(5), 484–488. <https://doi.org/10.1177/0734282911400400>
- Robeyns, I. (2006). Three models of education: Rights, capabilities and human capital. *Theory and Research in Education*, 4(1), 69–84.
<https://doi.org/10.1177/1477878506060683>
- Rose, N., & Abi-Rached, J. (2014). Governing through the brain: Neuropolitics, neuroscience and subjectivity. *The Cambridge Journal of Anthropology*, 32(1), 3–23.
- Rose, N., & Abi-Rached, J. M. (2013). *Neuro: The New Brain Sciences and the Management of the Mind*. Princeton University Press.
<https://doi.org/10.1515/9781400846337>
- Saito, M. (2003). Amartya Sen's capability approach to education: A critical exploration. *Journal of Philosophy of Education*, 37(1), 17–33.
- Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., Maldonado, E. F., Carrillo-Verdejo, E., Pineda, S., & Torrente, G. (2018). Autonomic reactivity in blood-injection-injury and snake phobia. *Journal of Psychosomatic Research*, 115, 117–124.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2018.10.018>
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford university press Oxford.
- Shonkoff, J. P., Garner, A. S., Siegel, B. S., Dobbins, M. I., Earls, M. F., McGuinn, L., Pascoe, J., Wood, D. L., Health, C. on P. A. of C. and F., &

- Committee on Early Childhood, A. (2012). The lifelong effects of early childhood adversity and toxic stress. *Pediatrics*, 129(1), e232–e246.
- Simonovic, B., Stuppel, E., Gale, M., & Sheffield, D. (2019). Sweating the small stuff: A meta-analysis of skin conductance on the Iowa gambling task. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 19(5), 1097–1112.
<https://doi.org/10.3758/s13415-019-00744-w>
- Somsen, R. J. M., Van Der Molen, M. W., Jennings, J. R., & Van Beek, B. (2000). Wisconsin Card Sorting in adolescents: Analysis of performance, response times and heart rate. *Acta Psychologica*, 104(2), 227–257. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(00)00030-5)
- Somsen, R. J. M., Van der Molen, M. W., & Orlebeke, J. F. (1983). Phasic heart rate changes in reaction time, shock avoidance, and unavoidable shock tasks: Are hypothetical generalizations about different S1–S2 tasks justified? *Psychophysiology*, 20(1), 88–94.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1983.tb00908.x>
- Stevens, C., Lauinger, B., & Neville, H. (2009). Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: An event-related brain potential study. *Developmental Science*, 12(4), 634–646.
- Sturge-Apple, M. L., Suor, J. H., Davies, P. T., Cicchetti, D., Skibo, M. A., & Rogosch, F. A. (2016). Vagal tone and children's delay of gratification: Differential sensitivity in resource-poor and resource-rich environments. *Psychological Science*, 27(6), 885–893.
- Subrayado. (2024, May 2). *Niños heridos de bala: Aumenta la cantidad de casos y el calibre de las armas, según pediatra*. Subrayado.
<https://www.subrayado.com.uy/ninos-heridos-bala-aumenta-la-cantida-d-casos-y-el-calibre-las-armas-segun-pediatra-n945384>
- Suor, J. H., Sturge-Apple, M. L., Davies, P. T., & Cicchetti, D. (2017). A life history approach to delineating how harsh environments and hawk temperament traits differentially shape children's problem-solving

- skills. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(8), 902–909.
- Suzuki, A., Hirota, A., Takasawa, N., & Shigemasu, K. (2003). Application of the somatic marker hypothesis to individual differences in decision making. *Biological Psychology*, 65(1), 81–88.
[https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(03\)00093-0](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(03)00093-0)
- Tarullo, A. R., & Gunnar, M. R. (2006). Child maltreatment and the developing HPA axis. *Hormones and Behavior*, 50(4), 632–639.
- Thayer, J. F., Friedman, B. H., Borkovec, T. D., Johnsen, B. H., & Molina, S. (2000). Phasic heart period reactions to cued threat and nonthreat stimuli in generalized anxiety disorder. *Psychophysiology*, 37(3), 361–368. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3730361>
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216. [https://doi.org/10.1016/S0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/S0165-0327(00)00338-4)
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). *Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration*. 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- The University of Utah. (2023). *Research Network on Adaptations to Childhood Stress: A Strength-Based Approach to Enhancing Productivity and Health in the Context of Adversity*.
<https://psych.utah.edu/research/labs/research-network.php>
- Thompson, C., Barresi, J., & Moore, C. (1997). The development of future-oriented prudence and altruism in preschoolers. *Cognitive Development*, 12(2), 199–212.
- Thurow, Roger. (2016). Why The First 1,000 Days Matter Most. *World Bank Blogs*.
<https://blogs.worldbank.org/en/health/why-first-1000-days-matter-most>
- Tooby, J., & Cosmides, L. (2015). The theoretical foundations of evolutionary psychology. *The Handbook of Evolutionary Psychology*, 1.

- Toplak, M. E., Sorge, G. B., Benoit, A., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2010). Decision-making and cognitive abilities: A review of associations between Iowa Gambling Task performance, executive functions, and intelligence. *Clinical Psychology Review*, 30(5), 562–581.
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.04.002>
- UNICEF. (2016). 1000 días para toda la vida.
<https://www.unicef.org/uruguay/1000-dias-para-toda-la-vida>
- Ursache, A., & Noble, K. G. (2016). *Neurocognitive development in socioeconomic context: Multiple mechanisms and implications for measuring socioeconomic status*. 53(1), 71–82. <https://doi.org/10.1111/psyp.12547>
- Ursache, A., Noble, K. G., & the Pediatric Imaging, Neurocognition and Genetics Study. (2016). Socioeconomic status, white matter, and executive function in children. *Brain and Behavior*, 6(10), e00531.
<https://doi.org/10.1002/brb3.531>
- Valle Lisboa, Juan & Hermida, Julia. (2018, July 2). *¿Es la neurociencia de derecha?*
<https://www.tiempoar.com.ar/informacion-general/es-la-neurociencia-de-derecha/>
- Van der Veen, F. M., Van der Molen, M. W., Crone, E., & Jennings, J. R. (2000). Immediate effects of negative and positive feedback on HR and subsequent performance. *International Journal of Psychophysiology*, 35(1), 75–75.
- Van Duijvenvoorde, A. C. K., Jansen, B. R. J., Bredman, J. C., & Huizenga, H. M. (2012). Age-related changes in decision making: Comparing informed and noninformed situations. *Developmental Psychology*, 48(1), 192–203. <https://doi.org/10.1037/a0025601>
- Vohs, K. D. (2013). The poor's poor mental power. *Science*, 341(6149), 969–970.
- Wagar, B. M., & Dixon, M. (2006). Affective guidance in the Iowa gambling task. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 6(4), 277–290.
<https://doi.org/10.3758/CABN.6.4.277>

- Watts, T. W., Duncan, G. J., & Quan, H. (2018). Revisiting the marshmallow test: A conceptual replication investigating links between early delay of gratification and later outcomes. *Psychological Science*, 29(7), 1159–1177.
- West-Eberhard, M. J. (2003). *Developmental plasticity and evolution*. Oxford University Press.
- Williams, G. C. (2018). *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought* (Vol. 61). Princeton university press.
- Wilson, A. C., Lengua, L. J., Tininenko, J., Taylor, A., & Trancik, A. (2009). Physiological profiles during delay of gratification: Associations with emotionality, self-regulation, and adjustment problems. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(6), 780–790.
- Winding, T. N., & Andersen, J. H. (2015). Socioeconomic differences in school dropout among young adults: The role of social relations. *BMC Public Health*, 15, 1–11.
- World Medical Association. (2014). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *The Journal of the American College of Dentists*, 81(3), 14–18.
- Yoshikawa, H., Aber, L., & Beardslee, W. (2012). The Effects of Poverty on the Mental, Emotional, and Behavioral Health of Children and Youth Implications for Prevention. *The American Psychologist*, 67, 272–284. <https://doi.org/10.1037/a0028015>
- Young, E. S., Frankenhuys, 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*, 1–18. <https://doi.org/10.1111/cdev.13766>
- Young, E. S., Frankenhuys, W. E., & Ellis, B. J. (2020). Theory and measurement of environmental unpredictability. *Evolution and Human Behavior*, 41(6), 550–556. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2020.08.006>

- Young, E. S., Griskevicius, V., Simpson, J. A., Waters, T. E., & 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.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360.
- Zelazo, P. D., Qu, L., & Kesek, A. C. (2010). Hot executive function: Emotion and the development of cognitive control. In S. 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>
- Zhao, J., & Tamm, B. M. (2018). Psychological responses to scarcity. In *Oxford research encyclopedia of psychology*. https://oxfordre.com/psychology/display/10.1093/acrefore/9780190236557.001.0001/acrefore-9780190236557-e-41?source=post_page
- Zimbardo, P. G., & Boyd, J. N. (2015). Putting Time in Perspective: A Valid, Reliable Individual-Differences Metric. In M. Stolarski, N. Fieulaine, & W. Van Beek (Eds.), *Time Perspective Theory; Review, Research and Application* (pp. 17–55). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07368-2_2

Online Supplemental Materials

Socioeconomic Status Differences in Children's Affective Decision-Making: The Role of Awareness in the Children's Gambling Task

Supplement 1. Additional information on multilevel models

Table S1

Model Summary and ANOVA Results for Model A to Model G

Model:	Model A			Model B			Model C			Model D			Model E			Model F			Model G		
Fixed effects	-			Block			Block + Age			Block + Age + Sex			Block + Age			Block + SES + Age			Block + SES + Age + Block × SES		
Random effects ^{a b}	1/Participant			1/Participant			1/Participant			1/Participant			Block/Participant			Block/Participant			Block/Participant		
	df	F	p	df	F	p	df	F	p	df	F	p	df	F	p	df	F	p	df	F	p
Main effects:																					
Block	-	-	-	904	15.26	.00***	904	15.25	.00***	904	15.23	.00***	904	9.24	.00***	904	9.23	.00***	900	9.47	.00***
SES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	7.34	.00**	224	7.31	.00**
Age	-	-	-	-	-	-	225	13.42	.00***	224	13.41	.00***	225	10.04	.00**	224	9.04	.00**	224	9.01	.00**
Sex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	.01	.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interaction effects:																					
Block × SES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900	3.70	.00**

Note. The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows. Aw = Awareness; SES = Socioeconomic Status. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

The specification 1/Participant means that the intercept varies across children.

The specification Block/Participant means that the effect of Block (i.e., the slope) varies across children.

Table S2*Model Summary and ANOVA Results for Model H to Model K*

Model:	Model H			Model I			Model J			Model K		
Fixed effects	Block + SES + Aw + Age + Block × SES			Block + SES + Aw + Age + Block × SES + Block × Aw			Block + SES + Aw + Age + Block × SES + Block × Aw + SES × Aw			Block + SES + Aw + Age + Block × SES + Block × Aw + SES × Aw + Block × SES × Aw		
Random effects ^a	Block/Participant			Block/Participant			Block/Participant			Block/Participant		
	df	F	p	df	F	p	df	F	p	df	F	p
Main effects:												
Block	900	9.46	.00***	896	9.90	.00***	896	9.89	.00***	892	10.09	.00***
SES	223	8.03	.00**	223	8.00	.00**	222	7.99	.00**	222	7.96	.00**
Awareness	223	8.23	.00**	223	8.21	.00**	222	8.20	.00**	222	8.16	.00**
Age	223	6.22	.02*	223	6.20	.01*	222	6.19	.01*	222	6.17	.01
Interaction effects:												
Block × SES	900	3.70	.00**	896	3.86	.00**	896	3.86	.00**	892	3.90	.00**
Block × Aw	-	-	-	896	3.86	.00**	896	3.86	.00**	892	3.90	.00**
SES × Aw	-	-	-	-	-	-	222	.00	.97	222	0.00	.96
Block × SES × Aw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	892	2.42	.05*

Note. The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows. Aw= Awareness; SES = Socioeconomic Status. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a The specification Block/Participant means that the effect of Block (i.e., the slope) varies across children.

Table S3

Model Summary and ANOVA Results for Model K-2 (with SES and Awareness as continuous variables).

Model:	Model K-2		
Fixed effects	Block + SES + Aw + Age + Block $\times$ SES + Block $\times$ Aw + SES $\times$ Aw + Block $\times$ SES $\times$ Aw		
Random effects ^a	Block/Participant		
	df	F	p
Main effects:			
Block	892	10.31	.00***
SES	222	13.33	.00***
Awareness	222	12.50	.00**
Age	222	4.89	.03*
Interaction effects:			
Block $\times$ SES	892	2.98	.02*
Block $\times$ Aw	892	4.64	.00**
SES $\times$ Aw	222	.21	.64
Block $\times$ SES $\times$ Aw	892	3.44	.00**

Note. The organization of parameters in the models (as either fixed or random effects) is indicated in the top rows, and the effects (either alone or in an interaction) of each parameter with a fixed effect are evaluated in the bottom rows. Aw = Awareness; SES = Socioeconomic Status. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

^a The specification Block/Participant means that the effect of Block (i.e., the slope) varies across children.

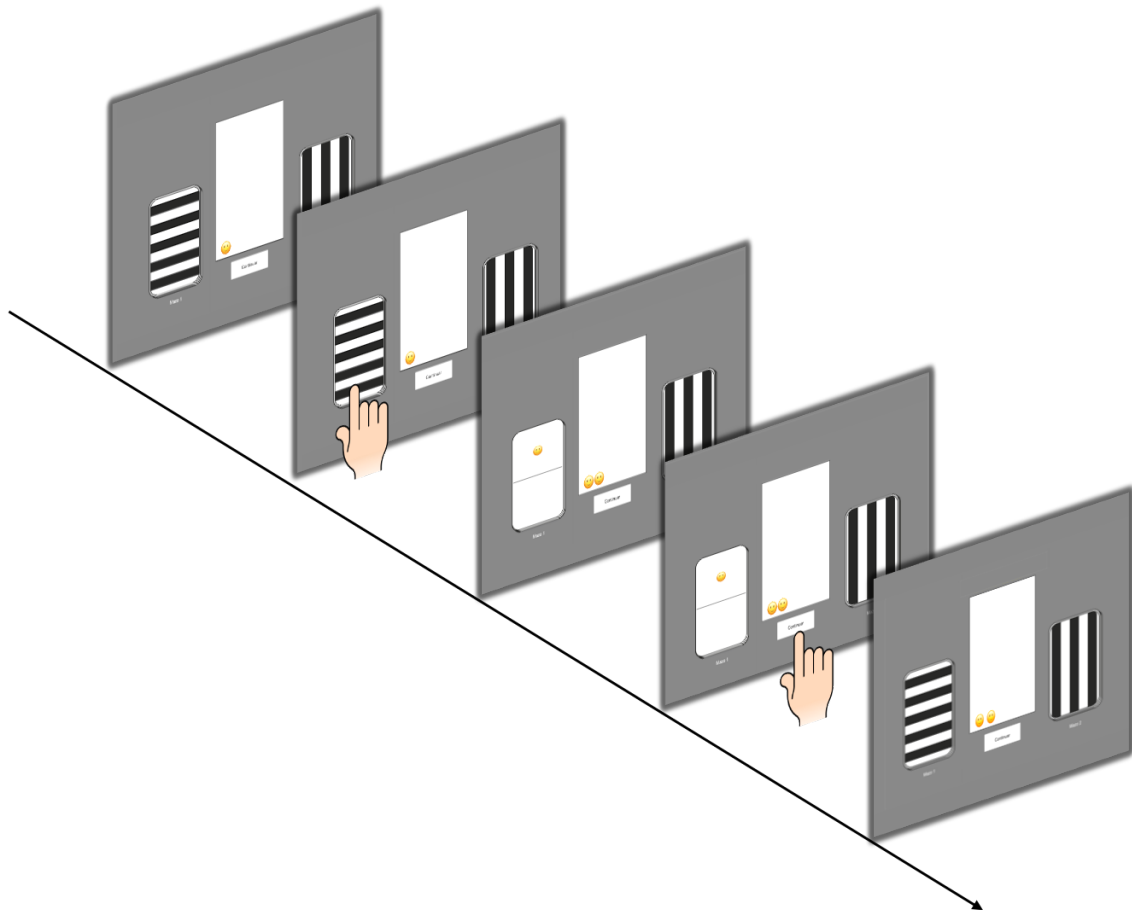
Supplement 2. Additional information on Children's Gambling Task**Figure S1***Sequence of Screens of the Children's Gambling Task.*

Figure S2

Means (and Standard Error) of the total number of cards selected from advantageous versus disadvantageous decks as a Function of SES and Block of 12 Trials.

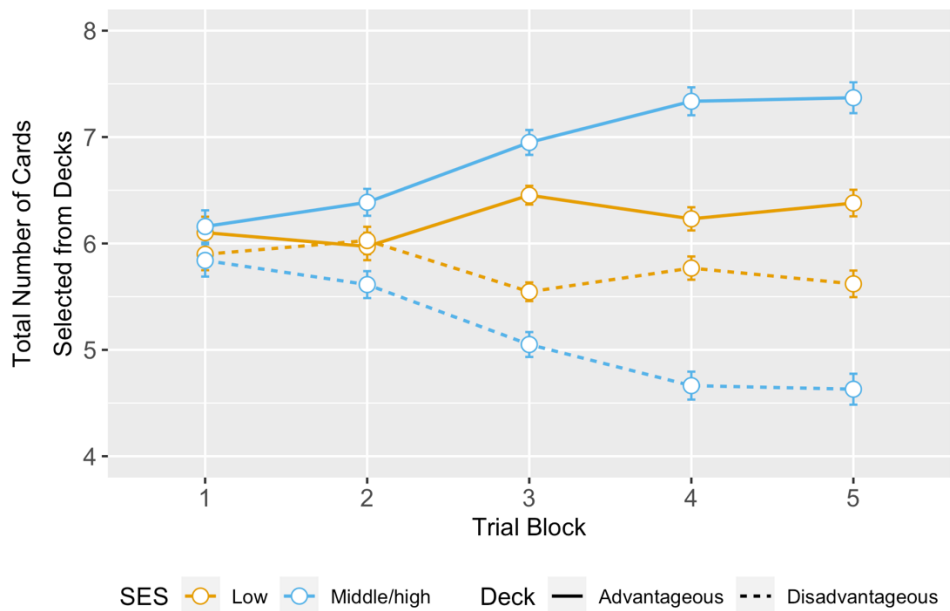
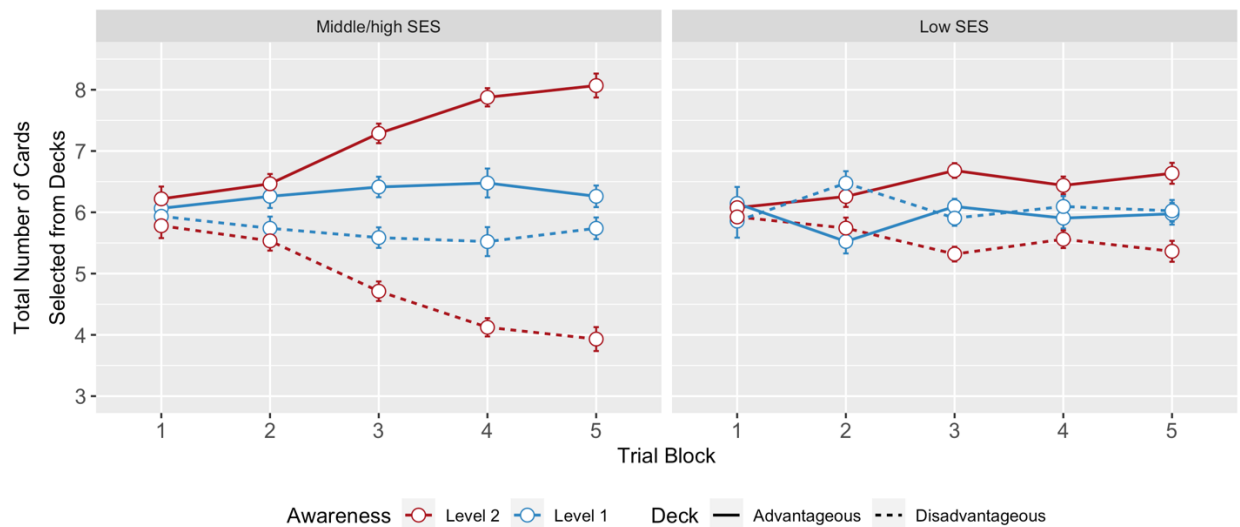


Figure S3

Means (and Standard Error) of the total number of cards selected from advantageous versus disadvantageous decks as a Function of SES, Awareness, and Block of 12 Trials.



Online Supplemental Materials

Differential Psychophysiological Responses Associated With Decision-Making in Children From Different Socioeconomic Backgrounds

Supplement 1. Additional information on statistical analyses

SES differences in performance on the CGT

In Model A, we initially investigated the potential impact of socioeconomic status (SES; Low SES vs. Middle/high SES) on performance across task blocks. First, we fitted a model that included Block as a within-subjects factor and compared it with the unconditional means model. The inclusion of Block significantly improved the model fit, $\chi^2(1) = 9.70$, $p < .01$, indicating that children demonstrated a learning effect as the experimental task progressed, specifically in terms of learning to select cards from the advantageous deck. Covariates (Age, Sex) were added to the model, but their inclusion did not significantly improve the model fit. Therefore, they were excluded from the final version of Model A. Subsequently, we incorporated SES and its interaction with Block to test our main hypothesis regarding the influence of SES on task performance. The addition of SES resulted in a significantly better fitting model, $\chi^2(1) = 10.35$, $p < .01$, indicating that middle/high-SES children outperformed their low-SES counterparts in terms of the number of advantageous choices made throughout the entire task. Furthermore, the inclusion of the interaction between SES and Block further improved the model fit, $\chi^2(1) = 6.90$, $p < .01$, suggesting that the learning process differed between SES groups as the task progressed. Table 2 provides a summary of Model A and the Type III Wald tests, and its equation is shown below:

$$\text{Logit(odd)} = \text{intercept} + p + \beta_1(\text{Block}) + \beta_2(\text{SES}) + \beta_3(\text{Block} * \text{SES}) + e$$

where $\text{Logit}(\text{odd})$ is the predicted probability of choosing from the advantageous deck, “ p ” represents the random intercept for participants, “ βx ” stands for the estimated parameters, “ e ” stands for the residuals.

The emmeans function from the R package "emmeans" (Lenth et al., 2019) was used to calculate the estimated marginal means for each SES group in the five blocks. Subsequently, post hoc pairwise comparisons with Bonferroni correction were conducted to test for group differences (Table S1).

The role of awareness on CGT performance by SES

To determine the relation between awareness and performance (Model B), we introduced Awareness as a variable with two levels (Level 1 of awareness vs. Level 2 of awareness) into Model A. However, the inclusion of Awareness did not lead to an improvement in model fit, $\chi^2(1) = 2.81$, $p = .09$, indicating that awareness did not significantly influence the overall score obtained. Likewise, the addition of the interaction between Awareness and Block did not result in measurable improvements in goodness of fit, $\chi^2(1) = 1.14$, $p = 2.29$, suggesting that awareness did not affect the choice pattern throughout the blocks. Moreover, the inclusion of the interaction between Awareness and SES also had no impact on model fit, $\chi^2(1) = 1.14$, $p = 2.28$. Finally, to assess whether the effect of awareness on choice varied across blocks for the SES groups, we added the interaction term of Awareness $\times$ Block $\times$ SES. This addition resulted in a significant improvement in the fit of the model, $\chi^2(1) = 4.34$, $p < .05$ (see Figure 1b). Table 2 provides a summary of the Model B and the Type III Wald tests, and its equation is shown below:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(\text{odd}) = & \text{intercept} + p + \beta_1(\text{Block}) + \beta_2(\text{SES}) + \beta_3(\text{Awareness}) + \beta_4(\text{Block} * \text{SES}) \\ & + \beta_5(\text{Block} * \text{Awareness}) + \beta_6(\text{SES} * \text{Awareness}) + \beta_7(\text{Block} * \text{SES} * \text{Awareness}) + e \end{aligned}$$

The estimated marginal means for each block were calculated for the Awareness/SES groups. Subsequently, post hoc pairwise comparisons with Bonferroni correction were performed to test for group differences (Table S2).

Anticipatory heart rate responses

The glmer analyses were performed to examine whether the impact of the anticipatory HR responses to the disadvantageous (Model C) and advantageous (Model D) decks on CGT performance differed between SES and performance groups. For both Model C and Model D, we initially fitted a model that incorporated Performance Group (bad vs. moderate vs. good) as a factor and compared it to the unconditional means model. As expected, the inclusion of Performance Group led to an improvement of the model fit, $\chi^2(2) = 112.20, p < .001$, suggesting that indeed the experimental groups were different from each other. In Model C, the sequential inclusion of SES and Disadvantageous did not result in an improvement in the model fit ($\chi^2(1) = 2.80, p = .09$, and $\chi^2(1) = 0.14, p = .71$, respectively). Similarly, the incorporation of interaction terms involving Performance Group and SES ($\chi^2(2) = 4.60, p = .10$), Performance Group and Disadvantageous ($\chi^2(2) = .79, p = .67$), and SES and Disadvantageous ($\chi^2(1) = .89, p = .34$) did not yield significant enhancements in the goodness of fit. However, when we further included the interaction term Disadvantageous $\times$ SES $\times$ Performance Group, the model fit significantly improved, $\chi^2(2) = 8.16, p < .05$. This suggests that there is a differential effect of the anticipatory response to risky choices between SES and performance groups, as shown in Figure 2a. Table 3 provides a detailed summary of Model C and the Type III Wald tests, and its equation is shown below:

$$\text{Logit(odd)} = \text{intercept} + p + \beta_1(\text{P. Group}) + \beta_2(\text{SES}) + \beta_3(\text{Disadvantageous}) + \beta_4(\text{P. Group} * \text{SES}) + \beta_5(\text{P. Group} * \text{Disadvantageous}) + \beta_6(\text{SES} * \text{Disadvantageous}) + \beta_7(\text{P. Group} * \text{SES} * \text{Disadvantageous}) + e$$

We conducted post hoc pairwise comparisons of regression slopes using the "emmtrends" function from the R package "emmeans". To address potential Type I error inflation, we applied a Holm-Bonferroni correction.

For the Model D adjustment, the same steps were followed, with the exception that the anticipatory heart rate (HR) response towards the advantageous deck was used instead of the one towards the disadvantageous deck. In this model, neither the sequential inclusion of SES ($\chi^2(1) = 2.80, p = .09$) and Advantageous ($\chi^2(7) = 7.82, p = .93$) resulted in an improvement in the model fit. Similarly, the incorporation of interaction terms involving Performance Group and SES ($\chi^2(2) = 4.60, p = .10$), Performance Group and Advantageous ($\chi^2(2) = .59, p = .74$), SES and Advantageous ($\chi^2(1) = .18, p = .67$), the triple interaction term Advantageous $\times$ SES $\times$ Performance Group ($\chi^2(2) = 2.44, p = .29$) resulted in an improvement in the model fit. This suggests that the autonomic response preceding the advantageous deck was not significantly associated with CGT performance. Nevertheless, to provide a more comprehensive understanding of the data, the interaction term Advantageous $\times$ SES $\times$ Performance Group was included in the final D model (Figure 2b) (Table S3).

Heart Rate Following Performance Feedback

To analyze whether HR following responses to punishment (Model E) had an impact on the number of advantageous selections within performance groups, we added eleven terms—Performance Group, SES, Punishment Advantageous, Punishment Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES, Performance Group $\times$ Punishment

Advantageous, Performance Group $\times$ Punishment Disadvantageous, SES $\times$ Punishment Advantageous, SES $\times$ Punishment Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES $\times$ Punishment Advantageous, Performance Group $\times$ SES $\times$ Punishment Disadvantageous to the unconditional means model. Except for the previously mentioned improvement following the inclusion of Performance Group (in models C and D), the addition of the remaining terms did not yield any improvement in the fit of the models.

In a similar way, to analyze the potential influence of HR following responses to reward (Model F) on the number of advantageous selections within performance groups, we extended the analysis by incorporating eleven additional terms into the unconditional means model. These terms comprised Performance Group, SES, Reward Advantageous, Reward Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES, Performance Group $\times$ Reward Advantageous, Performance Group $\times$ Reward Disadvantageous, SES $\times$ Reward Advantageous, SES $\times$ Reward Disadvantageous, Performance Group $\times$ SES $\times$ Reward Advantageous, and Performance Group $\times$ SES $\times$ Reward Disadvantageous. Again, the inclusion of each of these terms failed to yield any discernible improvement in the model's fit.

As a result, models E and F can be labeled as 'empty,' given that the considered variables did not significantly contribute to improving the overall model fit.

Table S1

Demographics and Socioeconomic Characteristics of Bad, Moderate and Good performance groups

	Bad (N = 34)	Moderate (N = 48)	Good (N = 30)
Age in months, M (SD)	70.24 (4.10)	69.88 (3.93)	70.10 (4.24)
Sex, n (%)			
Males	13 (11.61)	27 (24.10)	13 (11.61)
Females	21 (18.75)	21 (18.75)	17 (15.18)
SLI score, M (SD)	28.12 (13.30)	30.31 (14.63)	35.70 (12.52)

Note. SLI = Socioeconomic Level Index.

Table S2

Contrasts From Model A Comparing the Probability of Choosing Advantageously in Blocks 1 to 5 Between SES Groups

Block	Contrast	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Block 1	Middle/high-SES — Low-SES	.02	.29	.77
Block 2	Middle/high-SES — Low-SES	.11	1.63	.10
Block 3	Middle/high-SES — Low-SES	.21	3.29	.00**
Block 4	Middle/high-SES — Low-SES	.30	4.13	.00***
Block 5	Middle/high-SES — Low-SES	.39	4.15	.00***

Note. SES = Socioeconomic Status. SES was dummy coded such that low = 0 and middle/high = 1. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Table S3

Contrasts From Model B Comparing the Probability of Choosing Advantageously in Blocks 1 to 5 Between SES/Awareness Groups

Block	Contrast	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>
Block 1	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.05	.14	1.00
	Low-SES– Level 2 — Low-SES – Level 1	.11	.13	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.04	.12	1.00
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.11	.14	1.00
Block 2	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.06	.10	1.00
	Low-SES– Level 2 — Low-SES – Level 1	.07	.10	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.11	.09	1.00
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.12	.11	1.00
Block 3	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.18	.09	.30
	Low-SES– Level 2 — Low-SES – Level 1	.04	.09	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.27	.08	.00**
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.13	.09	.89
Block 4	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.29	.10	.03*
	Low-SES– Level 2 — Low-SES – Level 1	.01	.10	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.43	.10	.00***
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.14	.11	1.00
Block 5	Middle/high-SES – Level 2 — Middle/high-SES – Level 1	.41	.14	.02*
	Low-SES– Level 2 — Low-SES – Level 1	–.02	.13	1.00
	Middle/high-SES – Level 2 — Low-SES – Level 2	.59	.13	.00***
	Middle/high-SES – Level 1 — Low-SES – Level 1	.16	.14	1.00

Note. SES = Socioeconomic Status. SES was dummy coded such that low = 0 and middle/high = 1. Awareness was dummy coded such that Level 1 = 0 and Level 2 = 1.

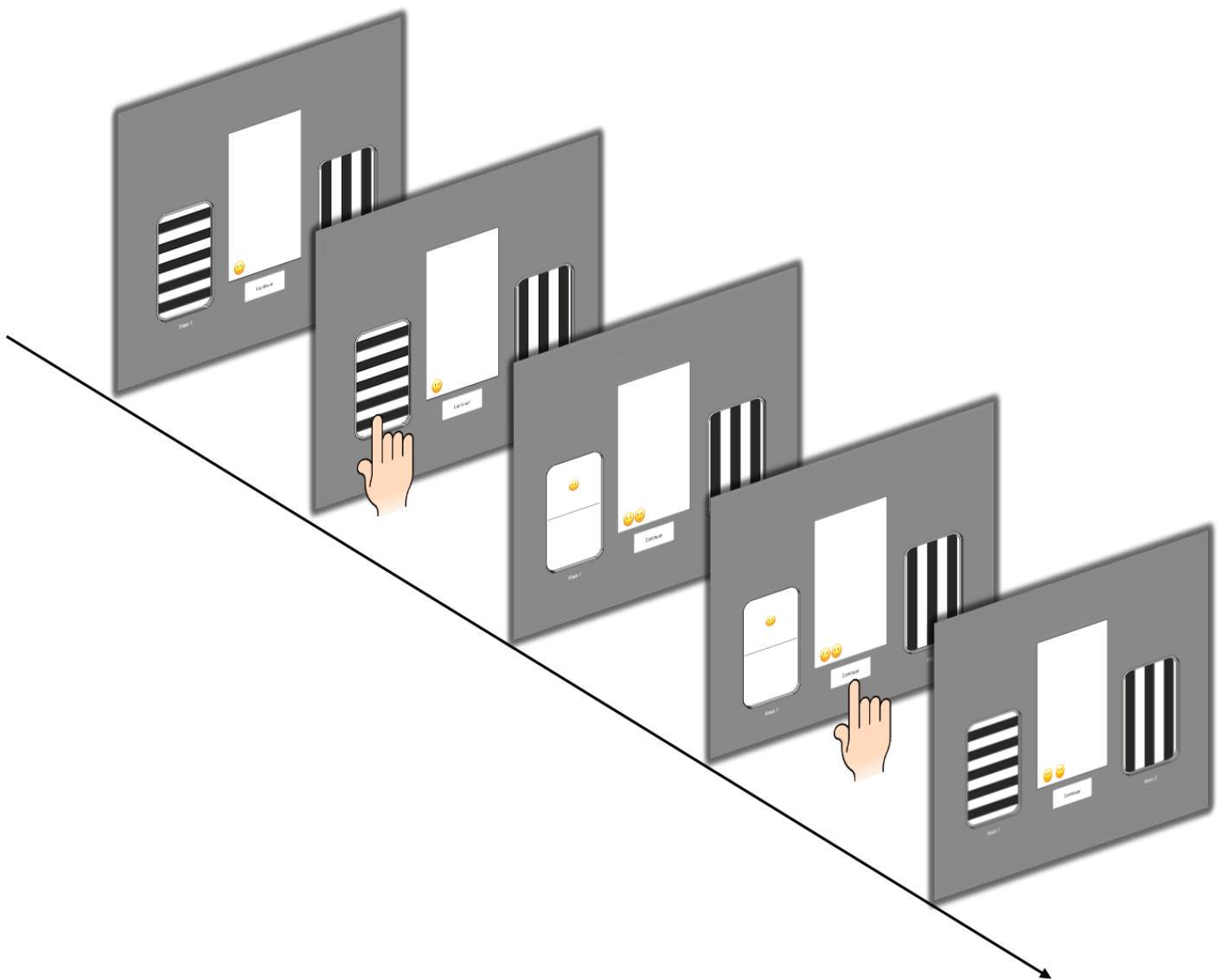
* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Table S4

Odds ratios from binomial logistic regression on Awareness including HR responses of the first two blocks

<i>Predictors</i>	Awareness		
	<i>Odds Ratios</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1.11	.65 – 1.91	.69
Disadvantageous	.95	.90 – 1.00	.07
Advantageous	1.03	0.99 – 1.07	.22
SES	1.16	.53 – 2.59	.71
Disadvantageous × SES	1.12	1.05 – 1.22	.00**
Advantageous × SES	.98	.92 – 1.05	0.53
Observations	112		
R ² Tjur	.10		

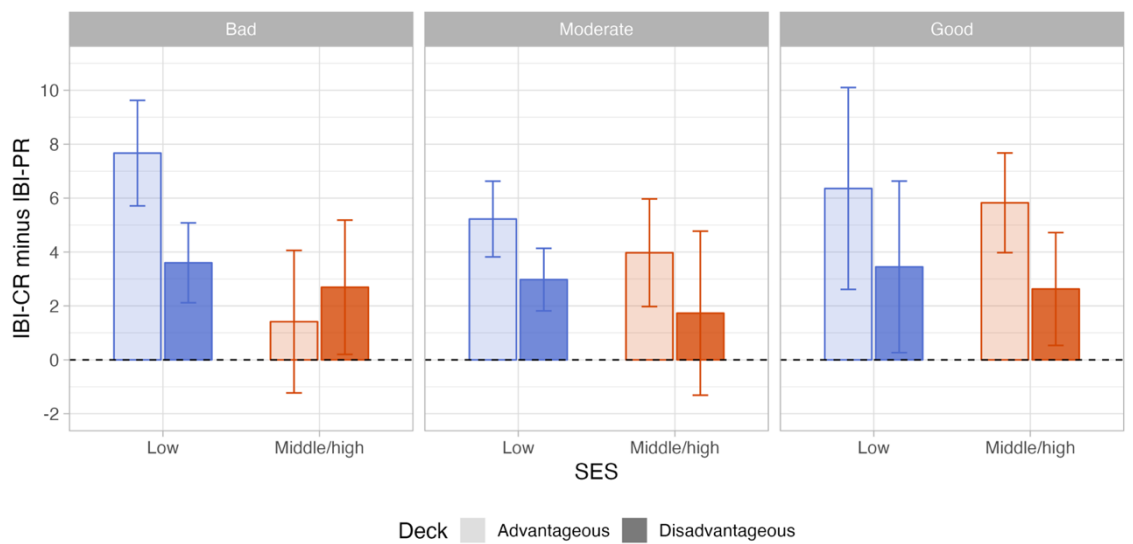
Note. SES = socioeconomic status; Disadvantageous = anticipatory heart rate response towards the disadvantageous deck; Advantageous = anticipatory heart rate response towards the advantageous deck. SES was dummy coded such that low = 0 and middle/high = 1. Anticipatory heart rate responses were grand mean centered. ** $p < .01$.

Supplement 2. Additional information on Children's Gambling Task**Figure S1***Sequence of Screens of the Children's Gambling Task.*

Note. The task involved children making selections over 60 test trials, organized into five sets of twelve card choices each. During both demonstration and test trials, the experimenter announced the number of earned happy faces. These happy faces were placed into a cylinder shown on the computer screen, directing the children's focus to the accumulated points. When rewards were lost, the happy faces were subsequently removed.

Figure S2

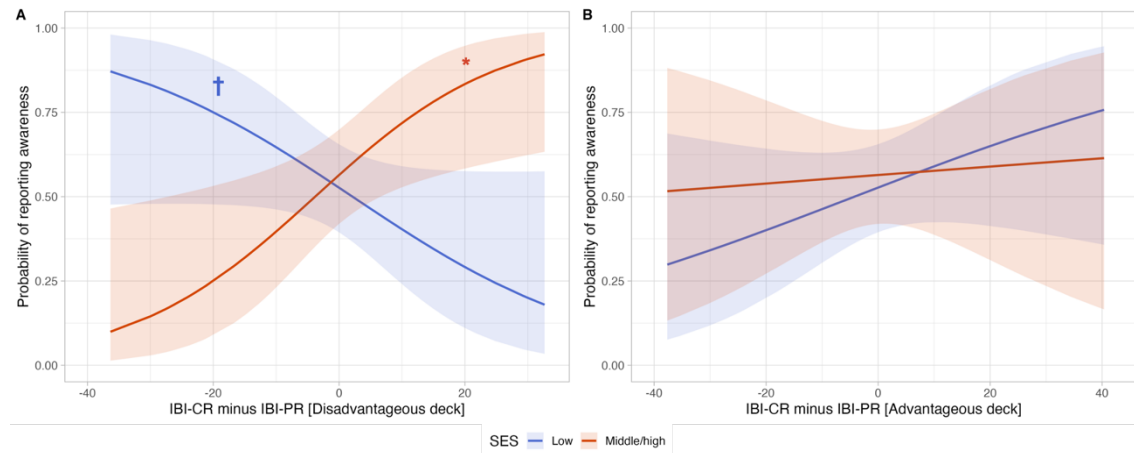
Anticipatory heart rate responses on the Children’s Gambling Task when choosing from disadvantageous or advantageous decks for the bad, moderate, and good performance subgroups in the low and middle/high SES groups.



Note. SES = socioeconomic status; IBI-CR = interbeat interval concurrent to the response; IBI-PR = interbeat interval preceding the response.

Figure S3

Graphical summary of the probability of reporting explicit knowledge of gain/loss contingencies predicted by the statistical glm model as a function of the heart rate response from the first two blocks preceding the (A) disadvantageous and (B) advantageous decks, for each SES group.



Note. SES = socioeconomic status. IBI-CR = interbeat interval concurrent to the response; IBI-PR = interbeat interval preceding the response. Anticipatory HR responses were grand-mean centered; all other predictors were uncentered. *Indicates that the slope is significantly different from zero ($p < .05$). †Indicates that the slope was almost different from zero ($p = .07$).

Tesis presentada al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas
en cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Biológicas

Hernán Delgado Vivas

Mayo, 2024



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Programa de
Desarrollo de las
Ciencias Básicas