



**DOCTORADO DE NEUROCIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**Título:**

**Correlatos psicofisiológicos de la toma de decisiones en niños y adolescentes con diagnóstico de Trastorno de Espectro Autista, Déficit de Atención e Hiperactividad y niños en desarrollo típico**

**Autor: María Luz González Gadea**

**Director: Agustín Ibáñez**

**Co-director: Julián Marino**

**- 2015 -**

## ÍNDICE GENERAL

	<i>Páginas</i>
<b>CAPÍTULO I.</b> Introducción .....	6
<b>CAPÍTULO II.</b> Desarrollo de la toma de decisiones en niños y adolescentes en desarrollo típico .....	26
<b>2.1.</b> Desarrollo del IGT para niños: efecto de la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas .....	26
<b>2.2.</b> Correlatos psicofisiológicos, cognitivos y metacognitivos de la sensibilidad a las pérdidas en la toma de decisiones en niños y adolescentes .....	45
<b>CAPÍTULO III.</b> Alteraciones en el desarrollo: TEA y TDAH .....	70
<b>3.1.</b> Variabilidad en el desempeño de tareas cognitivas .....	70
<b>3.2.</b> Alteraciones neurales en el procesamiento de información: atención y modelos bayesianos .....	113
<b>3.3.</b> Marcadores neurales de las decisiones monetarias y sociales .....	136
<b>CAPÍTULO IV.</b> Discusión general .....	155
<b>REFERENCIAS</b> .....	164
<b>ANEXO</b> .....	189

## ÍNDICE TEMÁTICO

	<i>Páginas</i>
<b>CAPÍTULO I. Introducción</b>	
1.1. Objetivos .....	6
1.2. Desarrollo de la toma de decisiones en la infancia .....	7
1.3. Marcadores psicofisiológicos de la toma de decisiones .....	13
1.4. Alteraciones en el desarrollo: TEA y TDAH .....	15
1.5. Perfil cognitivo en niños con TEA y TDAH .....	19
1.6. Disfunciones en procesos cognitivos básicos perceptuales y atencionales en TEA y TDAH .....	21
1.7. Toma de decisiones monetarias y sociales en TEA y TDAH .....	23
<b>CAPÍTULO 2. Desarrollo de la toma de decisiones en niños y adolescentes en desarrollo típico</b>	
2.1. Desarrollo del IGT para niños: efecto de la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas	
2.1.1. Introducción .....	26
2.1.2. Desarrollo del IGT-C .....	28
2.1.3. Estudio 1: Influencia de la edad en el desempeño en el IGT-C .....	30
2.1.4. Estudio 2: construcción de cuestionarios para IGT-C .....	32
2.1.5. Estudio 3: orden de presentación de tareas .....	35
2.1.6. Estudio 4: variaciones en frecuencias altas y bajas de pérdidas .....	38
2.1.7. Estudio 5: replicabilidad de los efectos en otras culturas .....	41
2.2. Correlatos psicofisiológicos, cognitivos y metacognitivos de la sensibilidad a las pérdidas en la toma de decisiones	
2.2.1. Resumen .....	45
2.2.2. Introducción .....	45
2.2.3. Objetivos e hipótesis .....	47
2.2.4. Materiales y métodos .....	48
2.2.5. Resultados .....	55
2.2.6. Discusión .....	61

### **CAPÍTULO 3. Alteraciones en el desarrollo: TEA y TDAH**

#### **3.1. Variabilidad en el desempeño de tareas cognitivas**

<b>3.1.1.</b> Introducción .....	70
<b>3.1.2.</b> Estudio de variabilidad cognitiva en niños con SA .....	71
<b>3.1.3.</b> Estudio de variabilidad cognitiva en adultos con SA y TDAH .....	91

#### **3.2. Alteraciones neurales en el procesamiento de información: atención y modelos bayesianos**

<b>3.2.1.</b> Introducción .....	113
<b>3.2.2.</b> Materiales y métodos .....	115
<b>3.2.3.</b> Resultados .....	122
<b>3.2.4.</b> Discusión .....	129

#### **3.3. Marcadores neurales de toma de decisiones monetarias y sociales**

<b>3.3.1.</b> Introducción .....	136
<b>3.3.2.</b> Materiales y métodos .....	139
<b>3.3.3.</b> Resultados .....	147
<b>3.3.4.</b> Discusión .....	150

### **CAPÍTULO IV. Discusión general**

<b>4.1.</b> Desarrollo de toma de decisiones complejas de la infancia a la adolescencia .....	155
<b>4.2.</b> Alteraciones en el desarrollo: mecanismos neurales afectados en la toma de decisiones .....	158
<b>4.3.</b> Conclusiones .....	161

<b>REFERENCIAS</b> .....	164
--------------------------	-----

### **ANEXO**

<b>5.1.</b> Instrucciones IGT-C .....	189
<b>5.2.</b> Cuestionarios piloto IGT-C .....	191
<b>5.3.</b> Cuestionario IGT-C - Estudio 3 .....	193
<b>5.4.</b> Reconocimiento emocional no-consciente mediante medidas de skin	

conductance: un estudio de caso único de atrofia cortical posterior .....	194
<b>5.5. Cuestionario IGT-C (Estudio principal) .....</b>	<b>211</b>
<b>5.6. Instrucciones para test de evaluación cognitiva .....</b>	<b>212</b>
<b>5.7. Instrucciones PDG-C .....</b>	<b>223</b>

## CAPÍTULO I. Introducción

### 1.1. Objetivos

#### *General:*

Conocer y comparar los correlatos electrofisiológicos y conductuales de la toma de decisiones en niños y adolescentes con diagnóstico de Trastorno de Espectro Autista, Déficit de Atención e Hiperactividad y controles.

#### *Específicos:*

1. Comparar los desempeños conductuales de niños y adolescentes controles en pruebas de TD que presentan variaciones en los montos y frecuencias de pérdidas.
2. Analizar los correlatos psicofisiológicos (respuesta galvánica de la piel, o SCR<sup>1</sup>) de los participantes durante la ejecución de estas pruebas.
3. Analizar la influencia de variables cognitivas y metacognitivas en el desempeño de tareas de TD.
4. Explorar en niños y adolescentes con diagnóstico de TEA y TDAH el perfil fortalezas y debilidades en el desempeño de tareas cognitivas.
5. Estudiar en niños y adolescentes con diagnóstico de TEA y TDAH las afectaciones en los mecanismos neurales de procesamiento de la información utilizando modelos bayesianos.
6. Investigar en niños y adolescentes con diagnóstico de TEA y TDAH los marcadores neurales de la toma de decisiones social y no-social.

---

<sup>1</sup> Del Inglés, Skin Conductance Response

## 1.2. Desarrollo de la toma de decisiones en la infancia

La toma de decisiones es una de las tareas más cotidianas e importantes a las que se enfrentan las personas y es considerada como una de las funciones mentales superiores del ser humano. Las dificultades en este proceso provocan serios problemas sociales y económicos. Del mismo modo, aspectos relacionados al éxito profesional de las personas han sido asociados a la habilidad de toma de decisiones ventajosas (Mischel, Shoda, & Rodriguez, 1989; Wittmann & Paulus, 2008).

El desarrollo de esta compleja función en niños adquiere un valor fundamental en la percepción del riesgo y la adaptación social. Así, la toma de decisiones requiere de la integración constante de información y la evaluación de los posibles beneficios y consecuencias de las opciones. De esta manera, la toma de decisiones requiere de la habilidad para monitorear los comportamientos actuales como así también de la capacidad de estimación de resultados futuros (Garon & Moore, 2004). En niños, la habilidad de toma de decisiones esta en desarrollo desde los primeros años de la infancia, durante la adolescencia y continúa en la vida adulta.

Desde la perspectiva teórica de la neuropsicología cognitiva se considera a la toma de decisiones como una función que caracteriza al tipo de cognición “caliente” (Hot cognition) en donde el control afectivo estratégicamente supervisa emociones en servicio de un objetivo o meta. Este tipo de cognición se diferencia de la que corresponde a las funciones “frías” encargadas de los aspectos espacio temporales y episódicos del pensamiento y la acción (Metcalf y Mischel, 1999).

Neuroanatómicamente, estas funciones han sido asociadas a la Corteza Prefrontal (CPF), la cual puede dividirse en tres amplias regiones: la Corteza Prefrontal Dorso Lateral (CPF DL), la Corteza Prefrontal Medial (CPF M) y la Corteza Orbito Frontal (COF). Estas dos últimas son parte del circuito frontoestriatal que posee fuertes conexiones con la amígdala y otras partes del sistema límbico. En consecuencia, ambas regiones se hallan involucradas en las funciones de regulación de respuestas apetitivas o motivacionales y en la integración de información afectiva (Happaney, Zelazo y Stuss, 2004), es decir, funciones que corresponden al tipo de cognición “caliente”. La CPF DL,

por su parte, ha sido asociada a las funciones encargadas del tipo de procesamiento “frio” de la información. Estas tres regiones actúan de manera coordinada en el adulto para dirigir el comportamiento hacia las metas y cumplen gran importancia en la autorregulación del individuo.

La COF se ve involucrada en el aprendizaje de asociaciones entre estímulos y reforzadores (Rolls, 2004) y es el sistema encargado de procesar las respuestas rápidas frente a estímulos condicionados o incondicionados teniendo en cuenta las características que los mismos poseen (Metcalf y Mischel, 1999). La CPFDL por su parte, es la encargada de supervisar el pensamiento y la acción frente a objetivos o metas que compiten entre sí. De esta manera, el tipo de cognición “fría” se activa frente a problemas relativamente abstractos y descontextualizados, mientras que la cognición “caliente” es requerida ante problemas que envuelven afecto y motivación (Keer y Zelazo, 2004).

Desde una perspectiva evolutiva, el sistema cognitivo caliente se desarrolla antes que el sistema cognitivo frío, siendo que este último comienza siendo regulado por el primero. Durante los primeros años de vida, mientras el tipo de cognición caliente está en funcionamiento, el sistema de cognición frío permanece aún sin desarrollarse por completo. Así, los daños en la COF traerían consecuencias en cascada para el desarrollo de la CPFDL (Bunch, 2006). De esta manera, la toma de decisiones depende del normal desarrollo de la COF y forma parte de las funciones consideradas cruciales para el desarrollo cognitivo de las personas.

Recientemente, ha comenzado a estudiarse la toma de decisiones en el desarrollo infantil mediante modificaciones de la tarea del Iowa Gambling Task (IGT), una tarea que ha demostrado ser sensible al déficit en la TD que presentan diversas poblaciones psiquiátricas y neurológicas (ver Figura). El IGT consiste en un juego de cartas con 4 mazos (A, B, C y D), dos de los cuales ofrecen grandes recompensas y a la vez, grandes pérdidas, por lo cual se consideran desventajosos a largo plazo (A y B), por el contrario, los dos mazos restantes son ventajosos ya que contienen recompensas y pérdidas menores (C y D). Cada vez que se selecciona una carta se obtiene una ganancia, por lo cual la frecuencia de ganancias es siempre constante en la tarea, aunque con montos variables. También algunas elecciones implican además de ganancias, obtener



pérdidas, las cuales se presentan de manera variable en la tarea. De esta manera el juego está diseñado para que además de la variación entre opciones desventajosas y ventajosas en la tarea, existan también variaciones en la frecuencia de pérdidas. Así los mazos A y C presentan frecuencias elevadas de pérdidas (por ejemplo del 50%), mientras que las opciones B y C frecuencias más reducidas de pérdidas (20%).

El objetivo del juego es que los participantes puedan recaudar la mayor cantidad de dinero posible, seleccionando cartas de los diferentes mazos. De este modo, al comienzo del juego se otorga al participante cierto monto de dinero, y a medida que el mismo va eligiendo cartas, puede sumar dinero a su favor (ganancia) o restar (en el caso de las pérdidas o castigos).

Los participantes no son advertidos acerca de la distribución de ganancias y pérdidas de cada mazo, por lo cual deben aprender a evitar los mazos desventajosos utilizando el feedback de las elecciones previas.



Figura 1: Iowa Gambling Task (IGT)

Para la utilización de esta tarea en niños se han realizado diversas modificaciones y adaptaciones de la tarea del IGT original. Entre ellas, reducción en el número de mazos disponibles para seleccionar cartas, simplificación de la compleja distribución de ganancias y pérdidas que ofrecen los resultados (mostrando sólo ganancias o pérdidas), inclusión de dibujos y personajes animados, entre otras.

A los fines de poder evaluar esta función en edades tempranas (entre 3 y 5 años), se realizaron modificaciones a la versión original de este instrumento (Kerr y Zelazo, 2004). En esta adaptación del juego se presenta al niño 2 mazos de 50 cartas cada uno

y se le solicita que realice 50 elecciones de cualquiera de los dos mazos. Al seleccionar una carta, el niño se encuentra con dibujos de caras contentas o tristes, las primeras indican que ha ganado caramelos, las segundas que ha perdido (ver Figura 2).

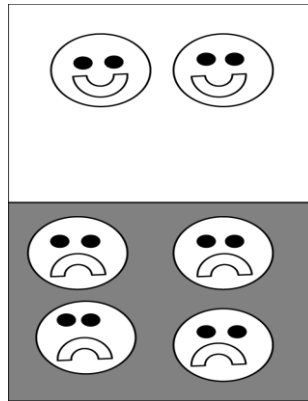
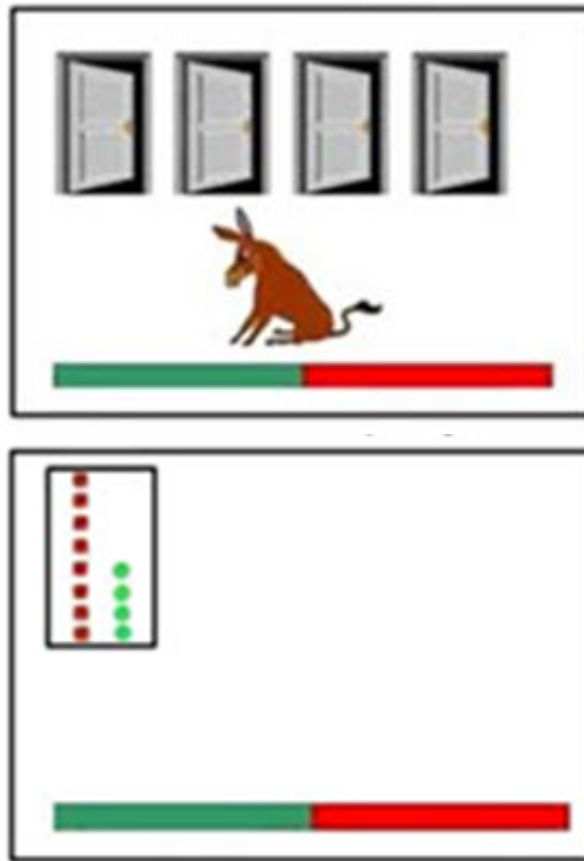


Figura 2: Ejemplo de una carta del mazo "A" del Gambling Task adaptado para niños, en este caso, la carta seleccionada indica que se han ganado 2 caramelos y perdido 4.

Del mismo modo que en la versión original, uno de los mazos es considerado ventajoso (mazo "B") ya que permite obtener ganancias a largo plazo, siendo que el otro es considerado desventajoso (mazo "A") ya que provoca pérdidas en el balance final. Para ambos mazos el número de ganancias es constante, mientras que lo que varía es el monto de pérdidas. Se presentaron dos versiones de esta tarea: en la versión binaria el feedback representaba sólo ganancias o pérdidas de manera independiente, mientras que en la versión ternaria, ambas ganancias y pérdidas eran incluidas en el feedback de manera simultánea (como en el ejemplo de la Figura 2). Los resultados mostraron que los niños seleccionaron frecuentemente cartas del mazo favorable en la versión binaria de la tarea, que presentaba solo ganancias o pérdidas. Sólo los niños de cinco años pudieron identificar el mazo favorable la versión ternaria de la tarea, es decir, cuando se presentaban las ganancias y las pérdidas (Bush, 2006; Kerr y Zelazo, 2004).

También se han realizado adaptaciones del IGT para ser utilizados en niños en edad escolar y adolescentes. Una de las adaptaciones más reportadas es el "Hungry Donkey Task" (HDT) (E. a. Crone & van der Molen, 2004). En esta tarea computarizada se presentan cuatro puertas y un burro en la parte inferior de la pantalla. Se solicita a los niños que seleccionen alguna de estas puertas para obtener manzanas que alimenten

al burro. Cada vez que se elige una puerta aparecen manzanas en verde representando las ganancias y manzanas en rojo representando las pérdidas (ver Figura). Cada una de las puertas representa la misma distribución de los mazos del IGT.



Los investigadores propusieron que un desempeño exitoso en esta tarea dependería de la capacidad de los niños de integrar diferentes dimensiones de la tarea (H. M. Huizenga, E. A. Crone, & B. J. Jansen, 2007): monto de ganancias, monto de pérdidas, y frecuencia de pérdidas. Los investigadores observaron que mientras que los niños más grandes pudieron integrar las 3 dimensiones en su desempeño, los niños más pequeños sólo lograron guiar sus elecciones por una dimensión. En este último caso la frecuencia de pérdidas representó la dimensión dominante para estos niños.

Estos resultados sugirieron una tendencia en el desarrollo a utilizar reglas cada vez más sofisticadas. H. M. Huizenga et al. (2007) han sugerido que los niños pequeños podrían tener una capacidad de procesamiento limitada y que por esto no pueden mantener continuamente la atención a varias unidades de información al mismo tiempo.

Estos estudios constatan que los niños no toman decisiones favorables en el IGT hasta la adolescencia tardía (E. Cauffman et al., 2010; E. Crone, Jennings, & Van der Molen, 2004; Hooper, Luciana, Conklin, & Yarger, 2004; Prencipe et al., 2011; D. G. Smith, Xiao, & Bechara, 2012b). Sin embargo, otras investigaciones han observado que los niños no se comportan de manera aleatoria, si no que seleccionan opciones con pérdidas infrecuentes, independientemente del beneficio a largo plazo de estas opciones (Aite et al., 2012; Cassotti, Aite, Osmond, Houde, & Borst, 2014; E. Crone & van der Molen, 2007; E. a. Crone & van der Molen, 2004; Hilde M Huizenga, Eveline a Crone, & Brenda J Jansen, 2007; van Duijvenvoorde, Jansen, Visser, & Huizenga, 2010). No obstante, estos niños nunca alcanzan a comprender las reglas del juego y evitan las opciones que presentan alta frecuencia de pérdidas, independientemente de sus consecuencias a largo plazo (Huizenga, Crone y Jansen, 2005).

En conjunto con los resultados de H. M. Huizenga et al. (2007) se podría considerar que los niños pequeños presentan una capacidad de procesamiento limitada y que no son capaces de considerar muchos factores o varias unidades de información cuando evalúan probabilidades para tomar decisiones. La complejidad cognitiva de esta tarea requiere de procesos cognitivos superiores para evaluar efectivamente los cuatro mazos de cartas, la magnitud de las posibles ganancias y la magnitud de las posibles pérdidas (Bunch et al. 2007). Así, se puede concluir que el IGT es demasiado complejo para los niños pequeños y que debe ser modificado para evaluar la toma de decisiones en estos sujetos.

Estudios posteriores con niños y adolescentes constatan que los niños no toman decisiones favorables en el IGT hasta la adolescencia tardía (E. Cauffman et al., 2010; E. Crone et al., 2004; Hooper et al., 2004; Prencipe et al., 2011; D. G. Smith et al., 2012b). Sin embargo, casi la totalidad de estas investigaciones han observado que los niños no se comportan de manera aleatoria, si no que seleccionan opciones con pérdidas infrecuentes, independientemente del beneficio a largo plazo de estas opciones (Aite et al., 2012; Cassotti et al., 2014; E. Crone & van der Molen, 2007; E. a. Crone & van der Molen, 2004; Hilde M Huizenga et al., 2007; van Duijvenvoorde et al., 2010). No obstante, estos niños nunca alcanzan a comprender las reglas del juego y evitan las

opciones que presentan alta frecuencia de pérdidas, independientemente de sus consecuencias a largo plazo (Huizenga, Crone y Jansen, 2005).

La importancia de conocer cómo se desarrolla la toma de decisiones durante la infancia y cuáles son los sub procesos de los que dependen radica en la posibilidad de generar intervenciones destinadas a potenciar las destrezas o prevenir las dificultades que puedan ocurrir en el desarrollo de estas funciones. Asimismo, conocer las dificultades y fortalezas que presentan los niños en las tareas que involucran este tipo de funciones es de gran importancia para la prevención temprana de trastornos y dificultades que puedan derivarse del desarrollo anormal de las mismas.

### **1.3. Marcadores psicofisiológicos de la toma de decisiones**

Tradicionalmente el proceso de toma de decisiones ha sido asociado al funcionamiento del sistema de control cognitivo, sin embargo investigaciones recientes postulan que este proceso está gobernado por la competencia entre este sistema cognitivo "frio" y el sistema socio-emocional "caliente" (Drevets y Raichle, 1998).

Estas investigaciones resaltan la importancia de los aspectos emocionales vinculados al proceso de toma de decisiones, advirtiendo que el mismo no constituye un mero proceso racional (como el de comparar pérdidas y ganancias que pueden resultar de una elección determinada) sino que más bien, parece ocurrir que los aspectos emocionales derivados del recuerdo de experiencias similares y aquellos aspectos asociados a las consecuencias o al contexto en que se da la decisión, desempeñan un papel determinante (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara y Román, 2006).

La activación de distintas estructuras subcorticales durante la ejecución de estas tareas ha sido atribuido a la actuación de componentes emocionales y vivenciales que tienen lugar durante el proceso de toma de decisiones. Con el objetivo de dar cuenta del rol que ocupa dicha influencia emocional en la toma de decisiones, se ha propuesto la "Hipótesis del Marcador Somático" (HMS) desarrollada originalmente por Damasio. Esta hipótesis, plantea que al momento de tomar una decisión, emociones colaboran

junto al procesamiento cognitivo y reducen la complejidad de la decisión. Las personas utilizan signos o marcadores somáticos para tomar decisiones, signos que provienen del propio cuerpo o de representaciones cerebrales de acciones que se espera tengan lugar en el cuerpo (Dunn, Dalgleish y Lawrence, 2006). Ante situaciones de ambigüedad o riesgo, estos marcadores somáticos, también llamados emocionales, se presentan como intuiciones o sospechas que se consideran beneficiosas cuando están asociadas o integradas a la situación de decisión (Bechara y Damasio, 2005). Los signos emocionales cumplen una función adaptativa para el ser humano, al otorgar señales sobre las estrategias que resultaron nocivas en situaciones anteriores, conduciendo a evitar la reiteración de elecciones perjudiciales. (Bechara, Damasio H. y Damasio A., 2000; Bechara, Damasio, Tranel y Damasio, 2005; Verdejo, Aguilar de Arcos y Pérez-García, 2004).

Los marcadores somáticos, son generados en áreas de la CPF involucradas en la integración de las emociones y monitoreo o auto-regulación del individuo (Segalowitz y Davies, 2004) como la Corteza Prefrontal Ventromedial (CPF-VM), muchas veces considerada parte de la CPF-OF, la amígdala, la corteza somatosensorial (insular y parietal), la Corteza Cingulada Anterior (CCA) y otras vías encargadas de enviar señales de estados o sensaciones corporales hacia el sistema nervioso central (Bechara y Damasio, 2005).

La HMS surge a partir de investigaciones con pacientes que presentaban lesiones en áreas cercanas a la Corteza Prefrontal Ventromedial (CPFVM). Damasio (1994) estudiando los famosos casos de Phineas Gage y Elliot, encuentra que estos pacientes presentaban dificultades en la toma de decisiones cotidianas y en la interacción social, conservando intacto su intelecto y funciones ejecutivas.

Una de las tareas más utilizadas para la medición de la influencia de los factores psicofisiológicos en la toma de decisiones es el IGT (A. Bechara, Damasio, Damasio, & Anderson, 1994), que fue diseñada originalmente para la medición de déficit en la TD en pacientes que presentaban lesiones en la CPFVM. Numerosos estudios han reportado que la falla o ausencia de marcadores somáticos o emocionales que guían la decisión, es un factor crucial que explica el bajo desempeño en la tarea del IGT. Esto ha sido demostrado a través de la medición de cambios en la actividad electrodérmica de

los participantes durante la realización de esta tarea, los sujetos normales suelen aumentar los niveles de respuesta de conductancia cutánea o Skin Conductance Response (SCRs) en el momento previo y posterior a la selección de una carta durante el juego, mientras que los pacientes que presentan lesiones en la CPFVM y la amígdala aumentan sus niveles de respuesta sólo al momento posterior a la elección de una carta (Bechara, Damasio, Damasio y Lee, 1999; Bechara, et al., 2005). La falla en la generación de signos emocionales anticipatorios a la decisión hace que estos pacientes no puedan evitar los mazos riesgosos que contienen elevados castigos, del mismo modo en que no pueden evitar las decisiones desventajosas que asumen en su vida real (Bechara y Damasio, 2005).

Estudios pioneros en la investigación del desarrollo de la toma de decisiones en la infancia (E. Crone, S. Bunge, H. Latenstein, & M. van der Molen, 2005; E. a. Crone & van der Molen, 2004), concluyeron acerca de que los niños menores de 18 años se comportaban en el IGT como los pacientes con lesiones en la CPFVM: eran "miopes al futuro" ya que a lo largo del juego continuaban seleccionando opciones de los mazos desventajosos del juego (E. a. Crone & van der Molen, 2004) al igual que no exhibían signos de SCR anticipatorios a estas decisiones (E. Crone & van der Molen, 2007).

Debido a que el IGT involucra la integración de la información de cuatros mazos diferentes, y requiere así el monitoreo continuo de fuentes de información diferentes, algunos afirman que esta tarea no es adecuada para la evaluación de niños (Bunch, Andrews, &Halford, 2007).

#### **1.4. Alteraciones en el desarrollo: TEA y TDAH**

Procesos cognitivos complejos como la toma de decisiones se encuentran afectados en niños con trastornos en el desarrollo como el TEA y el TDAH.

En el TEA se presentan dificultades en la interacción social, la comunicación y un perfil de comportamientos estereotipados e intereses restringidos (American Psychiatric Association, 2000). En relación a los déficits persistentes en comunicación social e

interacción social suelen presentarse tanto en las conductas comunicativas verbales como no verbales, como anomalías en el contacto visual y el lenguaje corporal o déficits en la comprensión y uso de gestos; así como también para desarrollar, mantener y comprender relaciones. Dificultades para compartir juegos de ficción o hacer amigos; hasta una ausencia aparente de interés en la gente.

También se presentan patrones repetitivos y restringidos de conductas, actividades e intereses, como movimientos motores, uso de objetos o habla estereotipados o repetitivos. Insistencia en la igualdad, adherencia inflexible a rutinas o patrones de comportamiento verbal y no verbal ritualizado. También presentan una híper o hiporeactividad sensorial o interés inusual en aspectos sensoriales del entorno (como indiferencia aparente al dolor/temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicas, oler o tocar objetos en exceso, fascinación por las luces u objetos que giran).

La noción de espectro autista establece una gama de distintos grados de compromiso en la calidad de la interacción social, la conducta comunicativa y la restricción imaginativa de la conducta adaptativa. El TEA no es una clasificación de tipo "categorial" (presencia/ausencia de trastorno) sino de tipo "dimensional", clasificación que incluye los diagnósticos espectrales e implica que los fenómenos se distribuyen según grados de funcionalidad o disfuncionalidad (American Psychiatric Association, 2013). Las alteraciones en cada una de las áreas afectadas en los diversos diagnósticos de TEA se presentan en un continuo, desde leves a severas. Existe entre un 20% y 40% de los casos<sup>10</sup> del espectro en los cuales las señales de alerta para la presencia del trastorno aparecen una vez que el desarrollo lingüístico, social y motor ha cursado una evolución aparentemente normal (aparición de la sonrisa social, primeras palabras, adquisición de la marcha, etc.) y se manifiestan como una pérdida o regresión de estos hitos evolutivos.

El TDAH es uno de los trastornos psiquiátricos más prevalentes en niños y adolescentes (American Psychiatric Association, 2000). Caracterizado por hiperactividad, inatención e impulsividad. Este trastorno comportamental del desarrollo se manifiesta no solo con dificultades en la atención sino también a través de desinhibición, alteraciones en



el control motor y en la memoria de trabajo (H. M. Geurts, van der Oord, & Crone, 2006). Se trata, de un problema genérico de falta de autocontrol con amplias repercusiones en su desarrollo, su capacidad de aprendizaje y su ajuste social.

Se han propuesto diversos modelos para explicar los síntomas y fallas cognitivas que presentan ambos pacientes con TEA y TDAH.

En relación al TEA, la teoría de acerca de déficits en teoría de la mente (del inglés *Theory of Mind*, ToM) se presenta como la propuesta más fuerte de un modelo explicativo del autismo. Este enfoque afirma que el síndrome autista es consecuencia de un déficit en la capacidad de atribuir estados mentales (deseos, creencias, intenciones, etc.) a los otros, identificándolos como diferentes de los estados mentales propios. Los déficits en el juego simbólico, la conducta estereotipada y en el lenguaje; y el pobre manejo de destrezas mentalistas serían consecuencia de una disfunción específica: el módulo meta-representacional, una entidad de dominio específico, encargada de desacoplar representaciones originales, reorientándolas hacia la atribución de significados simbólicos o mentalistas (Baron- Cohen, Leslie, & Frith, 1985). Esta perspectiva ha sido apoyada por evidencias cognitivas, neuropsicológica y neurofisiológicas. Sin embargo, los déficits ejecutivos presentes en estos pacientes han llevado a la propuesta de modelos alternativos como el modelo de la disfunción ejecutiva en el TEA. Diversos estudios han probado los pacientes con TEA fallan en tareas de funciones ejecutivas. En tercer lugar se desarrolla una teoría que intenta explicar el procesamiento de información anormal en las personas con autismo (Hill, 2004). La teoría de la coherencia central débil en el TEA versa sobre las dificultades que tienen estos pacientes por la búsqueda del significado global o la Gestalt, prefiriendo el procesamiento de detalles o partes más que el todo. Es decir que las personas con autismo tienen un estilo de procesamiento de la información que favorece el procesamiento de los detalles más que el significado global (U. Frith, 1989a).

Por otro lado, en relación a los modelos explicativos del TDAH, se presentan también diversos modelos: (1) el modelo de disfunción ejecutiva de Barkley, que propone que las fallas de los niños con TDAH se centran en dificultades en el control inhibitorio (Barkley, 1997). (2) El modelo de regulación de estado (Sergeant, 2005) propone que

las fallas en los niños con TDAH se deben más a mecanismos bottom-up de activación y movilización, en otras palabras son fallas en la adecuación de las energías cognitivas a las demandas y en la optimización de las mismas a las respuestas. (3) El modelo de aversión a la demora sostiene que los individuos con TDAH prefieren la obtención de una gratificación inmediata, aunque sea pequeña, por encima de una gratificación de mayor magnitud, pero demorada (Sonuga-Barke, 2005). Dentro de este modelo, la impulsividad tendría como objetivo reducir el tiempo de demora para obtener la gratificación cuando el niño con TDAH controla su entorno. (4) El modelo dual de Sonuga-Barke que propone que existen dos vías que potencialmente conducen al desarrollo de este trastorno: la primera, a menuda referida al aspecto “frio” del control cognitivo, asociada a la disfunción ejecutiva y a déficits en la respuesta inhibitoria (H. M. Geurts et al., 2006; Oosterlaan, Logan, & Sergeant, 1998; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002); la segunda vía es referida a los aspectos “caliente” del control cognitivo y es la vía de disfunción motivacional. Esta vía ha sido asociada a la alteración en el procesamiento de recompensas, la aversión a la demora y es frecuentemente observada en tareas de toma de decisiones (H. M. Geurts et al., 2006).

Diversos estudios con neuroimagen han tratado de encontrar la causa funcional del TEA y TDAH. El TDAH ha sido frecuentemente atribuido a las anomalías estructurales encontradas en la corteza cingulada anterior y/o la corteza orbitofrontal, dos regiones críticas para la toma de decisiones (Groen et al., 2008; Liotti, Pliszka, Perez, Kothmann, & Woldorff, 2005; van Meel, Heslenfeld, Oosterlaan, Luman, & Sergeant, 2011; van Meel, Oosterlaan, Heslenfeld, & Sergeant, 2005). Sin embargo, otros modelos han encontrado que este trastorno es el resultado de disfunciones en el circuito dopaminérgico (Sagvolden, Johansen, Aase, & Russell, 2005; Tripp & Wickens, 2008). Este procesamiento de información lleva a que no sea posible impedir la repetición de comportamientos aversivos aprendidos anteriormente.

Las anomalías encontradas en el TEA también han sido asociadas a disfunciones en el circuito fronto-estriatal: reducción del metabolismo del cortex prefrontal (Ohnishi et al., 2000); retraso de maduración del circuito prefrontal (Zilbovicius et al., 1995); cambios en el surco temporal superior (Levit et al., 2003, Pierce et al., 2001). También se han reportado cambios significativos en surco frontal superior y cisura de Silvio

implicados en generación de emociones, monitoreo consciente de emoción, autorregulación /inhibición, y memoria de trabajo (Levit et al., 2003). Existen alteraciones en el surco frontal inferior y el complejo amigdalino (Douglas y Olshaker, 2000; Gottfried, 1999).

A pesar de que el diagnóstico de TDAH en pacientes con TEA es un criterio de exclusión para el diagnóstico de TEA, la superposición de síntomas entre ambos trastornos ha sido extensamente reportada (Rommelse, Geurts, Franke, Buitelaar, & Hartman, 2011). De esta manera, las características nucleares del TDAH (problemas de atención, exceso de actividad e impulsividad) se presentan comúnmente en el TEA. A la inversa, conductas características

del TEA, como escasa empatía, pobres habilidades sociales o las dificultades pragmáticas, están presentes en el TDAH, conectadas a los déficits en control inhibitorio o en memoria de trabajo.

Actualmente, con técnicas de neuroimagen se ha demostrado que las alteraciones cerebrales en trastornos como el TDAH y TEA no están limitadas a regiones separadas, sino más bien se presentan en diversas áreas que interactúan entre sí formando sistemas o circuitos. Así, se han reportado convergencias en circuitos como el dorsal, atencional, de funciones ejecutivas, visual, somatomotor y circuito de activación por defecto. Estas similitudes posiblemente explican las manifestaciones comórbidas entre los trastornos como la falla en la integración de información, motricidad fina y procesos atencionales específicos. Por otro lado, específicamente en el TDAH se observan déficits en el circuito de recompensa y ventral atencional, sistemas involucrados en la medición de efectos de reforzamiento y monitoreo atencional. En TEA los circuitos más afectados fueron los implicados en procesos de cognición social y lenguaje.

### **1.5. Perfil cognitivo en niños con TEA y TDAH**

Desde una perspectiva neurocognitiva, tanto el TEA como el TDAH comparten fallas en las funciones ejecutivas (FEs) que están asociadas a déficits en los circuitos fronto-

estriatales (Corbett, Constantine, Hendren, Rocke, & Ozonoff, 2009; Rommelse et al., 2011). Sin embargo, estudios que investigaron las FEs en ambos grupos por separado han encontrado resultados inconsistentes. Aunque muchos estudios sugieren que el TDAH está fuertemente asociado a problemas inhibitorios, memoria de trabajo y problemas en la planificación (Alloway, 2011; Balint, Czobor, Meszaros, Simon, & Bitter, 2008; Desjardins, Scherzer, Braun, Godbout, & Poissant, 2010; Kofman, Larson, & Mostofsky, 2008; Martinussen, Hayden, Hogg-Johnson, & Tannock, 2005; J.T. Nigg, 2005) otros estudios no pudieron encontrar déficits en estos dominios (J. T. Nigg, Blaskey, Huang-Pollock, & Rappley, 2002; Sonuga-Barke, 2002). Con respecto a los pacientes con TEA, estudios recientes también han mostrado resultados inconsistentes en FEs. Aunque la planificación y la flexibilidad han sido los déficits comúnmente reportados, los resultados también han sido variados, ya que algunos estudios no muestran diferencias (Hill & Bird 2006; N. Kaland, L. Smith, & E. L. Mortensen, 2008; Liss et al., 2001; G. Rajendran, Mitchell, & Rickards, 2005).

Otra importante área de estudio en TDAH y el TEA es la cognición social. Este constructo refiere al procesamiento de información relacionada a la interacción con otros e incluye diversos dominios como la Teoría de la Mente (ToM), la empatía, el procesamiento emocional, entre otros. Aunque los déficits en cognición social han sido reconocidos durante mucho tiempo como la característica central en individuos en TEA (Happe, Booth, Charlton, & Hughes, 2006; Happe, Ronald, & Plomin, 2006), estudios recientes también han encontrado alteraciones en pacientes con TDAH (Ibanez et al., 2011; Uekermann et al., 2010).

En resumen, resultados inconsistentes en relación a las FEs y la cognición social han sido reportados en ambos trastornos. Uno de los factores que puede ser asociado con estos descubrimientos inconsistentes es la variabilidad cognitiva reportada tanto en TDAH (Castellanos, Sonuga-Barke, Milham, & Tannock, 2006; J.T. Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke, 2005) como en TEA (Baez et al., 2012b; Happe, Ronald, et al., 2006; E. L. Hill & C. M. Bird, 2006; Towgood, Meuwese, Gilbert, Turner, & Burgess, 2009).

Braver (2012) establece que la variabilidad cognitiva puede ser diferenciada entre variabilidad intra-individual (variabilidad en el desempeño del mismo individuo a lo

largo del un test o entre múltiples test de una batería cognitiva) y variabilidad inter-individual (variabilidad entre los individuos de un mismo de grupo). Varios estudios han encontrado una alta variabilidad intra-individual en los tiempos de reacción de los sujetos con TDAH (Castellanos et al., 2005; A. G. Di Martino, M.; Curchack, J.; Reiss, P.; Hyde, C.; Vannucci, M.; Petkova, E.; Klein, D.F.; Castellanos, F.X., 2008; Klein, Wendling, Huettner, Ruder, & Peper, 2006) y recientemente también en niños con TEA (Geurts et al., 2008). Sólo pocos estudios con pacientes con TEA han reportado una alta variabilidad inter-individual entre estos pacientes (Baez et al., 2012b; Hill & Bird 2006; Towgood , Meuwese, Gilbert, Turner, & Burgess, 2009).

Esta variabilidad cognitiva puede afectar el desempeño de tareas más complejas como la toma de decisiones y los circuitos cerebrales implicados en las mismas. Asimismo, esta variabilidad cognitiva puede ser explicada por interrupciones en mecanismos neurales básicos de procesamiento de la información (por ejemplo: percepción y atención). La importancia de desentrañar las alternaciones en estos mecanismos en niños con TEA y TDAH radica en posibilidad de detectar fallas en procesos cognitivos básicos que puedan alterar procesos más complejos como la toma de decisiones.

## **1.6. Disfunciones en procesos cognitivos básicos perceptuales y atencionales en TEA y TDAH**

En ambos TEA y TDAH se han reportado fallas sensoriales. En el TEA se presentan síntomas de hipersensibilidad hacia los estímulos externos como ruidos, texturas, olores, entre otros. Asimismo se han reportado también fenómenos de hiposensibilidad en estos niños asociados a los patrones estereotipados y comportamientos restringidos, fenómenos comunes en el TEA (Tavassoli, Miller, Schoen, Nielsen, & Baron-Cohen, 2014) (Horder, Wilson, Mendez, & Murphy, 2014; Robertson & Simmons, 2013). En niños con TDAH se presentan signos de hipersensibilidad asociados a síntomas de distractibilidad por estímulos novedosos del entorno (Friedman-Hill et al., 2010; Mangeot et al., 2001; Miller, Nielsen, & Schoen, 2012).

Por otro lado, la atención es una de las funciones que recientemente ha sido propuesta como relevante para estudiar los aspectos comunes que poseen el TDAH y TEA (Rommelse et al., 2011). Si bien tradicionalmente los déficits en esta función han sido considerados como centrales en la definición del TDAH, estudios comparativos entre TDAH y TEA (Nyden et al., 2010) muestran que ambos trastornos cursan con dificultades en el desempeño de pruebas que involucran la atención sostenida. Sin embargo, se desconocen por el momento los sustratos neurales que explicarían la convergencia de este déficit en ambos trastornos.

Existen distintas teorías que discuten acerca de si estos fenómenos sensoriales y atencionales pueden ser explicados por disfunciones en el procesamiento de información de abajo hacia arriba (bottom-up) como la teoría de coherencia central en el TEA (U. Frith, 1989a; Mottron, Dawson, Soulieres, Hubert, & Burack, 2006) y la desregulación de los niveles de arousal en el TDAH (Sergeant, 2005). Otras teorías, en cambio, enfatizan la importancia de los procesos de arriba hacia abajo (top-down) en la presentación de estos síntomas, como la teoría de la disfunción ejecutiva en el TEA (Baron-Cohen et al., 1985; Hill, 2004) y el TDAH (Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996).

Teorías recientes basadas en modelos bayesianos de procesamiento de información proponen nuevos marcos para unificar estas teorías precedentes. El modelo de codificación predictiva (predictive coding) propone que la corteza cerebral genera constantemente predicciones acerca de los estímulos provenientes del mundo externo en múltiples niveles de procesamiento (Friston, 2005). La información que ingresa por las vías sensoriales es comparada con las expectativas o creencias previas. Si la información recibida no coincide con lo esperado se produce un error de predicción que puede interferir en ambos niveles de procesamiento (bottom-down y top-down). Mediante este modelo y la exploración de distintos componentes electrofisiológicos, la información es procesada desde niveles más automáticos de alerta consiente (MMN<sup>2</sup>), hacia un compromiso atencional propiamente dicho (P300).

La codificación predictiva jerárquica ha emergido como un marco para desentrañar los procesos neurales que subyacen los déficits cognitivos en los trastornos

---

<sup>2</sup>Del inglés, Mismatch Negativity.

neuropsiquiátricos (Fogelson, Litvak, Peled, Fernandez-Del-Olmo, & Friston, 2014; Friston, 2012; Limongi, Tomio, & Ibanez, 2014). Aunque los sesgos creados por expectativas favorecen la tarea relevante anticipada en sujetos con desarrollo neurotípico (Chennu et al., 2013), este proceso podría estar afectados en los individuos con anormalidades en el procesamiento de información, tales como los Trastornos Del Espectro Autista (TEA) o Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). Ya que las teorías de codificación predictiva jerárquica han sido desarrolladas para proveer explicaciones amplias sobre el procesamiento cortical de información, éstas podrían brindar un valioso método, teóricamente motivado para reconciliar los conflictos aparentes entre las interpretaciones de alteraciones bottom-up y top-down en TDAH y TEA.

### **1.7. Toma de decisiones monetarias y sociales en TEA y TDAH**

Niños con TEA y TDAH presentan anormalidades en la toma de decisiones. Esto incluye no solo un procesamiento anormal de ganancias, pérdidas y probabilidades para maximizar el beneficio de una decisión, sino también afectaciones en el procesamiento afectivo o el valor hedónico que las recompensas y pérdidas representan. Asimismo, específicamente en el TEA se han reportado dificultades en la toma de decisiones sociales, consideradas como aquellas decisiones que involucran la interacción social y en donde entra en juego la consideración del otro. Debido a las fallas en ToM que presentan estos pacientes, son justamente los procesos de toma de decisiones en contextos sociales en donde se encuentran las mayores fallas de los niños con TEA.

Teorías recientes de toma de decisiones han propuesto un modelo integrador para explicar los mecanismos comunes de la toma de decisiones que implica un beneficio meramente financiero e individual (toma de decisiones monetaria) y la toma de decisiones en contextos sociales, donde las decisiones individuales afectan el beneficio económico de otra persona (toma de decisiones sociales). Este modelo propone que ambas decisiones involucran el circuito cerebral de recompensa y por tanto, las afectaciones en este circuito significarían déficits en ambas decisiones.

En el TDAH se han observado anomalías en el procesamiento de recompensas y pérdidas durante tareas de toma de decisiones monetarias. Los pacientes con TDAH (tanto adultos como niños) presentan mayor preferencia por opciones que presentan altas recompensas (Luman, Oosterlaan, Knol, & Sergeant, 2008) y no presentan modulación cerebral frente a ganancias versus pérdidas (fERN)(Groen et al., 2008; Holroyd, Baker, Kerns, & Muller, 2008; van Meel et al., 2011) como así también anomalías en respuesta cerebral frente a las recompensas (P300)(Ibanez et al., 2012; van Meel et al., 2011). Adicionalmente, la frecuencia de pérdidas ha demostrado influir en el rendimiento de niños con TDAH en tareas de TD a nivel conductual. Así, (Masunami, Okazaki, & Maekawa, 2009) demostraron que los niños con TDAH presentan una hipersensibilidad al premio y una hiposensibilidad a las pérdidas. De manera similar, Luman et al. (2008) estudiaron la respuesta al castigo de los niños con TDAH. En una versión modificada del IGT, presentaron tres alternativas: la primera opción presentaba pequeñas recompensas pero pérdidas aún más pequeñas, era la opción favorable. La segunda era desfavorable, recompensas y pérdidas frecuentes; y la última opción presentaba grandes recompensas pero grandes pérdidas ocasionales, siendo la desfavorable a largo plazo. Los niños con TDAH se desempeñaron como los controles y fueron capaces de distinguir entre los mazos favorables y desfavorables cuando las pérdidas aumentaban en frecuencia, evitando el castigo y exhibiendo una hipersensibilidad a la recompensa. Sin embargo, los niños con TDAH no pudieron reconocer los aumentos en la magnitud de las pérdidas y difirieron en su rendimiento con los controles (Luman et al., 2008). Estos autores concluyeron que los niños con TDAH presentan una hipersensibilidad a la recompensa y una hiposensibilidad al aumento en la magnitud de las pérdidas.

Sólo un estudio ha explorado los correlatos conductuales de la toma de decisiones social en pacientes con TDAH, encontrando que estos individuos fallan en adaptar su comportamiento a las decisiones justas o injustas de otro jugador (Lis et al., 2013). Sin embargo, no existen estudios previos reportados que hayan investigado los correlatos neurales de la toma de decisiones social en esta población.

Algunos estudios han sugerido que las anomalías en la toma de decisiones observadas en los sujetos con TEA son producto de las irregularidades estructurales de la corteza



cingulada anterior (Fan et al., 2012; Kohls et al., 2013; South, Larson, Krauskopf, & Clawson, 2010; Thakkar et al., 2008) y a una reducción metabólica de la estructura (Haznedar et al., 1997; Haznedar et al., 2000). Para apoyar esta hipótesis, estudios funcionales de MRI han observado que los individuos con TEA tienen una gran concentración de neuronas en la corteza cingulada anterior, actuando como una fuente potencial de las anomalías (Allman, Watson, Tetreault, & Hakeem, 2005). Lo cual sugiere que estas neuronas afectan la valoración de las recompensas y los castigos, Allman et al. (2005) han hipotetizamos que estas neuronas en última instancia afectan las habilidades de los individuos para monitorear su desempeño.

Sin embargo diversos estudios han reportado ausencia de anormalidades en estos pacientes en el procesamiento cerebral de ganancias y pérdidas (fERN3 y P300) durante tareas de TD (Delmonte et al., 2012; Larson, South, Krauskopf, Clawson, & Crowley, 2011; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland, Dapretto, Ghahremani, Poldrack, & Bookheimer, 2010; Stavropoulos & Carver, 2014). Otros estudios han demostrado que no existen diferencias en el desempeño de estos pacientes y controles en tareas de TD (Johnson, Yechiam, Murphy, Queller, & Stout, 2006), aunque si menor sensibilidad a las diferencias en montos y probabilidad de recompensas (Damiano, Aloï, Treadway, Bodfish, & Dichter, 2012). Por último, adultos con TEA presentan menor susceptibilidad a ser influidos por contextos negativos en la TD (framing effect) acompañado de fallas en la activación de marcadores psicofisiológicos (respuesta galvánica de la piel) en respuesta a los mismos (De Martino, Harrison, Knafo, Bird, & Dolan, 2008).

Por el contrario, en individuos con TEA se han reportado correlatos neurales anormales frente a decisiones sociales (P. H. Chiu et al., 2008; Edmiston, Merkle, & Corbett, 2014; C. D. Frith & Frith, 2008). Estos estudios han reportado que estos pacientes poseen una deficiencia en el procesamiento de recompensas sociales (Chevallier, Kohls, Troiani, Brodtkin, & Schultz, 2012), optando por opciones que ofrecen un beneficio individual incluso cuando este beneficio perjudica a otro.

---

<sup>3</sup>Del ingles, Feedback Error Related Negativity.

## **CAPÍTULO II. Desarrollo de la toma de decisiones en niños y adolescentes en desarrollo típico**

### **2.1. Desarrollo del IGT para niños: efecto de la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas**

#### **2.1.1. Introducción**

En los últimos años, ha cobrado relevancia el estudio de la Toma de Decisiones (TD), principalmente desde la creación del Iowa Gambling Task (IGT), una tarea que ha demostrado ser sensible al déficit en la TD que presentan diversas poblaciones clínicas y neurológicas. El IGT (A. Bechara et al., 1994) consiste en un juego de cartas con 4 mazos, dos de los cuales ofrecen montos elevados de recompensas y a la vez, montos elevados de pérdidas, por lo cual se consideran desventajosos a largo plazo (mazos A y B). Los dos mazos restantes son ventajosos ya que contienen recompensas y pérdidas menores (mazos C y D). Cada vez que se selecciona una carta se obtiene una ganancia y a veces esta ganancia se acompaña de una pérdida (ver Figura 1). De esta manera, la frecuencia de recompensas es constante (cada vez que se selecciona una carta, se ofrece una ganancia), mientras que la frecuencia de pérdidas es variable. Los mazos A y C contienen frecuencias altas de pérdidas (por ejemplo 50%), mientras que los mazos B y D frecuencias bajas (10%). A medida que avanza el juego, los participantes adultos controlados aprenden a evitar las opciones desfavorables y orientar su preferencia por las opciones más convenientes del juego. Adicionalmente, algunos estudios han demostrado que los participantes tienen un sesgo hacia las opciones con baja frecuencia de pérdida (mazos B y D) y que en muchos casos esta preferencia es en detrimento de la consideración de las consecuencias a largo plazo de las opciones (Y.-C. Chiu & Lin, 2007; B. D. Dunn, Dalgleish, & Lawrence, 2006; M. Gonzalez-Gadea, Ponce Japace, Diaz, & Marino, 2010; Lin, Chiu, Lee, & Hsieh, 2007; Tomb, Hauser, Deldin, & Caramazza, 2002). Así, los participantes muestran una preferencia mayor por las opciones del mazo B (desventajoso, baja frecuencia de pérdida) en relación al mazo C (ventajoso, alta frecuencia de pérdida).

En poblaciones infantiles, los resultados del IGT han mostrado que en niños y adolescentes existe un sesgo similar hacia las opciones con pérdidas infrecuentes (Aite et al., 2012; Carlson, Zayas, & Guthormsen, 2009a; Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; Hilde M Huizenga et al., 2007). Estos estudios han demostrado de manera consistente que los niños hasta los 18 años aproximadamente no son capaces de identificar las opciones ventajosas del juego (Carlson, Zayas, & Guthormsen, 2009b; Cassotti et al., 2014; Elizabeth Cauffman et al., 2010; D. G. Smith, Xiao, & Bechara, 2012a). En realidad, estos niños nunca alcanzan a comprender las reglas del juego y modifican sus elecciones tras recibir una pérdida; por lo cual, la estrategia adoptada consistiría en evitar opciones con frecuencia elevada de castigos, independientemente de sus consecuencias a largo plazo.

Se han realizado modificaciones del IGT destinadas a convertir la tarea más llamativa y amigable para los niños: "Hungrey Donkey Task" (E. Crone et al., 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; Hilde M Huizenga et al., 2007) y "Soochow Gambling Task" (Aite et al., 2012). Los resultados del desempeño de los mismos es similar a los reportados en el IGT: los niños no identifican las opciones favorables del juego y prefieren opciones con baja frecuencia de pérdida.

Estas tareas cuentan con algunas falencias: (1) complejidad de la tarea, que consiste en involucrar 4 opciones con variaciones de montos y frecuencias de ganancias y pérdidas. Investigaciones previas (Hilde M Huizenga et al., 2007) han probado que los niños menores de 18 años no llegan a integrar estas dimensiones en sus decisiones, por el contrario, sólo se focalizan en la frecuencia o monto de pérdida. (2) Habilidades de cálculo, la tarea requiere realizar cálculos aritméticos complejos con valores numéricos grandes que incluyen la manipulación de números negativos (por ejemplo al obtener una ganancia de +10 y una pérdida de -50, que significa en total una pérdida de -40). Considerando que los niños no llegan a aprender números negativos después de los 13 años (Aires, 2009), es fundamental evaluar cómo afecta esta variable en el desempeño.

Con el objetivo de superar estas falencias, diseñamos un IGT simplificado y adaptado para niños (IGT-C), donde los cuatro mazos originales fueron presentados en dos versiones o tareas con 2 mazos cada uno y distintos niveles de dificultad. Mediante

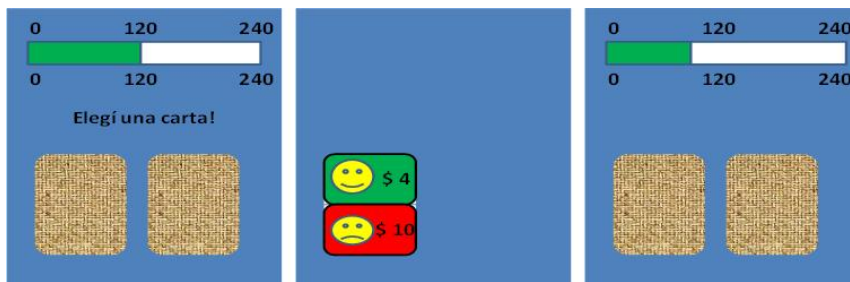
ambas tareas, se evalúa la influencia que tiene la frecuencia de pérdidas durante la toma de decisiones en el desempeño de niños y adolescentes. Una tarea, denominada "tarea fácil", se presentó un mazo favorable (MV) con baja frecuencia de pérdidas (MV-B) y un mazo desfavorable (MD) con alta frecuencia de pérdida (MD-A). En esta tarea, esperamos que los niños puedan identificar fácilmente el MV, dado a la baja frecuencia de pérdidas asociada a la misma. En una segunda tarea denominada "tarea difícil" se presentó un MV incluía alta frecuencia de pérdidas (MV-A) y un MD asociado con una baja frecuencia de pérdidas (MD-B). Se hipotetizó que los participantes presentarían dificultades al momento de discriminar entre MV y MD en esta versión. De este modo, se esperaría que los niños no logren identificar la opción más favorable, obteniendo un desempeño negativo. Además, al comparar los mazos entre las versiones considerando la frecuencia de pérdidas, se esperaría encontrar una preferencia por las opciones con baja frecuencia de pérdida.

Se realizaron diversos estudios para corroborar las hipótesis precedentes y evaluar la influencia de aspectos asociados al diseño experimental. En un primer estudio, se evaluó la influencia de la edad en ambas tareas. En el estudio 2 se desarrollaron cuestionarios destinados a explorar el entendimiento de los niños de la tarea asociado a su rendimiento. El estudio 3 estuvo destinado a conocer si la discrepancia entre desempeños en la tarea fácil y difícil era dependiente del orden de presentación de estas versiones. En el estudio 4, se evaluó la influencia de distintas variaciones entre frecuencias de pérdidas altas y bajas en el desempeño en ambas tareas. Por último, en el estudio 5, se evaluó la replicabilidad de los resultados en otros países.

### **2.1.2. Desarrollo del IGT-C**

Utilizando Matlab (7.5) y Psychtoolbox se desarrolló una versión adaptada para niños del IGT original (A. Bechara et al., 1994). La tarea requiere de la repetición de 100 ensayos en donde se presenta una imagen con 2 mazos de cartas, un intervalo en que se solicita una respuesta y una imagen que refleja el feedback de la elección efectuada (ver Figura 1).

Figura1: Ineco Children Gambling Task (ICGT)



La figura 1 muestra un ejemplo de la secuencia del ensayo. En cada ensayo se presentan ambos mazos de cartas y se solicita al participante que efectúe su elección utilizando la tecla 1 para seleccionar el mazo de la izquierda y la tecla 2 para el mazo de la derecha. El objetivo era maximizar un capital inicial (\$120) representado por una barra de dinero en la parte superior de la pantalla donde se presentaban los estímulos. Cada vez que se seleccionaba una carta, una nueva pantalla reflejaba el reverso de la carta indicando la ganancia o la pérdida. Las ganancias estaban representadas por una carta verde con una cara feliz mostrando el monto ganado. Las pérdidas estaban reflejadas por una carta dividida a la mitad: la parte superior de color verde con una cara feliz indicando el monto de ganancia y la parte inferior de color rojo con una cara triste indicando el monto de pérdida (Figura 1). Inmediatamente después del feedback, la barra de dinero se actualizaba reflejando el balance total de ganancias o pérdidas hasta ese ensayo.

Cada versión del IGT-C incluía dos mazos que diferían en su beneficio a largo plazo (MF y MD) y la frecuencia de pérdida (alta o baja) (Tabla 1). Ambas versiones contenían un MV con pequeñas ganancias (\$2) y un MD con altas ganancias (\$4). La frecuencia de ganancias permanecía constante en toda la tarea (100%), es decir, cada vez que se seleccionaba una carta, se obtenía una ganancia. Sin embargo, el monto y frecuencia de pérdidas difería entre mazos y versiones. En la versión fácil, la frecuencia de pérdidas era baja (10%) para el MV-B y alta (50%) para el MD-A. En la versión difícil, la frecuencia de pérdidas entre los mazos estaba invertida (MV-A y MD-B).

*Tabla1: Distribución de ganancias y pérdidas en los mazos del ICGT*

	GANANCIAS		PÉRDIDAS	
	Monto	Frecuencia	Monto	Frecuencia
<b>Versión 1</b>				
Mazo Favorable	\$2	100%	-\$10,	10%
Mazo Desfavorable	\$4	100%	-\$8, -\$10, -\$12	50%
<b>Versión 2</b>				
Mazo Favorable	\$2	100%	-\$40, -\$60	50%
Mazo Desfavorable	\$4	100%	-\$1, -\$2, -\$3	10%

Los participantes no fueron advertidos acerca del número de ensayos ni la distribución de ganancias y pérdidas de la tarea. Se informa a los mismos que deben seleccionar cartas para intentar ganar la mayor cantidad de dinero posible (ver instrucciones IGT-C en Anexo 1).

Siguiendo análisis típico del IGT (Bechara et al., 1994), en cada tarea se mide número de cartas seleccionadas en cada mazo y se calcula un puntaje total resultante de restar el número de cartas seleccionadas del MV menos las cartas elegidas del MD.

### **2.1.3. Estudio 1: Influencia de la edad en el desempeño en el IGT-C**

#### **2.1.3.1. Objetivos**

Se realizó una prueba piloto destinada a conocer la influencia de la edad en el desempeño de los niños en las tareas fácil y difícil a través de los distintos ensayos del IGT-C.

#### **2.1.3.2. Participantes**

Se evaluaron 28 niños y adolescentes entre 8 y 14 años divididos en dos grupos etarios: grupo menores entre 8 y 10 años (n=14; M=9.00; SD=0.78) y grupo mayores entre 11 y 14 años (n=14; M=12.21; SD=1.57). Ambos grupos fueron apareados por género ( $\chi^2=1.29$ ;  $p=0.25$ ).

#### **2.1.3.3. Procedimiento**

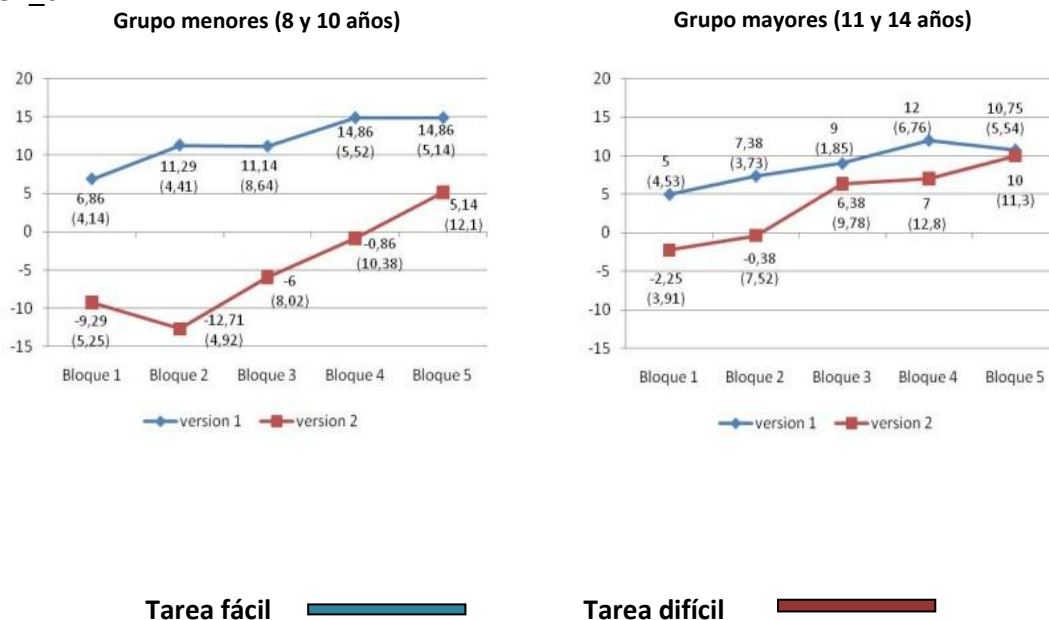
Los niños fueron evaluados de manera individual durante 20 minutos. Previo al inicio de las tareas, se realizó una sesión de práctica donde se explicaron las consignas del

juego. Cada niño realizó primero la tarea fácil, seguida por la tarea difícil. Cada tarea tuvo una duración aproximada de 8 minutos. La posición de los mazos fue contrabalanceada en ambos juegos.

#### 2.1.3.4. Resultados

Se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las puntuaciones totales de la tarea difícil ( $t(25) = -3,61; p=0.001$ ) y no en la tarea fácil ( $t(25) = 0,87; p=0.391$ ). Los niños mayores de 11 años alcanzaron puntuaciones significativamente superiores ( $M=-29,62; SD=33,1$ ) a los niños menores ( $M=18,29; SD=35,5$ ) en la tarea difícil del IGT-C. Asimismo, las 100 elecciones fueron divididas en 5 bloques y se calcularon puntuaciones para cada bloque. Como puede observarse en la Figura 2, en la tarea difícil, los niños mayores de 11 años obtuvieron puntuaciones superiores en todos los bloques de la tarea, alcanzando diferencias significativas en los bloques 2 ( $t(25) = -4,07; p=0.000$ ), 3 ( $t(25) = -4,30; p=0.000$ ) y 4 ( $t(25) = -2,70; p=0.010$ ). En la tarea fácil no se encontraron diferencias significativas entre los bloques en ambos grupos.

Figura 2: Medias y DE de los desempeños por bloque (20 ensayos por bloque) del grupo de niños menores (izquierda) y mayores (derecha) en las tarea fácil y difícil del IGT\_--



### 2.1.3.5. Conclusiones

Estos resultados muestran que ambas versiones del paradigma son sensibles para detectar la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas por parte del grupo de niños de menor edad. Cuando el mazo ventajoso se asocia a una frecuencia baja de pérdidas (tarea fácil) no hay diferencias significativas entre el grupo de niños menores y mayores. Sin embargo, cuando el mazo ventajoso contiene una frecuencia elevada de pérdidas (tarea difícil) los niños menores obtienen puntuaciones significativamente menores que los niños mayores en esta tarea.

Investigaciones previas (Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; Hilde M Huizenga et al., 2007) en niños y adolescentes han demostrado que la frecuencia de pérdidas es la dimensión dominante en el IGT. La hipótesis propuesta por esta investigación probaría que este efecto es aún más pronunciado en niños menores de 11 años, quienes no son capaces de evaluar una opción como favorable cuando la misma contiene una alta frecuencia de pérdidas.

## **2.1.4. Estudio 2: construcción de cuestionarios para IGT-C**

### 2.1.4.1. Objetivos

A los fines de conocer el entendimiento de la tarea por parte de los niños y adolescentes se aplicaron distintos cuestionarios en la mitad y al finalizar los juegos (ver Anexo 2).

### 2.1.4.2. Participantes:

Estos cuestionarios fueron administrados a una sub-muestra de 12 niños y adolescentes dentro de la muestra piloto de este estudio.



#### 2.1.4.3. Procedimiento:

Se desarrollaron cuestionarios estructurados para conocer el entendimiento del juego por parte de los niños a la mitad y al final de cada tarea. Se realizaron preguntas relativas a la preferencia de cada mazo y se solicitó la justificación de esta preferencia. Asimismo se indagó sobre las características relevantes de cada uno de los mazos.

Adicionalmente se desarrolló un cuestionario destinado a conocer la motivación por parte de los niños hacia los juegos, las habilidades de realizar los cálculos aritméticos en los ensayos del juego y el conocimiento formal de juego (detección del MV y MD)

En los cuestionarios aplicados al finalizar ambas tareas se utilizaron distintas preguntas destinadas a relevar la detección por parte de los niños y adolescentes de las dimensiones del juego:

- a) *Frecuencia de pérdidas*: si eran capaces de identificar los mazos de acuerdo a su menor o mayor frecuencia de pérdidas (preguntas 4 y 6, cuestionario al finalizar la tarea difícil).
- b) *Montos de pérdidas*: si fueron capaces de identificar los distintos montos de pérdidas en ambos mazos (preguntas 5 y 7, cuestionario al finalizar la tarea difícil).
- c) *Conocimiento formal*: si los niños pudieron detectar que la opción ventajosa era aquella que otorgaba menores ganancias y menores pérdidas, mientras que la desfavorable otorgaba mayores ganancias y pérdidas (pregunta 3, cuestionario para niños).

#### 2.1.4.4. Resultados

Se efectuaron tablas de contingencia para explorar la relación entre la capacidad de los niños y adolescentes para identificar el mazo ventajoso en la mitad y al finalizar cada una de las tareas (pregunta 1 en ambos cuestionarios). Como puede visualizarse en la tabla 2, en la tarea fácil, casi la totalidad de los niños y adolescentes (10/12) fueron capaces de identificar el mazo ventajoso en la mitad y al final del juego. En la tarea difícil, la mitad de esta sub-muestra no pudo identificar el mazo ventajoso ni a la mitad

ni al final del juego. La otra mitad de niños y adolescentes pudo reconocer la opción favorable en ambos momentos del juego.

*Tabla 2:* Distribución de los niños y adolescentes de acuerdo a su habilidad para identificar el mazo ventajoso en la mitad y al finalizar cada una de las tareas del IGT-C.

Tarea fácil		Final		Total
		NO	SI	
Mitad	NO	1	0	1
	SI	1	10	11
Total		2	10	12

Tarea difícil		Final		Total
		NO	SI	
Mitad	NO	6	0	6
	SI	1	5	6
Total		7	5	12

Como puede observarse en la Tabla 3, la totalidad de los niños logró identificar la dimensión asociada a la frecuencia de pérdidas de los mazos. Mayor cantidad de niños mayores (entre 11 y 14 años), en relación a los niños menores (8 a 10 años) lograron identificar los distintos montos de pérdidas en los mazos. Por último, la totalidad de los niños mayores logró adquirir el conocimiento formal de la tarea, siendo que sólo un poco más de la mitad de los niños menores alcanzaron el mismo.

*Tabla 3:* Identificación de dimensiones relevantes en la tarea por parte de cada uno de los grupos.

	8 - 10 años		11 - 14 años	
	M	SD	M	SD
Frecuencia de pérdidas	1	0	1	0
Montos de pérdidas	0,57	0,53	0,88	0,44
Conocimiento formal	0,57	0,53	1	0

A los fines de conocer si la habilidad de realizar los distintos cálculos que la tarea requería influyeron en el desempeño de esta tarea, se efectuaron correlaciones entre las respuestas otorgadas por los niños y adolescentes en las preguntas de opción múltiple del cuestionario aplicado a los niños (rango 1-4) y los desempeños en cada una de las versiones del juego. Se observó una correlación entre las habilidades de

efectuar los cálculos mencionados y la tarea difícil ( $\rho$  de Spearman=0.69;  $p=0.01$ ) y no en la tarea fácil ( $\rho$  de Spearman=-0.41;  $p=0.18$ ).

#### 2.1.4.5. Conclusiones

Estos resultados confirman que casi la totalidad de los niños y adolescentes logran identificar el MV, cuando el mismo coincide con la opción que presenta baja frecuencia de pérdidas (tarea fácil). La identificación de este mazo ya está presente en la mitad del juego. Sin embargo, cuando el MV presenta una elevada frecuencia de pérdidas (tarea difícil) sólo la mitad de la muestra de niños y adolescentes fue capaz de identificar el mismo tanto a la mitad, como al finalizar el juego. Estos resultados confirmarían que las elecciones de los niños en el IGT-C están sesgadas por la baja frecuencia de pérdidas de las opciones.

Respecto a las dimensiones relevantes de las opciones que los niños identifican en los mazos, los resultados preliminares mostraron que la frecuencia de pérdidas fue la dimensión más fácilmente reconocible por los niños y adolescentes. Respecto a las dimensiones relativas a los montos de pérdida y conocimiento formal, si bien los niños mayores de 12 años pudieron también identificar estas dimensiones, la respuesta de los niños menores fue más variable.

Por último, el desempeño en el tarea difícil estuvo asociado a mayores habilidades en la resolución de cálculos aritméticos en los ensayos del IGT-C. Esto sugeriría que la posibilidad de evitar opciones con frecuencias elevadas de pérdidas se asocia con las de calcular los costos de las decisiones ensayo tras ensayo.

#### **2.1.5. Estudio 3: orden de presentación de tareas**

En este estudio se investigó el efecto de la presentación de las tareas en el desempeño en ambas tareas. Debido a que el aprendizaje de los niños es gradual y por pasos, hipotetizamos que la presentación de la tarea fácil en primer lugar y la tarea difícil en segundo lugar redundaría en un desempeño neto favorable en ambas tareas.

Asimismo, este orden de presentación favorecería la motivación y percepción de desempeño (regulación metacognitiva) de los niños.

#### 2.1.5.1. Participantes

Se evaluaron 20 niños (13 mujeres y 7 varones) entre 8 y 15 años de edad (media = 11,30, DE = 2,22). Los participantes fueron asignados al azar a dos condiciones experimentales: (1) CONDICIÓN A: realizaron la tarea fácil seguida por la difícil (2): CONDICIÓN B: realizaron la tarea difícil seguida de la tarea fácil. No se observaron diferencias de edad ni género entre los dos grupos (ver Tabla1). Se utilizó un cuestionario ad-hoc (ver anexo 2) para evaluar la motivación y percepción del desempeño en los niños en ambas tareas (regulación metacognitiva) comprensión del niño de la tarea.

#### 2.1.5.2. Resultados:

Para analizar si el orden de presentación de las tareas afectaba en el rendimiento neto de ambas tareas, se analizaron las diferencias entre las condiciones experimentales. La tabla 1 muestra las comparaciones entre los niños asignados a la condición A y los niños asignados a la condición B. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el puntaje total ni en las elecciones de los mazos en la versión fácil. Solo se observó una tendencia significativa en el puntaje total en la versión difícil, donde los niños que realizaron la condición B mostraron un peor desempeño que los niños que realizaron la condición A. No se observaron diferencias significativas en la elección de los mazos en la versión difícil.

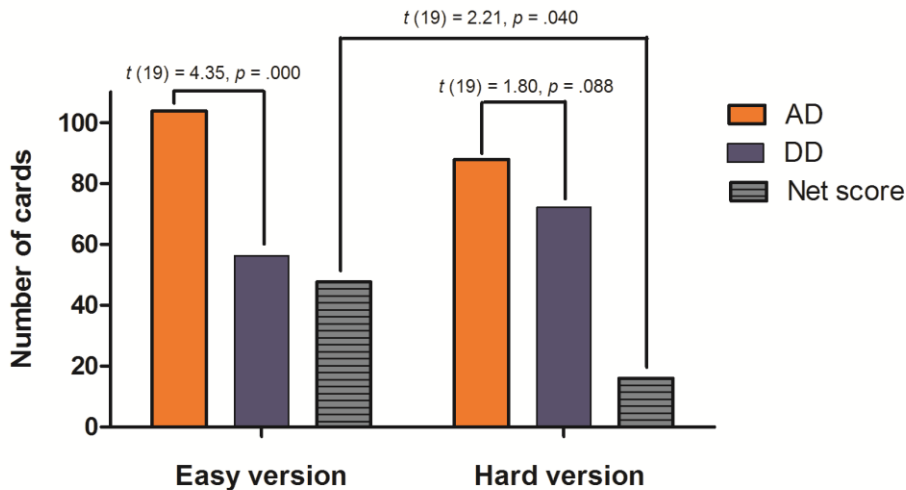
Se observaron diferencias significativas entre ambas condiciones en el cuestionario. Los niños que realizaron la condición B indicaron una motivación significativamente menor para jugar y percibieron un desempeño inferior en la versión difícil que aquellos niños que realizaron la condición A. No se observaron diferencias significativas en el desempeño percibido en la versión fácil.

**Table 2. Mean, SD and group comparisons between participants who performed condition A and B**

	Condition A (N=10)	Condition B (N=10)	Group differences *	
			t	p
<b>Demographics</b>				
Age	11.40 (2.17)	11.10 (2.55)	.28	.781
Gender (males:females)	7:3	6:4	.64*	.500
<b>Easy version</b>				
AD	95.00 (12.65)	112.60 (30.50)	-1.68	.109
DD	65.00 (12.65)	47.40 (30.50)	1.68	.109
Net score	30.00 (25.33)	65.20 (61.00)	-1.68	.109
<b>Hard version</b>				
AD	95.00 (18.87)	80.80 (18.58)	1.69	.055
DD	65.00 (18.87)	79.20 (18.58)	-1.69	.107
Net score	32.50 (30.19)	-0.40 (33.90)	2.05	.107
<b>Questionnaire</b>				
Motivation	3.56 (.527)	3.00 (.535)	2.15	.048
Perceived performance in easy version	2.89 (.601)	2.00 (.866)	.50	.622
Perceived performance in hard version	2.33 (.866)	2.23 (.835)	2.53	.022

\* Chi-square test. Condition A: children performed the easy version followed by the hard version. Condition B: children performed the hard version followed by the easy version. AD: advantageous deck. DD: disadvantageous deck

Adicionalmente, se analizó en la muestra de participantes el perfil de preferencia por mazo y el puntaje total en cada tarea. La figura 1 muestra que los niños obtuvieron puntajes totales significativamente menores en la versión difícil comparados con aquellos de la versión fácil. Los niños también pudieron distinguir entre MV y MD en la versión fácil, a diferencia de la versión difícil donde esta distinción no pudo ser realizada.



### 2.1.5.3. Conclusiones

Los resultados de este estudio mostraron que el orden de presentación de las versiones no afectó el desempeño de los niños en la tarea fácil. Sin embargo, la presentación de la tarea difícil primero (condición B) según estos estudios influyó negativamente en el desempeño de los niños, su motivación y su desempeño percibido.

Asimismo, estos estudios preliminares muestran que la frecuencia de pérdidas puede sesgar las elecciones de los niños. Los participantes tenían una preferencia mayor por MV con respecto a MD cuando el primero se encontraba asociado a una baja frecuencia de pérdidas (versión fácil). Esta preferencia disminuía cuando MV se asociaba a una alta frecuencia de pérdidas (versión difícil).

### 2.1.6. Estudio 4: variaciones en frecuencias altas y bajas de pérdidas

En el siguiente experimento, se testeó el efecto de manipular distintas frecuencias de pérdidas en el desempeño en ambas versiones. Para tal fin, 3 grupos de niños entre 8 y 12 años fueron evaluados con 3 diseños experimentales que diferían en el porcentaje de pérdidas asociados a los mazos de las dos tareas:

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
ALTA Frecuencia de pérdidas	50	50	60
BAJA Frecuencia de pérdidas	10	20	40

En la siguientes tablas puede observarse la distribución de montos y frecuencias de ganancias y pérdidas en cada uno de los grupos:

GRUPO 1				
	GANANCIA		PÉRDIDA	
	Monto (\$)	Frecuencia (%)	Monto (\$)	Frecuencia (%)
<b>Tarea fácil</b>				
MV	2	100	10	10
MD	4	100	8-10-12	50
<b>Tarea difícil</b>				
MV	2	100	1-2-3	50
MD	4	100	40-60	10

GRUPO 2				
	GANANCIA		PÉRDIDA	
	Monto (\$)	Frecuencia (%)	Monto (\$)	Frecuencia (%)
<b>Tarea fácil</b>				
MV	2	100	6-4	20
MD	4	100	8-10-12	50
<b>Tarea difícil</b>				
MV	2	100	1-2-3	50
MD	4	100	20-30	20

GRUPO 3				
	GANANCIA		PÉRDIDA	
	Monto (\$)	Frecuencia (%)	Monto (\$)	Frecuencia (%)
<b>Tarea fácil</b>				
MV	2	100	2-4-5	40
MD	4	100	3-8-9	60
<b>Tarea difícil</b>				
MV	2	100	1-2-3	60
MD	4	100	8-12-14	40

#### 2.1.6.1. Participantes

Se evaluaron 59 niños que fueron asignados al azar en 3 grupos experimentales: grupo 1 (N=21), grupo 2 (N=22) y grupo 3 (N=14). Se incluyeron como criterios de inclusión para la muestra: (1) tener entre 8 y 12 años de edad, (2) ausencia de antecedentes por

enfermedades neurológicas o psiquiátricas. No se encontraron diferencias de edad ( $F(2, 56) = ,13$ ;  $p = ,877$ ) ni género ( $\chi = 1,81$ ;  $p = ,405$ ) entre los grupos (Tabla 5).

*Tabla 5: Medias y desvío estándar de edad en cada uno de los grupos*

	Grupo 1 (n=21)	Grupo 2 (n=22)	Grupo 3 (n=14)
Edad (rango 8 a 12 años)	9,86 (1,28)	10,04 (1,39)	10,07 (1,43)
Género (masculino:femenino)	12:11	11:11	10:04

### 2.1.6.2. Resultados

Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar el efecto de manipulación de distintas frecuencias de pérdidas en las dos versiones o tareas del IGT. Para tal fin se utilizó un diseño de 2 (factores intra-sujeto: tarea fácil/tarea difícil) x 3 (factores inter-sujeto: grupo1/grupo2/grupo3). Se observó un efecto significativo entre las versiones o tareas ( $F(1, 56) = 39,88$ ;  $p = ,000$ ), el desempeño en la tarea fácil fue superior al de la tarea difícil en los 3 grupos. Sin embargo, también se observaron efectos significativos en la interacción de grupos y versiones ( $F(2, 56) = 4,76$ ;  $p = ,012$ ). El análisis post-hoc de estas comparaciones ( $MS = 883,89$ ,  $df = 109.64$ ) reveló que si bien se encontraron diferencias significativas entre la versión fácil y la versión difícil entre los grupos 1 ( $p = ,000$ ) y 2 ( $p = ,031$ ), estas diferencias no fueron significativas en el grupo 3 ( $p = ,516$ ). Como puede observarse en la figura, los grupos 1 y 2 mostraron un desempeño negativo en la tarea difícil, indicando que estos niños seleccionaron mayor cantidad de opciones desfavorables, opciones que asimismo presentaban baja frecuencia de pérdidas. Sin embargo los niños del grupo 3, si bien obtuvieron un desempeño menor en la versión difícil en comparación a la versión fácil, su desempeño en la versión difícil no se vio afectado por la alta frecuencia de pérdidas presente en la opción ventajosa. Es decir, en la tarea difícil los niños del grupo 3 obtuvieron un desempeño positivo, indicando una preferencia por las opciones favorables de esta tarea.

### 2.1.6.3. Conclusiones

Estos resultados sugieren que el efecto de sensibilidad hacia la frecuencia de pérdidas sólo afecta el desempeño de niños en el IGT cuando existe una diferencia considerable



entre las opciones que presentan baja y alta frecuencia de pérdidas (grupo 1 y 2). Sin embargo, cuando la diferencia en porcentajes es más sutil (grupo 3), el efecto de presentar distintas frecuencias de pérdidas no afecta de manera significativa el reconocimiento de las opciones ventajosas del IGT.

### **2.1.7. Estudio 5: replicabilidad de los efectos en otras culturas**

A los fines de conocer si el efecto de sensibilidad a la frecuencia elevada de pérdidas en el niños es un fenómeno que puede encontrarse en niños de otras culturas, se utilizó el paradigma experimental en otros países y se compararon los resultados entre los mismos. Asimismo, se analizó en cada país las diferencias entre mazos de acuerdo al beneficio a largo plazo de los mismos (MV versus MD) y la frecuencia de pérdidas (baja versus alta). Por último, se testeó el efecto de la edad en el desempeño en ambas tareas. Se esperaba encontrar una asociación entre el desempeño de la tarea difícil y la edad, es decir, que el desempeño en esta tarea mejore a medida que aumente la edad de los niños.

#### **2.1.7.1. Participantes**

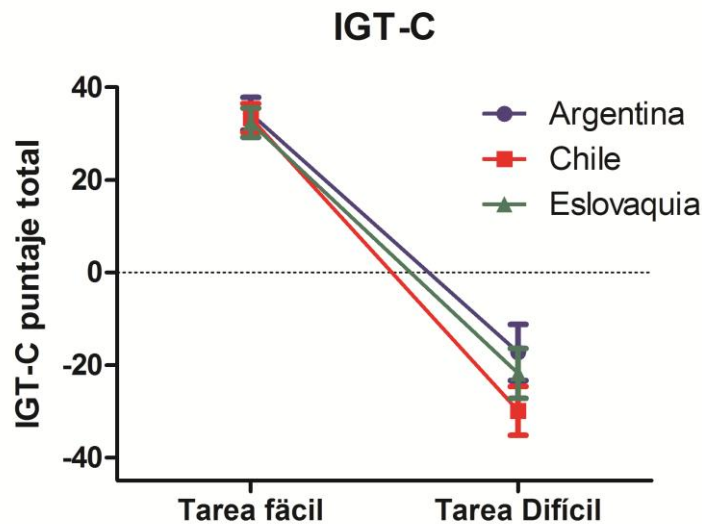
Se evaluaron 83 niños divididos en 3 grupos de acuerdo al país de procedencia: Argentina (N=24), Chile (N=30) y Eslovaquia (N=29). Se incluyeron como criterios de inclusión para la muestra: (1) tener entre 8 y 12 años de edad, (2) ausencia de antecedentes por enfermedades neurológicas o psiquiátricas. No se encontraron diferencias de edad ( $F(2, 80) = 1,12; p = ,332$ ) ni género ( $\chi = ,615; p = ,735$ ) entre los grupos (Tabla 2).

Tabla 2: Medias y desvío estándar de edad por grupo según país de procedencia

	Argentina (n=24)	Chile (n=30)	Eslovaquia (n=29)
Edad (rango 8 a 12 años)	9,95 (1,33)	9,63 (1,42)	10,20 (1,63)
Género (masculino:femenino)	12:12	18:12	17:12

### 2.1.7.2. Resultados

En primer lugar, se utilizó un ANOVA de medidas repetidas para contrastar entre los grupos (factor intra-sujetos) el desempeño en las 2 tareas (factor inter-sujetos). Se observaron efectos significativos inter-sujetos ( $F(1, 79) = 168,39; p = ,000$ ): el desempeño en la tarea fácil fue superior al de la tarea difícil. No se observaron diferencias entre grupos ( $F(2, 79) = 1,73; p = ,201$ ) ni efectos de interacción entre grupos y versiones ( $F(2, 79) = 0,68; p = ,507$ ).

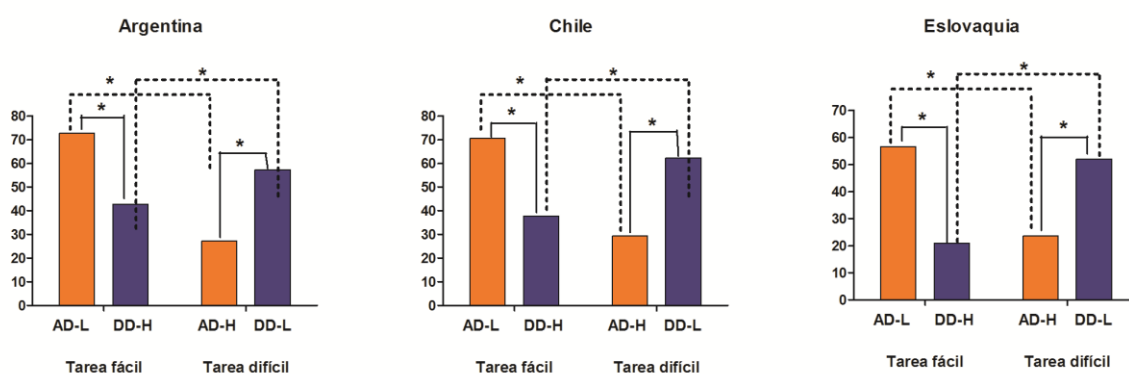


Para testear la influencia de la edad en estas tareas se realizó un análisis de correlación entre la edad y el desempeño en ambas tareas para la muestra total (n=83). Se encontró una asociación significativa en la versión difícil ( $r = 0,41; p = ,000$ ) indicando

que el desempeño aumentó con la edad. Sin embargo no se encontró una asociación significativa entre edad y el desempeño en la tarea fácil ( $r = -0,19$ ;  $p = ,086$ ).

Adicionalmente, se realizó un ANOVA de medidas repetidas para analizar las diferencias entre las opciones y las tareas en cada uno de los grupos (Figura 3). Para cada grupo se utilizó un diseño inter-sujeto de 2 (tarea fácil/tarea difícil) x 2 (mazo ventajoso/ mazo desventajoso). Se observaron efectos significativos en la interacción entre los mazos y las tareas en los 3 grupos (Argentina:  $F(1, 22) = 32,00$ ;  $p = ,000$ ; Chile:  $F(1, 29) = 129,53$ ;  $p = ,000$ ; Eslovaquia:  $F(1, 27) = 36,23$ ;  $p = ,000$ ).

Para cada grupo, se analizaron las diferencias entre las opciones de cada tarea mediante pruebas post-hoc de Tukey (Argentina:  $MS = 653,29$ ,  $df = 22,00$ ; Chile:  $MS = 241,13$ ,  $df = 29,00$ ; Eslovaquia:  $MS = 834,27$ ,  $df = 28,00$ ). Estas diferencias fueron analizadas en primer lugar, considerando la diferencia entre el número de cartas seleccionadas de los mazos ventajosos y desventajosos para cada tarea. En la tarea fácil, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los mazos: mayor número de cartas seleccionadas del mazo ventajoso en relación al mazo desventajoso (Argentina:  $p = ,000$ ; Chile:  $p = ,000$ ; Eslovaquia:  $p = ,000$ ). Por el contrario, en la tarea difícil se observó una preferencia por las opciones desfavorables en relación a las favorables, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos mazos también en los 3 grupos (Argentina:  $p = ,000$ ; Chile:  $p = ,000$ ; Eslovaquia:  $p = ,000$ ).



Por último se comparó entre las versiones la preferencia por mazos con alta o baja frecuencia de pérdidas. En relación a la comparación entre mazos ventajoso de ambas tareas, se observó una preferencia estadísticamente significativa por las opciones con

baja frecuencia de pérdida en los 3 grupos (Argentina:  $p= ,003$ ; Chile:  $p= ,000$ ; Eslovaquia:  $p= ,001$ ). En la comparación de mazos desventajosos entre ambas tareas se observaron resultados similares (Argentina:  $p= ,003$ ; Chile:  $p= ,000$ ; Eslovaquia:  $p= ,001$ ).

#### 2.1.7.3. Conclusiones

En conjunto estos resultados muestran que en los 3 grupos existió una preferencia por las opciones ventajosas en la primer tarea, cuando las mismas estuvieron asociadas a una baja frecuencia de pérdidas. En cambio, en la segunda tarea la preferencia se desvió hacia las opciones desventajosas, ya que las mismas tuvieron también una baja frecuencia de pérdidas. Las comparaciones entre opciones con baja y alta frecuencia de pérdida revelaron resultados similares: preferencia por opciones con baja frecuencia de pérdidas.

## **2.2. Correlatos psicofisiológicos, cognitivos y metacognitivos de la sensibilidad a las pérdidas en la toma de decisiones en niños y adolescentes**

### **2.2.1. Resumen**

En el capítulo II.1 se dieron a conocer los detalles del instrumento desarrollado a los fines de explorar la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas en niños y adolescentes. En este capítulo se describirá un estudio destinado a conocer los correlatos psicofisiológicos, cognitivos y metacognitivos de la sensibilidad a las pérdidas en niños y adolescentes. En este estudio se evaluaron 54 participantes (entre 8 y 15 años de edad) con el IGT-C. Se incluyó también mediciones de SCR durante la realización de esta tarea. Asimismo, se evaluó el conocimiento metacognitivo de la tarea y variables cognitivas (inteligencia fluida y funciones ejecutivas). Los resultados mostraron que durante la tarea los participantes evitaron las opciones que contenían alta frecuencia de pérdidas. Además, la edad, el conocimiento metacognitivo de la tarea, y el control inhibitorio estuvieron asociados con las diferencias individuales en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Los resultados sugieren que durante el desarrollo existe una fuerte preferencia por alternativas que implican baja probabilidad de errores o pérdidas. Esta preferencia es parcialmente explicada por marcadores psicofisiológicos, como así también por la complejidad de la tarea y el desarrollo del control cognitivo.

### **2.2.2. Introducción**

Félix tiene 11 años, está completando un tutorial en internet para la próxima prueba de matemática. Félix se frustra con los sonidos e imágenes que indican errores en la tarea. Además, está ansioso por terminar rápidamente su tarea para jugar en la play-station. Sin embargo, Félix sabe que si hace los ejercicios y aprueba la prueba de matemática, va a tener dos meses de vacaciones.

Tomar decisiones requiere, como en el caso de Felix, relegar gratificaciones inmediatas (jugar a la play-station) y tolerar castigos o errores con el objetivo de alcanzar una

metas a largo plazo. Estudios del neurodesarrollo sugieren que la estrategia principal de los niños en tareas de toma de decisiones es evitar opciones que implican una alta tasa o frecuencia de errores o pérdidas (Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; Hilde M Huizenga et al., 2007). Sin embargo, se desconoce en profundidad cuáles son los factores afectivos, cognitivos y metacognitivos que contribuyen a esta aversión.

La toma de decisiones ha sido evaluada con el IGT y pruebas similares adaptadas para niños (Aite et al., 2012; E. Crone et al., 2004). Diversos estudios han encontrado que los niños no toman decisiones favorables en el IGT hasta la adolescencia tardía (E. Cauffman et al., 2010; E. Crone et al., 2004; Hooper et al., 2004; Prencipe et al., 2011; D. G. Smith et al., 2012b). Sin embargo, otras investigaciones han observado que los niños no se comportan de manera aleatoria, si no que seleccionan mazos con pérdidas infrecuentes incluso cuando las mismas son desfavorables a largo plazo (Aite et al., 2012; Cassotti et al., 2014; E. Crone & van der Molen, 2007; E. a. Crone & van der Molen, 2004; Hilde M Huizenga et al., 2007; van Duijvenvoorde et al., 2010).

Asimismo, los procesos afectivos que acompañan el desempeño en el IGT han sido ampliamente estudiados a través de marcados psicofisiológicos, tales como el SCR (SCR; A. Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 1997; E. A. Crone, R. J. Somsen, B. Van Beek, & M. W. Van Der Molen, 2004; B. D. Dunn et al., 2006; Figner & Murphy, 2011). Estos estudios han encontrado que los participantes muestran cambios en SCR en respuesta al resultado de sus elecciones (ganancia versus pérdida). En el campo de investigación de la toma de decisiones las medidas de SCR son comúnmente utilizadas como indicadores de la respuesta afectiva y *arousal* emocional (a Bechara & Damasio, 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; E. a. Crone, R. J. M. Somsen, B. Van Beek, & M. W. Van Der Molen, 2004; Figner & Murphy, 2011; Jenkinson, Baker, Edelstyn, & Ellis, 2008). Durante la ejecución del IGT, adultos sanos han mostrado de manera consistente un aumento en los signos de SCR en el momento previo a la elección de opciones desfavorables (SCR anticipatorio). Estas señales han sido interpretadas como indicio de *arousal* emocional y procesos implícitos subyacentes a la toma de decisiones desfavorables. Sin embargo, la evidencia de procesos psicofisiológicos asociados con el rendimiento en el IGT en niños es escasa. E. Crone and van der Molen (2007)

reportaron que los signos de SCR anticipatorios a las opciones desfavorables se encuentran ausentes en niños. Estos signos están presentes en adolescentes mayores de 16 años cuando eligen opciones con alta frecuencia de castigos. Sugerimos que la complejidad del IGT al estar compuesto por cuatro opciones y diferentes dimensiones, dificulta poder discriminar entre opciones de acuerdo a su beneficio a largo plazo (MV versus MD) y opciones con distinta frecuencia de pérdidas en los signos SCR de niños y adolescentes.

Por otro lado, diversos estudios sobre el desarrollo han sugerido una relación entre el rendimiento en el IGT y las habilidades cognitivas tales como inteligencia fluida (IF) y funciones ejecutivas (FEs) (Hilde M Huizenga et al., 2007; D. G. Smith et al., 2012b). Sin embargo, otros estudios reportaron ausencia de asociaciones entre estos procesos (Hongwanishkul, Happaney, Lee, & Zelazo, 2005; Hooper et al., 2004; Connie Lamm, Philip David Zelazo, & Marc D Lewis, 2006; Overman et al., 2004; Prencipe et al., 2011). Estas inconsistencias han sido explicadas por el empleo de diferentes estrategias durante el desempeño en el IGT (Cassotti et al., 2014; Hilde M Huizenga et al., 2007; Jansen, van Duijvenvoorde, & Huizenga, 2011). Por otra parte, estos estudios previos no han indagado particularmente el rol de la IF y las FEs en la sensibilidad a la frecuencia de errores o pérdidas en el IGT.

Finalmente, en adultos el conocimiento explícito de las reglas del juego (Fernie & Tunney, 2013; Maia & McClelland, 2004) y el conocimiento metacognitivo (Brevers et al., 2013, 2014) ha sido fuertemente asociado a un desempeño positivo en el IGT. Sin embargo, ningún estudio previo ha investigado si estas variables se encuentran asociadas en niños al rendimiento en estas tareas y su perfil de sensibilidad a las pérdidas

#### **2.2.2.1. Objetivos e hipótesis**

El presente estudio investigó el rol de las respuestas psicofisiológicas, las habilidades cognitivas (IF y FEs), y el conocimiento metacognitivo en el IGT-C en la sensibilidad a las pérdidas. Con este objetivo, los niños y adolescentes realizaron ambas tareas del IGT-C. Siguiendo el perfil de desempeño observado en los estudios previos, esperamos que en la tarea fácil los participantes pudieran identificar el MF, debido el sesgo hacia

las pérdidas infrecuentes. En cambio, en la tarea difícil, esperamos observar dificultades en la discriminación entre el MF y el MD.

También medimos el SCR anticipatorio y el SCR posterior al feedback. Esperamos que ambas medidas de SCR se modulen por la frecuencia de pérdidas más que por los beneficios a largo plazo de las opciones. Además, esperamos encontrar correlaciones positivas entre la edad y las medidas conductuales de desempeño como así también las medidas de SCR. Por último, investigamos si las variables demográficas (edad y género), las habilidades cognitivas (IF y FEs), y el conocimiento metacognitivo del IGT-C se encontraban asociados a las diferencias individuales frente a la sensibilidad al castigo.

### **2.2.3. Materiales y métodos**

#### 2.2.3.1. Participantes

Se reclutaron 59 participantes, entre 8 y 14 años de edad, de escuelas privadas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Tal como se reportó en estudios previos (Dawson, Schell, & Filion, 2000), algunos de ellos (7,75%) fueron excluidos dado a la ausencia de respuestas de SCR. La muestra final incluyó 54 (31 mujeres) participantes con una edad promedio de 11,13 (DE=2,01). Ninguno de los participantes presentó antecedentes de trastornos psiquiátricos o neurológicos, ni se encontraba bajo tratamiento psicofarmacológico. En todos los casos se solicitó consentimiento y asentimiento informado de los participantes, padres o tutores, aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO), siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki.

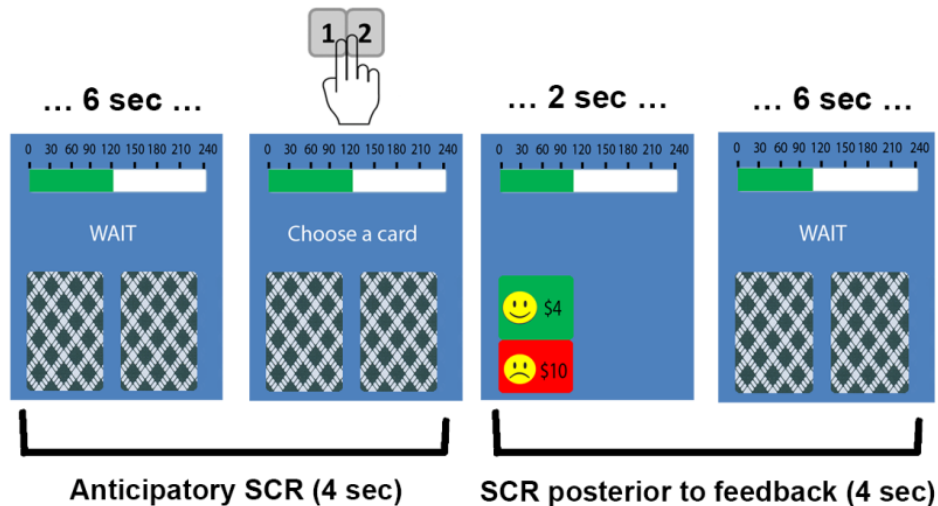
#### 2.2.3.2. Instrumentos

##### *2.2.3.1.1. IGT para niños (IGT-C)*

La tarea del IGT-C fue adaptada a los fines de obtener registros de SCR de las respuestas. La figura 3 muestra un ejemplo de la secuencia de cada ensayo. Cada



ensayo comenzaba con la presentación de un estímulo por seis segundos, durante el cual los participantes reflexionaban sobre su decisión. Posteriormente, un mensaje pedía una respuesta. Los participantes se tomaban aproximadamente entre 0,5 y 2 segundos para responder. Después de la respuesta, el estímulo era remplazado por una pantalla que presentaba el resultado durante 2 segundos. Así, el intervalo entre ensayos duraba entre 8,5 y 10 segundos.



Cada 20 ensayos, una pantalla negra indicaba con la palabra "recreo" que los participantes podían descansar por un rato, antes de continuar con la tarea, para lo cual debían presionar la barra espaciadora. Los participantes fueron informados de que recibirían chocolates luego de completar la tarea, de acuerdo al dinero acumulado: uno por menos de \$120, dos por un resultado entre \$120 y \$180 y tres por más de \$180. En consideración de los resultados observados en el estudio piloto, se utilizó una variación de frecuencia de pérdidas de 50% para las frecuencias altas y 20% para las frecuencias bajas (ver tabla). Todos los participantes realizaron ambas versiones con una duración aproximada de ocho minutos cada uno. Siguiendo el análisis clásico del IGT (A. Bechara et al., 1994), se midió el número de cartas seleccionadas por cada mazo y se calculó el puntaje total en cada versión: al número de cartas del MV se le restó el del MD.

	GANANCIA		PÉRDIDA	
	Monto (\$)	Frecuencia (%)	Monto (\$)	Frecuencia (%)
<b>Tarea fácil</b>				
MV	2	100	6-4	20
MD	4	100	8-10-12	50
<b>Tarea difícil</b>				
MV	2	100	1-2-3	50
MD	4	100	20-30	20

#### 2.2.3.1.2. Registros de SCR y preprocesamiento

Durante la ejecución del IGT-C se tomaron registros de SCR utilizando un voltaje constante (.5V) de 2 electrodos (AgAg/Cl) colocados en la superficie de la región central del falange mayor e índice de la mano no dominante. La SCR fue amplificada a través de un equipo BIOPAC (MP 100) utilizando una frecuencia de muestreo de 200 Hz. Los datos fueron adquiridos mediante el *software* AcqKnowledge.

Previo a la realización de estos registros el equipo, se realizó un estudio destinado a probar la sensibilidad de las medidas de SCR para detectar cambios psicofisiológicos ante estímulos emocionales. En este estudio permitió delimitar los parámetros de adquisición y ventanas de interés sensibles para medir estos cambios psicofisiológicos. Los datos de este estudio están detallados en el Anexo 4.

Los datos de SCR fueron analizados usando Matlab 7.1 y la herramienta "Ledalab" (<http://www.ledalab.de/>). Para descomponer la señal SCR en sus componentes fásicos, se utilizó un análisis de descomposición discreto (Benedek & Kaernbach, 2010). Como medida de SCR se consideró el área debajo de la curva. Se utilizaron dos ventanas de interés: (1) SCR anticipatorio: durante los 4 segundos anteriores a la selección de la respuesta, y (2) SCR posterior al *feedback*: 4 segundos posteriores a la presentación del resultado en base a la carta seleccionada. Las señales de SCR fueron consideradas significativas si las mismas superaban un umbral de 0,01  $\mu$ S (Benedek & Kaernbach, 2010).

#### *2.2.3.1.3. Conocimiento metacognitivo en IGT-C.*

Se utilizó un cuestionario estructurado para evaluar el conocimiento metacognitivo de los participantes, incluyendo la comprensión de las variables de la tarea y la motivación durante la misma (ver anexo 5). Para evaluar motivación, los niños respondieron que tan agradable o desagradable les resultaron los juegos utilizando una escala. Para evaluar las habilidades aritméticas, o la capacidad de resolver los cálculos requeridos en cada ensayo, se mostraron seis ejemplos sobre respuestas posibles de feedback que habían aparecido en las tareas. Se solicitó al participante que seleccione la respuesta correcta de 3 opciones posibles. Finalmente, se incluyó una pregunta para corroborar el reconocimiento de los MV y MD. Este cuestionario fue completado al finalizar el IGT-C.

#### *2.2.3.1.4. Evaluación cognitiva.*

Se evaluó el perfil cognitivo de los participantes usando medidas de IF y FEs que se detallan a continuación. Las instrucciones, criterios de puntuación y protocolos de estas tareas pueden ser consultados en el Anexo 6.

Matrices progresivas de Raven (MPR): mediante esta tarea se evaluó IF (J. C. Raven, Court, & Raven, 1992).. Se solicita a los participantes que seleccionen entre distintas opciones disponibles la opción que completa una serie de dibujos. Los participantes deben considerar la organización espacial de los objetos e identificar las partes relevantes (rango 0-60).

Subtests de memoria operativa del WISC IV: se utilizaron los tres subtests correspondientes al índice de memoria operativa de la Escala Wechsler de Inteligencia para niños o WISC<sup>4</sup>, cuarta edición (WISC IV; Wechsler, 2003) a saber: (1) Retención de dígitos (máximo 32 puntos); los participantes deben repetir distintas series de números que se presentan, primero en orden directo y luego en orden inverso (de atrás hacia adelante), (2) Aritmética (máximo 34 puntos); se presenta una serie de problemas matemáticos; (3) Números y letras (máximo 30 puntos): se presenta oralmente una serie de números y letras y el participante debe repetir de manera

---

<sup>4</sup>Del inglés, Wechsler Intelligence Scale for Children

ordenada los mismos, primero los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético.

Test de Hayling: En la versión para niños del test de Hayling (Cartoceti, Sampedro, Abusamra, & Ferreres, 2009; Shallice et al., 2002) los participantes deben completar una lista de 15 oraciones. En la parte A, tienen que utilizar una palabra que continúe la coherencia de la oración, mientras que en la parte B tienen que completar la oración con una palabra que no sea adecuada al contexto. Por ejemplo, para la oración: “La maestra copió la tarea en el...” en la parte A se espera como respuesta “pizarrón”, mientras que en la parte B se espera una palabra que no sea coherente con la oración (ejemplo “perro”). En esta parte, los participantes tienen que inhibir la respuesta dominante (la tendencia a completar la oración de manera lógica) y utilizar una palabra no relacionada ni sintáctica ni semánticamente con el contexto de la oración. Se utiliza el número de errores cometidos en la parte B como una medida de inhibición de respuesta. Así, ante respuestas correctas (palabras no relacionadas) se obtiene un puntaje de cero, frente a palabras semánticamente relacionadas se obtiene un punto y se obtienen tres puntos frente a una palabra que complete la oración coherentemente.

Trail Making Test (TMT): este test consiste en dos partes en las cuales los participantes tienen que conectar puntos lo más rápido posible (O. Spreen & Gaddes, 1969). La primera parte (TMT-A) incluye números y evalúa la atención y la velocidad de procesamiento. La segunda parte (TMT-B) contiene números y letras y requiere flexibilidad cognitiva para poder alternar entre las dos categorías. El puntaje es el tiempo (en segundos) en que los participantes completan la tarea.

Battersea Multitask Paradigm (BMP): este paradigma está diseñado para medir ecológicamente las FE (Mackinlay, Charman, & Karmiloff-Smith, 2006). El BMP incluye tres tareas que los participantes tienen que realizar en un lapso de tiempo de tres minutos siguiendo cuatro reglas delimitadas. Las tres tareas son las siguientes: (1) Frutas: los participantes deben clasificar pequeñas frutas de plástico en recipientes de distintos tamaños (dos pequeños, cuatro medianos y dos grandes); (2) Gusanos: los niños utilizan fibrones para colorear dibujos de gusanos que se encuentran en una hoja

(cuatro gusanos chicos, cuatro gusanos medianos y dos gusanos largos); (3) Canicas: los niños deben colocar canicas en un tablero con agujeros agrupados en grupos con distintos tamaños (cuatro pequeños, cuatro medianos y dos grandes).

En cada tarea se presentan ítems (frutas, gusanos y canicas) amarillos y azules que deben ser colocados en sus respectivos grupos (recipientes de frutas, gusano para colorear, grupo de agujeros en el tablero). Los participantes deben seguir las siguientes cuatro reglas: (1) todas las tareas deben ser jugadas al menos una vez; (2) los ítems amarillos otorgan más puntos que los azules; (3) grupos completos otorgan más puntos; y (4) los elementos deben ser manipulados de a uno. El objetivo de la tarea es ganar la mayor cantidad de puntos, evitando el incumplimiento de estas reglas. La estrategia óptima del juego es ir alternando entre las tareas y comenzar completando los grupos pequeños y los ítems amarillos primero.

Antes de comenzar, las reglas son cuidadosamente explicadas. Después de esto, los participantes deben repetir las reglas y contestar preguntas que apuntan a confirmar la comprensión de las mismas (ej: “cuantos juegos vas a jugar?”). Además, los participantes deben planificar cómo realizaran la tarea. La planificación se registra y puntúa siguiendo los siguientes criterios: (1) plan para realizar las tres tareas (0-3 puntos, 1 punto por tarea), (2) plan para priorizar los ítems amarillos (1 punto por tarea en la cual se planeó priorizar los elementos amarillos), y (3) plan para completar los grupos (1 punto por tarea en la cual se planeó completar los grupos). El puntaje de la planificación es la suma de estas tres subescalas (de 0 a 12 puntos) y evalúa habilidades de planificación.

Durante la realización de la tarea se computan: (1) el número de tareas intentadas (1-3 puntos, 1 punto por cada tarea intentada), (2) la estrategia desempeñada, que refleja que tan bien el niño aplicó las reglas: seleccionando ítems amarillos (0-3 puntos, 1 punto por cada tarea), completando grupos pequeños, y completando grupos enteros (0-3 puntos, 1 punto por cada tarea en la cual se completo un grupo entero antes de pasar a otro grupo; rango de 1-18). (c) Reglas incumplidas, representa el número de error cometidos por quebrantar reglas y otros errores durante la tarea (ej: elemento amarillo colocado en un recipiente azul). El puntaje total de la tarea incluye el número

de subtareas intentadas más la estrategia utilizada menos el número de errores. Este puntaje evalúa FEs incluyendo flexibilidad cognitiva (tareas intentadas), formación de estrategia (estrategia utilizada) y control inhibitorio (incumplimiento de reglas).

#### 2.2.3.3. Análisis de datos.

Con el objetivo de medir el desempeño y las respuestas psicofisiológicas in el IGT-C se realizaron mediciones de acuerdo a: (1) el beneficio a largo plazo de las opciones (MV vs. MD) y (2) la frecuencia de pérdidas (alta vs baja) en cada versión. Se realizó una prueba ANOVA para comparar el número de cartas seleccionadas. Dado que las medidas de SCR no cumplieron con los supuestos de normalidad, se utilizó una prueba no-paramétrica para muestras relacionadas (Wilcoxon test) para realizar las comparaciones. Además se realizaron correlaciones entre la edad y las medidas conductuales y de SCR. Para ello, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para las variables paramétricas mientras que el de test de Sperman para las medidas no-paramétricas. La significación para todas las correlaciones fue corregida por múltiples comparaciones utilizando el método Sidak ( $p = ,01$ ).

Con el objetivo de explorar diferencias individuales en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas , se dividieron a los participantes en grupos *a posteriori* de acuerdo a su desempeño en el IGT-C. En esta tarea, los puntajes totales positivos indican una preferencia por el MV, mientras que un puntaje total negativo indica la preferencia por el MD. Todos los participantes obtuvieron un puntaje total positivo en la versión fácil. En cambio, en la versión difícil se observaron puntajes totales tanto positivos como negativos (ver Figura 1B). Por lo tanto, aquellos sujetos con un puntaje total negativo en la versión difícil fueron considerados participantes con mayor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Por el contrario, aquellos que obtuvieron un puntaje total positivo en la versión difícil fueron categorizados como sujetos con menor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Los grupos fueron comparados utilizando la prueba de Chi-cuadrado para contrastar diferencias de sexo y Prueba T de Student para muestras independientes para contrastar la edad. Dado estudios previos han demostrado que la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas se encuentra fuertemente asociada con la edad (Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007), se incluyó la

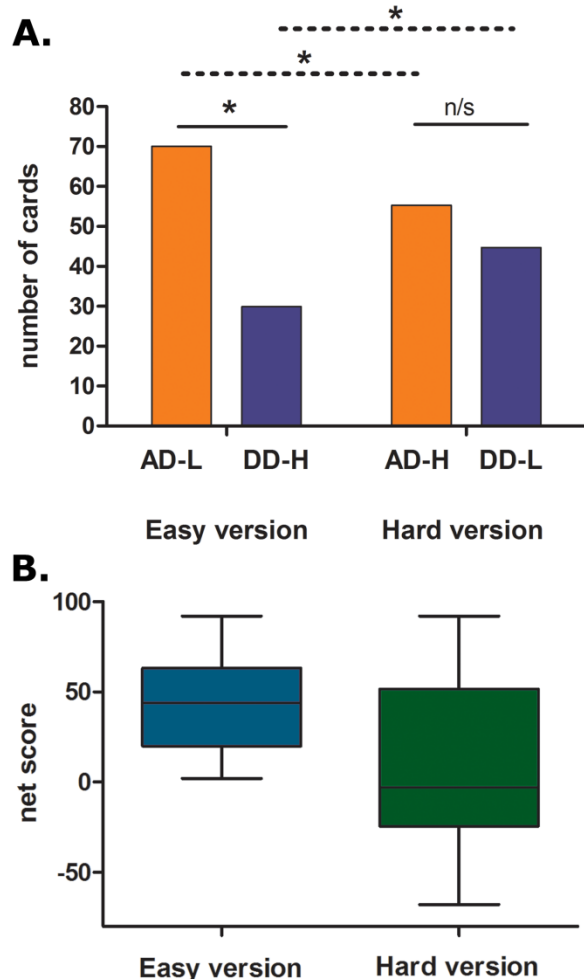
edad como covariable en una prueba de ANCOVA para comparar los perfiles cognitivos y metacognitivos entre los grupos con mayor y menor sensibilidad a las pérdidas. Se reportan las diferencias de grupos que fueron significativas antes y después del análisis de covarianza.

## 2.2.4. Resultados

### 2.2.4.1. ¿Los niños son sensibles a la frecuencia de pérdidas?

Se llevaron a cabo comparaciones entre el número de cartas seleccionadas del MV y el MD. En la versión fácil los participantes eligieron significativamente más cartas del MV-B que del MD-A ( $F_{(1, 53)} = 122.01, p = .001$ ) (Fig. 2A). Sin embargo no se encontraron diferencias entre los mazos en la versión difícil ( $F_{(1, 53)} = 2.87, p = .095$ ). La comparación entre los mazos con diferente frecuencia de pérdidas mostró que los niños seleccionaron significativamente más cartas de los mazos con baja frecuencia que de aquellos con alta frecuencia en los dos MVs (MV-B > MV-A;  $F_{(1, 53)} = 19.88, p = .001$ ) y MDs (MD-B > MD-A;  $F_{(1, 53)} = 19.88, p = .001$ ) (ver tabla 1). Además se llevaron a cabo correlaciones entre las edades y los puntajes totales. Se encontró que la edad estuvo fuertemente asociada con el desempeño en ambas versiones (Versión Fácil:  $r = 0.39, p = .010$ ; Versión Difícil:  $r = 0.54, p = .000$ ).

Estos resultados demuestran que los participantes discriminaron entre MVs y MDs solo cuando MVs estuvo asociado con una baja frecuencia de pérdidas (versión fácil). Sin embargo, los participantes fallaron cuando el MVs presentó una alta frecuencia de pérdidas (versión difícil). También se encontró, comparando los mazos de acuerdo a su frecuencia de pérdidas, que los niños evitaban aquellas opciones con alta probabilidad de pérdidas (MD-A < MD-B and MV-A < MV-B). Finalmente, se observó la asociación significativa entre la edad y el desempeño en todos los mazos, en ambas versiones.



**Correlations of IGT-C measures with age**

	Cards selected <sup>a</sup>	Anticipatory SCR <sup>b</sup>	SCR after feedback <sup>b</sup>
Easy version			
AD-L	.35*	.09	-.11
DD-H	-.35*	.05	-.05
Hard version			
AD-H	.58*	.18	.09
DD-L	-.58*	.03	-.01

a= Pearson's coefficient; b= Spearman's coefficient; \* p > .01  
 AD-L: Advantageous deck with low punishment frequency;  
 DD-H: Disadvantageous deck with high punishment frequency;  
 AD-H: Advantageous deck with high punishment frequency;  
 DD-L: Disadvantageous deck with low punishment frequency.

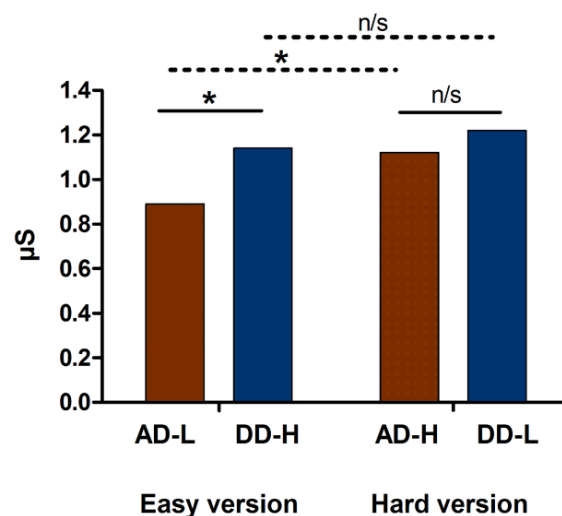


#### 2.2.4.2. ¿El SCR anticipatorio puede discriminar entre opciones con diferentes frecuencias de pérdidas?

Se realizaron análisis no-paramétricos para comparar el SCR anticipatorio entre (1) MVs y MDs y (2) mazos con alta y baja frecuencia de pérdidas (ver Figura 3). En la versión fácil se observaron SCR significativamente mayores en los MD-A en comparación con los MV-B ( $z = 1.46, p = .049$ ). En cambio, en la versión difícil no se presentaron diferencias significativas entre los mazos ( $z = 0.23, p = .814$ ). Se observaron diferencias significativas entre los mazos con alta y baja frecuencia de pérdidas. Los participantes mostraron una SCR anticipatoria más alta en MV-H que en MV-B ( $z = 2.91, p = .003$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre MD-A y MD-B ( $z = 0.02, p = .978$ ) (ver detalles en la tabla 2).

También se utilizó una prueba de Spearman con el objetivo de medir la relación entre la edad y SCR anticipatoria. No se encontraron asociaciones significativas entre estas variables (ver tabla 1).

Consistentemente con las respuestas conductuales, estos resultados muestran que el SCR anticipatorio discriminó entre MV y MD solamente cuando MV se encontró asociado con una baja frecuencia de pérdidas (versión fácil). Además, el SCR anticipatorio distinguió entre las opciones con alta y baja frecuencia de pérdidas para los MVs pero no para los MDs. Ninguna de estas medidas de SCR estuvo asociado a la edad.



### Mean and SDs of SCR measures for each deck of the IGT-C

	Anticipatory SCR	SCR after win	SCR after loss	SCR after feedback *
Easyversion				
AD-L	0.89 (0.46)	0.91( 0.53)	0.81 (0.52)	-0.13 (0.49)
DD-H	1.14 (0.72)	1.06 (0.69)	0.87 (0.59)	-0.19 (0.71)
Hardversion				
AD-H	1.12 (0.76)	1.12 (0.70)	1.27 (0.94)	0.15 (0.87)
DD-L	1.22 (0.98)	0.96 (0.67)	1.39 (1.07)	0.25 (0.96)

\* Composite score: SCR after loss minus SCR after win

AD-L: Advantageous deck with low punishment frequency; DD-H: Disadvantageous deck with high punishment frequency; AD-H: Advantageous deck with high punishment frequency; DD-L: Disadvantageous deck with low punishment frequency.

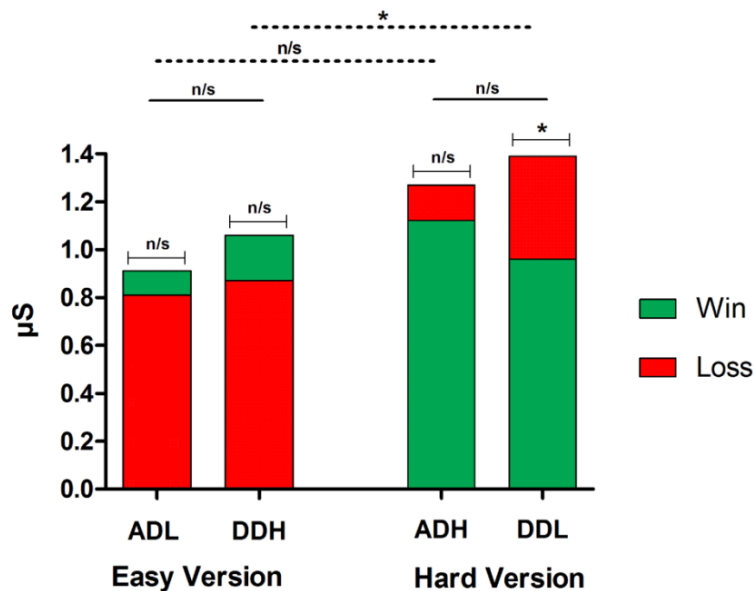
#### 2.2.4.3. ¿El SCR posterior al *feedback* discrimina entre opciones con diferentes frecuencias de pérdidas?

La figura 5 muestra la respuesta del SCR posterior al *feedback*. En primer lugar, se realizaron comparaciones entre el SCR posterior a una ganancia y el SCR posterior a una pérdida para cada uno de los mazos. En la versión fácil no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los dos mazos (MV-B:  $z = 0.96$ ,  $p = .332$ ; MD-A:  $z = 1.21$ ,  $p = .223$ ). En la versión difícil, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en MV-A ( $z = 0.30$ ,  $p = .761$ ), se observó que SCR después de una pérdida fue significativamente mayor que el SCR después de una ganancia en MD-B ( $z = 3.43$ ,  $p = .000$ ).

Para llevar a cabo las comparaciones entre los mazos se calculó la diferencia entre el SCR después de una pérdida y SCR después de una ganancia como una medida global del SCR *posterior al feedback* (ver detalles en la tabla 2). La comparación entre MV vs MD no arrojó diferencias significativas para la versión fácil ( $z = -.13$ ,  $p = .896$ ) y la versión difícil ( $z = -.85$ ,  $p = .393$ ). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre el MV-B y el MV-A ( $z = -1.85$ ,  $p = .063$ ). Sin embargo, el SCR *posterior al feedback* fue significativamente más alta para el MD-B (versión difícil) que para el MD-A (versión fácil) ( $z = -2.31$ ,  $p = .021$ ).

Por último se realizaron correlaciones entre la edad y las mediciones de SCR *posterior al feedback*. No se encontraron asociaciones significativas entre estas variables (ver tabla 1)

En resumen, estos resultados indican que el SCR *posterior al feedback* se modula por la magnitud de la pérdida más que por la frecuencia de la misma. El SCR después de una pérdida fue significativamente más alta que SCR después de una ganancia solo en la opción con la magnitud mas elevada de pérdidas y baja frecuencia de pérdida (MD-B). Similarmente, el SCR *posterior al feedback* fue significativamente mayor para esta opción que para el mazo con alta frecuencia de pérdida (MD-A). Finalmente, ninguna de estas señales psicofisiológicas se relacionó con la edad.



#### 2.2.4.4. Procesos cognitivos y metacognitivos asociados a las diferencias individuales en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas.

Sobre la base de rendimiento en la versión difícil, los participantes fueron categorizados de acuerdo a su mayor o menor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas (ver criterio de formación de grupos en Análisis de datos). La tabla 4 muestra la comparación de grupos a lo largo de las variables de género y edad (demográficas), el conocimiento metacognitivo en IGT-C, y las habilidades cognitivas.

Table 2. Means, SDs and group comparisons between participants with high and low sensitivity to punishment frequency.

	High sensitivity to Punishment Frequency (N=28)	Low sensitivity to Punishment Frequency (N=26)	Group differences *	Ancova (age)*
<b>Demographics</b>				
Gender (male:female)	9:19	14:12	.143	n.a
Age	10.21 (1.75)	12.12 (1.84)	.000	n.a
<b>Cognitive Assessment</b>				
RPMT	34.78 (7.41)	37.88 (5.98)	.098	.870
Digit span	14.39 (2.02)	15.85 (3.94)	.091	.439
Letters and numbers	15.11 (4.57)	17.50 (3.82)	.043	.580
Aritmethic	21.93 (4.66)	24.92 (3.83)	.009	.453
Hayling test	5.00 (4.17)	4.19 (4.67)	.505	.844
TMT-A	25.78 (8.38)	23.32 (8.94)	.305	.918
TMT-B	75.96 (33.58)	64.46 (29.33)	.187	.408
BMP: Planning	6.29 (2.88)	6.15 (2.74)	.864	.647
BMP: Task attempted	2.54 (0.74)	2.72 (0.46)	.290	.979
BMP: Strategic performance	7.36 (2.51)	9.42 (2.73)	.006	.175
BMP: Rule breaking	1.77 (1.68)	0.89 (1.23)	.032	.003
<b>Metacognitive knowledge of the IGT-C</b>				
Motivation	3.54 (0.51)	3.38 (0.64)	.338	.753
Calculation	3.96 (2.05)	5.85 (0.54)	.000	.002
Knowledge	1.17 (0.9)	1.77 (0.65)	.009	.031

\* For group comparisons a one-way Anova test was used except for gender (chi-square test). The Ancova test was used to compare cognitive and metacognitive measures, using age as a covariate. RPMT: Raven's Progressive Matrices Test; TMT: Trail Making Test; BMP: Battersea Multitask Paradigm.

2.2.4.4.1. *Demografía*: No se observaron diferencias significativas entre los grupos con relación al género ( $\chi^2 = 2,14$ ,  $p = .143$ ). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en relación a la edad ( $t_{(1,52)} = 4.19$ ,  $p = .000$ ). Los participantes con mayor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas tuvieron menor edad que los sujetos con menos sensibilidad a la frecuencia de pérdidas.

2.2.4.4.2. *Conocimiento metacognitivo en IGT-C*: Se compararon diferencias grupales en motivación, cálculo, y conocimiento en IGT-C. A diferencia de los niños con menor

sensibilidad a la frecuencia de pérdidas, los participantes con alta sensibilidad presentaron puntajes significativamente más bajos en cálculo ( $F_{(1, 51)} = 10.78, p = .002$ ) y en la tarea de conocimiento ( $F_{(1, 51)} = 6.27, p = .015$ ). Estas diferencias continuaron siendo significativas luego de ajustar las comparaciones incluyendo la edad como covariable. No se observaron diferencias significativas entre los grupos en relación a la motivación.

*2.2.4.4.3. Evaluación cognitiva:* Los niños con mayor sensibilidad a las pérdidas obtuvieron puntuaciones menores en las pruebas de aritmética ( $F_{(1, 52)} = 7.34, p = .009$ ) y letras y números ( $F_{(1, 52)} = 4.32, p = .043$ ) del WISC IV. Sin embargo, estas diferencias desaparecieron luego de ajustar por edad como covariable (Aritmetica:  $F_{(1, 51)} = 0.57, p = .453$ ; Letras y números:  $F_{(1, 51)} = 0.31, p = .580$ ). No se observaron diferencias significativas entre grupos en IF, inhibición verbal, flexibilidad cognitiva, ni en la mayoría de las mediciones en BMP (ver Tabla 4). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas el puntaje relativo al incumplimiento de reglas en el BMP (control inhibitorio): los niños con alta sensibilidad a las pérdidas cometieron una mayor cantidad de errores ( $F_{(1, 51)} = 9.40, p = .003$ ). Estas diferencias significativas se mantuvieron luego de ajustar por edad.

En general, estos resultados demuestran que la edad, el conocimiento metacognitivo en el IGT-C, la memoria de trabajo y el control inhibitorio se encontraron asociados con la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Sin embargo, luego de controlar por edad, las únicas diferencias que continuaron diferenciando a los niños de acuerdo a su mayor y menor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas fue el control inhibitorio y conocimiento metacognitivo en IGT-C.

## **2.2.5. Discusión**

En este estudio se exploró la influencia de variables psicofisiológicas, metacognitivas, y cognitivas en la sensibilidad de los niños a la frecuencia de pérdidas durante tareas de toma de decisiones. Nuestros resultados mostraron un incremento en respuestas

psicofisiológicas anticipatorias en la mayoría de las opciones que involucraban una alta frecuencia de pérdidas. Asimismo, la edad, el conocimiento metacognitivo en IGT-C, y el control inhibitorio se encontraron asociados a las diferencias individuales en relación a la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas.

Utilizando un versión del IGT modificada y adaptada a niños, este estudio demostró que participantes entre 8 y 14 años desarrollan señales psicofisiológicas que acompañan sus preferencias por las pérdidas infrecuentes. Aunque patrones psicofisiológicos similares fueron previamente reportados en adolescentes mayores de 16 años (E. Crone & van der Molen, 2007), nuestro estudio extiende estos descubrimientos a niños más pequeños. Además, éste es el primer estudio que demuestra que el conocimiento metacognitivo y el control inhibitorio también juegan un rol en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas en los participantes. En su conjunto, estos datos indican que la preferencia de los niños por las pérdidas infrecuentes se explica parcialmente por las señales psicofisiológicas, así como también por la complejidad de la tarea y el desarrollo del control cognitivo.

#### 2.2.5.1. Sensibilidad a la frecuencia de pérdidas: correlatos conductuales.

Investigaciones del neurodesarrollo sugieren que los niños no son capaces de considerar las consecuencias a largo plazo de sus decisiones hasta la adolescencia tardía (Aite et al., 2012; E. Cauffman et al., 2010; E. Crone et al., 2005; E. Crone et al., 2004; E. Crone & van der Molen, 2007; Hooper et al., 2004; Hilde M Huizenga et al., 2007; Prencipe et al., 2011; D. G. Smith et al., 2012b). De manera similar, nuestros resultados mostraron una asociación entre el desempeño en IGT-C y la edad. Sin embargo, los niños demostraron preferir opciones con baja frecuencia de pérdidas (Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007). En nuestro experimento los participantes solo seleccionaron favorablemente cuando el MV estuvo asociado a una baja frecuencia de pérdidas (versión fácil), pero fallaron en hacerlo el mismo presentaba frecuencias altas de pérdidas (versión difícil). Estos resultados sugieren que la habilidad para considerar los beneficios a largo plazo disminuye cuando la opción favorable contiene una alta frecuencia de pérdidas. Nuestros hallazgos son concordantes con estudios previos

(Aite et al., 2014; Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007; van Duijvenvoorde et al., 2010) y confirman que los niños son sensibles a la frecuencia de pérdidas.

Es importante señalar que nuestros resultados mostraron que en la versión difícil no se encontraron diferencias significativas entre los mazos con baja y alta frecuencia de pérdida (MV-A vs. MD-B). Esto indicaría que los niños no siempre prefieren los mazos con pérdidas infrecuentes. En su lugar, sugerimos que la frecuencia de pérdidas sesga la toma de decisiones en los niños y genera que en la versión difícil los niños alternen entre ambos MV y MD. Sugerimos que este perfil de toma de decisiones puede deberse a una incapacidad para considerar las consecuencias futuras de las decisiones, pero también puede deberse a una aversión por experimentar emociones negativas a corto plazo. En otras palabras, los niños quieren evitar la sensación negativa inmediata asociada con la frecuencia elevada de pérdidas.

#### 2.2.5.2. Sensibilidad a la frecuencia de pérdidas: correlatos psicofisiológicos.

Consistentemente con las respuestas conductuales, se observó una modulación en el SCR anticipatorio de acuerdo a la frecuencia de pérdidas. De esta manera, en la versión fácil los participantes mostraron un aumento en el SCR anticipatorio para el MD. Además, se observó un SCR más elevado cuando el MV representaba una alta frecuencia de pérdidas en relación al MV-B. Un estudio previo (E. Crone & van der Molen, 2007) sugirió que los niños se desempeñan los pacientes con lesiones en CPMV<sup>5</sup> debido a que no muestran respuestas psicofisiológicas previas a las decisiones desfavorables. Contrariamente, nuestros resultados indican la presencia de SCR anticipatorio en niños como correlato a su desempeño conductual: la evitación de opciones con alta frecuencia de pérdidas. Estos resultados siguen la línea de las teorías que interpretan al SCR anticipatorio como señales emocionales implícitas que influyen en la toma de decisiones (A. Bechara et al., 1994; Damasio, 1994). Sugerimos que estas señales psicofisiológicas puede ser utilizadas como un claves implícitas para la evitación de frecuencias altas de pérdidas, lo cual podría explicar el comportamiento preferencial de los niños.

---

<sup>5</sup>Corteza Pre-frontal Ventro-Medial

Sin embargo, en los MDs el SCR anticipatorio no estuvo modulado por la frecuencia de pérdidas. Es importante señalar que el MD-B representaba la opción con la mayor magnitud de pérdidas en la tarea (Tabla 1). Es por esto que proponemos que los niños también pueden desarrollar un mayor SCR anticipatorio para las pérdidas inesperadas y elevadas de este mazo, lo cual atenúa las diferencias entre los dos MDs.

Similarmente, el mayor SCR *posterior al feedback* se observó en el MD-B. Esta opción produjo la única modulación significativa entre ganancias y pérdidas. De esta manera, contrario a nuestras hipótesis, el SCR *posterior al feedback* fue modulado por la magnitud de pérdidas y no por la frecuencia.

Tradicionalmente, un SCR mayor después de una pérdida han sido asociados con el sistema de monitoreo que indica que el desempeño debe ser ajustado en los ensayos siguientes (Greg Hajcak, McDonald, & Simons, 2003). Sin embargo, los participantes de nuestro estudio continuaron seleccionando cartas de MD-B aún después de presentar altos SCR como consecuencias de pérdidas. Adicionalmente, E. Crone and van der Molen (2007) encontraron que no hubo diferencias entre el SCR posterior a las pérdidas de los MDs entre individuos con buenos y malos desempeños en el IGT. Estos resultados sugieren que el SCR posterior a montos elevados e inesperados de pérdidas pueden estar asociadas a un sistema general de respuestas frente a situaciones aversivas. Por otro lado, estos resultados pueden ser enmarcados dentro de la ley de Yerkes-Dodson (Yerkes & Dodson, 1908), la cual sugiere que aquellas señales de reforzamiento que son demasiado inesperadas y llamativas enlentecerán el desempeño subsiguiente en vez de aumentar la atención a la tarea.

En resumen, nuestros resultados muestran que el SCR anticipatorio es parcialmente utilizado como una señal implícita que acompaña la evitación de opciones con alta frecuencia de pérdidas. Las respuestas psicofisiológicas podrían explicar la preferencia de los niños por aquellas opciones con una baja frecuencia de pérdidas. Por el contrario, las señales de SCR *posteriores al feedback* se encuentran modulado por las magnitud de las pérdidas. Esto podría explicar la persistencia en la selección de la opción desfavorable pero con baja frecuencia de pérdida.



Por último y en contra de nuestras predicciones, se debe destacar que ninguna de estas medidas psicofisiológicas se encontró asociadas con la edad. Esto sugiere que tanto la modulación del SCR anticipatorio como el SCR *posterior al feedback* no se encuentran directamente asociados con cambios madurativos, al menos entre los 8 y 14 años de edad.

2.2.5.3. Procesos cognitivos y metacognitivos asociados a las diferencias individuales en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas.

Se investigó si las variables demográficas, el conocimiento metacognitivo en IGT-C, y las variables cognitivas diferenciaban a los niños de acuerdo a la mayor o menor sensibilidad hacia la frecuencia de pérdidas. Se encontró que los participantes con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas eran menores en edad, exhibían un conocimiento metacognitivo más pobre sobre la tarea, y tenían un menor control inhibitorio. Sugerimos que la preferencia por las pérdidas infrecuentes está asociada con la complejidad del IGT y con las habilidades de los niños para suprimir las respuestas prepotentes.

Primero, acorde a lo reportado en estudios previos (Aite et al., 2012; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007; van Duijvenvoorde et al., 2010), se encontró que la edad estuvo asociada a la menor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Segundo, este es el primer estudio sobre el desarrollo que evalúa las influencias del conocimiento metacognitivo en el desempeño en IGT. Aunque los grupos no difirieron en la motivación frente a la tarea, los participantes con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas reportaron un pobre entendimiento de la tarea y habilidades reducidas de cálculo. Estudios previos han sugerido que el conocimiento explícito sobre las dimensiones de la tarea y estructura de las opciones durante y después del IGT es un importante predictor del desempeño de los adultos (Fernie & Tunney, 2013; Maia & McClelland, 2004; Newell & Shanks, 2014). De modo similar, estos estudios del desarrollo (Van Duijvenvoorde, Jansen, Bredman, & Huizenga, 2012; van Duijvenvoorde et al., 2010) demostraron que los niños aprenden a preferir opciones favorables en el IGT cuando se les presenta información sobre las ganancias, pérdidas y probabilidades antes de que la tarea comience. En el presente estudio, encontramos

que los niños con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas exhibían menor conocimiento explícito sobre los beneficios a largo plazo de los mazos. Así, errores en la comprensión de las consecuencias futuras de las opciones pueden promover preferencias por las pérdidas infrecuentes.

Adicionalmente, se encontró que los niños con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdida mostraron menor habilidad para calcular los montos netos de ganancia en los ensayos del IGT-C. Cabe destacar que esta tarea incluyó el cálculo de números negativos. Ejemplo: en la figura 1, se muestra un ensayo con una ganancia de \$4 y una pérdida de \$20, implicando una pérdida neta de \$16 en ese ensayo. Dado que los números negativos usualmente se introducen en la currícula de matemáticas en el primer año del secundario (Aires, 2009), no resulta sorprendente que los niños pequeños fallen al momento de realizar estos cálculos. Nuestros resultados también mostraron que los niños con mayor sensibilidad a las pérdidas mostraron puntuaciones menores en dos subescalas de memoria de trabajo del WISC IV (aritmética y letras y numeros). Sin embargo estas diferencias estuvieron explicadas por la edad, ya que las mismas desaparecieron al incluir esta variable como covariable. Estudios previos no encontraron asociación entre el desempeño en IGT y medidas estandarizadas de habilidades aritméticas (Van Duijvenvoorde et al., 2012). Estos resultados sugieren que las tareas estandarizadas de aritméticas pueden no ser lo suficientemente sensibles para evaluar las habilidades de cálculo requeridas durante el IGT.

En resumen, demostramos que la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas esta influencia por la complejidad del IGT, el cual requiere una comprensión y manipulación mental (cálculo) de diversas dimensiones de la tarea (ganancias, pérdidas y probabilidades).

Finalmente, nuestros resultados demostraron que los niños con baja y alta sensibilidad a las pérdidas no diferían en IF ni en la mayoría de las pruebas de FEs. Del mismo modo, estudios previos (E Crone, Vendel, & Van der Molen, 2003; E. A. Crone, S. A. Bunge, H. Latenstein, & M. W. van der Molen, 2005; Hongwanishkul et al., 2005; Hooper et al., 2004; C. Lamm, P. D. Zelazo, & M. D. Lewis, 2006; Overman et al., 2004; Prencipe et al., 2011), no encontraron asociaciones entre el desempeño en IGT y las

medidas de FEs. Sin embargo, los niños con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas cometieron mayor cantidad de errores en BMP. El incumplimiento de reglas en las tareas de multitasking ha sido atribuido a un bajo control inhibitorio en adultos (Shallice & Burgess, 1991) y niños (Mackinlay et al., 2006). Además, el bajo control inhibitorio ha sido relacionado con la alta sensibilidad a las recompensas y castigos a lo largo del desarrollo (Hare et al., 2008; Somerville, Jones, & Casey, 2010). En nuestro estudio, al comparar grupos de acuerdo a su tolerancia a la frecuencia de pérdidas, no es sorprendente que sea la medida de control inhibitorio la función ejecutiva que diferencia significativamente a ambos grupos. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre grupos en la otra medida de inhibición (test de Hayling), lo cual también fue reportado en estudios previos (Hooper et al., 2004; C. Lamm et al., 2006). El BMP es una tarea compleja y ecológicamente válida que requiere la inhibición de respuestas impulsivas en una situación real (Burgess, Alderman, Evans, Emslie, & Wilson, 1998; Mackinlay et al., 2006; Torralva, Gleichgerricht, Lischinsky, Roca, & Manes, 2012). El test de Hayling también demanda una inhibición de respuesta (Burgess & Shallice, 1996), pero ésta puede ser resuelta con reglas más básicas (ejemplo: nombrar objetos presentes en el campo visual de los participantes). Por lo tanto, la tolerancia a la alta frecuencia de pérdidas puede ser asociada al control cognitivo medido en tareas ejecutivas más ecológicas (tales como BMP).

#### 2.2.5.4. Limitaciones y direcciones futuras

Primero, observamos una alta variabilidad en las respuestas psicofisiológicas entre participantes. Estudios futuros deberán explorar si nuestros resultados son replicables en una muestra más grande. Asimismo, la influencia de variables cognitivas y metacognitivas en la toma de decisiones en niños deberá ser investigada con métodos más robustos tales como modelos de ecuaciones estructurales, que también requieren un gran número de participantes.

En segundo lugar, en nuestro estudio evaluamos el conocimiento metacognitivo del IGT-C en base a un cuestionario de autoreporte. Sin embargo los niños comúnmente muestran disociaciones entre su comportamiento y la verbalización del mismo, entre "saber" y "hacer" (Zelazo, 2004). En otras palabras, a veces los niños fallan al reportar

el conocimiento (por ejemplo: la habilidad de identificar el MV) que está presente en su conducta (ej: preferencia por el MV). Estudios futuros podrán obtener evaluaciones más adecuadas sobre el conocimiento de los participantes sobre la tarea, utilizando medidas más objetivas tales como la valoración posterior de sus decisiones (post-decision wagering) (Persaud, McLeod, & Cowey, 2007).

Por último, consideramos que los niños con baja sensibilidad a la frecuencia de pérdida como a aquellos participantes que obtuvieron un desempeño positivo en la versión fácil y difícil. Estos participantes pudieron haber utilizado otras estrategias (ej: focalizarse en el monto de pérdidas o el valor esperado de los resultados). Estudios futuros deberán considerar paradigmas experimentales diseñados para desentrañar estas estrategias.

#### 2.2.5.5. Conclusiones

En este estudio se desarrolló una adaptación del IGT para explorar los procesos cognitivos y psicofisiológicos asociados a la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas en niños. Sugerimos que este diseño ayudó a resolver algunos hallazgos inconsistentes reportados previamente. Encontramos que el aumento en el SCR anticipatorio acompañó la evitación de frecuencia elevadas de pérdidas. Sugerimos que estas señales implícitas podrían sesgar la toma de decisiones en niños. Además, encontramos que dificultades en el conocimiento metacognitivo de la tarea y un bajo control inhibitorio se encontraron asociados a una mayor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Esto indica que la complejidad de la tarea y el desarrollo del control cognitivo podrían explicar la preferencia por pérdidas infrecuentes.

Nuestros resultados tienen implicancias tanto para la evaluación del neurodesarrollo como para las prácticas educativas. Primero, estudios sobre el desarrollo deben considerar en los diseños experimentales la complejidad de las tareas y los aprendizajes escolares de los niños (ej: la habilidad para resolver cálculos aritméticos). De lo contrario, el desempeño de los niños podría ser mal interpretado desde los modelos de investigación en adultos (Karmiloff-Smith, 1998). Finalmente, la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas puede tener también implicancias en las prácticas educativas que involucran un *feedback* continuo a los alumnos. Si bien el *feedback* es crucial para

mejorar y acelerar el aprendizaje (Sadler, 1998), sugerimos que las condiciones en las cuales se da el feedback pueden afectar el desempeño subsiguiente de los alumnos. En particular, aquellos enfoques en los cuales se marcan errores de manera continua (en contraposición a las metas logradas) podrían generar aversión a las tareas en cuestión y promover toma de decisiones desfavorables.

## **CAPÍTULO 3. Alteraciones en el desarrollo: TEA y TDAH**

### **3.1. Variabilidad en el desempeño de tareas cognitivas**

#### **3.1.1. Introducción**

Los procesos cognitivos como la sensibilidad a las pérdidas, el control inhibitorio, las funciones ejecutivas, y la toma de decisiones siguen su curso en el desarrollo normal de niños y adolescentes. En este capítulo describiremos las afectaciones y particularidades de estos procesos en niños con trastornos del desarrollo. De esta manera, estudiaremos procesos cognitivos atípicos en niños y adolescentes con trastornos del desarrollo, partiendo desde procesos más básicos para entender el funcionamiento procesos más complejos y explorando las bases neurales asociadas a estos perfiles neurocognitivos disfuncionales.

En primer lugar, se exploró el perfil neurocognitivo de déficits de niños con Síndrome de Asperger (SA). El SA está incluido en el apartado de los Trastornos Generalizados del Desarrollo en el DSM-IV-TR (Manual Diagnóstico y Estadístico de los trastornos mentales en su 4ta edición revisada) (American Psychiatric Association, 2000). y en la CIE-10 (Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión). En la actual clasificación diagnóstica del DSM-5 el SA ha sido absorbido como clasificación diagnóstica por los TEA. El CIE-10 y el DSM-IV-TR diferencian al SA del resto de los TEA por la falta de afectación de las capacidades cognitivas y del lenguaje antes de los 3 años de edad. Del mismo modo que los TEA, el SA se caracteriza por alteraciones severas en la interacción social recíproca, patrones de intereses restringidos y absorbentes, imposición de rituales, rutinas o intereses, peculiaridades del habla, déficits en la comunicación no verbal, y torpeza motora.

Los individuos con SA presentan un desempeño variable en pruebas cognitivas, lo cual incluye no sólo déficits o rendimientos inferiores a los individuos en desarrollo típico, sino también destrezas o rendimientos superiores a otros sujetos en desarrollo típico. Estas diferencias individuales sugieren un perfil neurocognitivo heterogéneo en niños con SA. Pese a que estas observaciones han sido probadas en adultos con SA, no se

reportaban estudios en niños con SA. En el primer estudio de este apartado nos propusimos explorar la variabilidad cognitiva en niños y adolescentes con SA.

En el segundo estudio se realizó un contrastó las convergencias y divergencias en el perfil neurocognitivo de individuos con SA y TDAH. Estudios previos habían reportado variabilidad en el desempeño de pruebas cognitivas en ambos trastornos, sin embargo no existían reportes que comparen de manera simultánea ambos perfiles heterogeneos en un mismo estudio. De manera preliminar se compararon los perfiles neurocognitivos de adultos con SA y TDAH.

### **3.1.2. Estudio de variabilidad cognitiva en niños con SA.**

#### 3.1.2.1. Introducción

Los TEA son un grupo de condiciones del neurodesarrollo que comprometen la interacción social (incluyendo la comunicación verbal y no verbal), y que presentan intereses y actividades restringidas y repetitivas (American Psychiatric Association, 2000). El SA es un subtipo de TEA, con ausencia de retraso cognitivo, madurativo y del lenguaje en la infancia (Woodbury-Smith & Volkmar, 2009). Diferencias individuales en el SA sugieren un perfil neurocognitivo heterogéneo lo cual incluye déficits y fortalezas . En estos niños se han observado fallas en las FEs (Ambery, Russell, Perry, Morris, & Murphy, 2006; Hill & Bird 2006; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson, & Butcher, 2010), Teoría de la mente (ToM) (Baron-Cohen, Riordan, Stone, Jones, & Plaisted, 1999; Baron-Cohen, Wheelwright, Spong, Scahill, & Lawson, 2001; Nagar Shimoni, Weizman, Yoran, & Raviv, 2012), y en el procesamiento global de la información (D. M. Bowler, S. B. Gaigg, & J. M. Gardiner, 2008; U. Frith, 1989b; Happe & Frith, 2006; Le Sourn-Bissaoui, Caillies, Gierski, & Motte, 2011). En cuanto a las fortalezas, las mismas han sido observadas en la solución de problemas abstractos o inteligencia fluida (Chen , Planche, & Lemonnier, 2010; Hayashi, Kato, Igarashi, & Kashima, 2008; Soulieres, Dawson, Gernsbacher, & Mottron, 2011). Sin embargo, existen considerables inconsistencias en la literatura que dificultan la determinación de una explicación única para el perfil de fortalezas y debilidades cognitivas en SA.

El término funciones ejecutivas (FEs) refiere a funciones cognitivas superiores que son requeridas para un comportamiento orientado a metas (Corbett et al., 2009; Rommelse et al., 2011). Dentro de las funciones que corresponden al amplio espectro de FE, la planificación y la flexibilidad cognitiva son los procesos cognitivos reportados consistentemente como alterados en niños con SA (Happé & Frith, 2006; Liss et al., 2001; Semrud-Clikeman et al., 2010). Sin embargo, otros estudios no han encontrado dificultades en estas FEs en niños con SA (Kaland, Callesen, Moller-Nielsen, Mortensen, & Smith, 2008; Van Eylen et al., 2011).

Otra area importante del estudio en niños con SA es la cognición social. Este constructo refiere al procesamiento de información relacionada con la intersubjetividad y las interacción social, incluyendo Teoría de la Mente (ToM), toma de decisiones, empatía, procesamiento emocional, entre otros. Con respecto a la ToM, se han reportado fallas en la inferencia de estados mentales propios y ajenos en niños con SA (Kaland et al., 2002; Le Sourn-Bissaoui et al., 2011). No obstante, estudios en adultos con SA encontraron rendimientos dispares en distintas pruebas que evalúan ToM, encontrando por ejemplo, un rendimiento normal en el Test de Miradas (Baez et al., 2012a; Ponnet, Roeyers, Buysse, De Clercq, & Van der Heyden, 2004; Spek, Scholte, & Van Berckelaer-Onnes, 2010).

Individuos con SA también presentan una reducción en la capacidad del procesamiento de la información contextual, favoreciendo el procesamiento local sobre el global. Consecuentemente, niños con SA (Y.-H. Chen, Rodgers, & McConachie, 2009; Girardot et al., 2012; Koyama & Kurita, 2008) superan al grupo control en tareas que dependen del procesamiento local, por ejemplo en el subtest de bloques del WISC IV y la tarea de figuras embebidas ("embedded figures task") Por el contrario, mostraron déficits en tareas que requerían un procesamiento global como el Test de la Figura Compleja de Rey (TFCR) (Kuschner, Bodner, & Minshew, 2009; Le Sourn-Bissaoui et al., 2011). No obstante, otros estudios también han encontrado rendimientos normales en estas tareas en niños con SA (F. Chen, Lemonnier, Lazartigues, & Planche, 2008; de Jonge, Kemner, Naber, & van Engeland, 2009; Kaland, Mortensen, & Smith, 2007; Manjaly et al., 2007; Schlooz et al., 2006). En este sentido, Dermot M Bowler, Sebastian B Gaigg, and John M Gardiner (2008) han mostrado que adultos con SA tienden a organizar la



información en un modo idiosincrático. Fallan en aprender y recordar exitosamente la lista de palabras con relación semántica y organizan el recuerdo más en términos de estructura (lista) que a través del significado o de las características asociativas (Bennetto, Pennington, & Rogers, 1996; Dermot M Bowler et al., 2008). Sin embargo, otras investigaciones no mostraron diferencias en la codificación y almacenamiento en estas tareas en adultos con SA (B. J. Smith, Gardiner, & Bowler, 2007).

Finalmente, individuos con SA presentan un perfil de características atípicas en relación a la inteligencia. Se ha evidenciado una diferencia significativa entre el CIV (coeficiente intelectual verbal) y el CIE (coeficiente intelectual ejecutivo), a favor de la capacidad verbal (Klin, Volkmar, Sparrow, Cicchetti, & Rourke, 1995). Sin embargo, también se han evidenciado rendimientos superiores en tareas de razonamiento abstracto e inteligencia fluida (IF) (Hayashi et al., 2008; Morsanyi & Holyoak, 2010; Soulieres et al., 2011). Soulieres et al. (2011) sugieren que una IF superior en SA podría implicar un mecanismo favorable común aplicado a resolver tareas cognitivas.

En síntesis, la naturaleza de las fortalezas y debilidades en niños con SA permanecen en discusión. A la fecha, ninguna teoría ha sido capaz de dar cuenta de las características principales de este síndrome. Además, estudios recientes en SA (Brunsdon & Happe, 2014; Happe, Ronald, et al., 2006) sugieren una alta variabilidad cognitiva inter individual asociada a un patrón anormal de especialización neurofuncional en estos individuos (Cherkassky, Kana, Keller, & Just, 2006; Gilbert, Meuwese, Towgood, Frith, & Burgess, 2009). En efecto, la asociación entre la variabilidad en el desempeño cognitivo y una organización cerebral atípica ha sido corroborada a través de nuevos enfoques neuropsicológicos (Baez et al., 2012a; M. L. Gonzalez-Gadea et al., 2013; E. Hill & C. Bird, 2006; Pellicano, 2010; Towgood et al., 2009).

Una reciente metodología denominada análisis de series para casos múltiples (ASCM) (Baez et al., 2012a; M. L. Gonzalez-Gadea et al., 2013; E. Hill & C. Bird, 2006; Pellicano, 2010; Towgood et al., 2009) ha sido recientemente utilizada para estudiar la variabilidad inter-individual en individuos con SA. EL ASCM se basa en el análisis detallados de casos individuales para detectar aquellos dominios en los cuales un único individuo muestra un desempeño extremo. El enfoque tradicional basado en

comparaciones de grupo no es apropiado para individuos con alta variabilidad en el desempeño debido al "averaging artefact" (Shallice & Evans, 1978). Se denomina "averaging artefact" al fenómeno por el cual en muestras con gran variabilidad, la ausencia o presencia de resultados significativos mediante comparaciones de medias o promedios entre grupo, no pueden ser correctamente interpretados debido a la alta heterogeneidad. En otras palabras, los valores de tendencia central no reflejan correctamente las diferencias individuales entre los grupos. De manera similar, los tamaños del efecto en estudios que contrastan el perfil neurocognitivo de individuos con SA con un grupo control, tienden a ser pequeños o suelen omitirse en gran parte de las investigaciones. El ASCM, por el contrario, permite explorar en qué dominios cada individuo se desempeña por debajo o por encima de la media del grupo control (desempeño sub-normal o supra-normal).

La aplicación del ASCM en adultos con SA reveló patrones heterogéneos en el desempeño en FEs asociados con sintomatología autista (E. Hill & C. Bird, 2006), incluyendo desempeño tanto sub- como supra-normales (Towgood et al., 2009). Adultos con SA han mostrado también un alta variabilidad inter-individual para dominios de cognición social (incluyendo ToM)(Baez et al., 2012; González-Gadea et al., 2013). Solo un estudio previo utilizó el ASCM para estudiar en niños autistas anomalías coexistentes en ToM, FEs y teoría de coherencia central débil (Pellicano, 2010). Sin embargo, este estudio incluyó pocos niños con SA (evaluó principalmente niños pequeños con diagnóstico de autismo y trastornos generalizados del desarrollo no especificados).

En el siguiente estudio, exploramos las fortalezas y debilidades de los niños con SA utilizando los enfoques de análisis de grupos como el ASCM. Para tal fin, se examinaron los patrones de variabilidad individuales utilizando una extensa batería neurocognitiva que incluye test neuropsicológicos clásicos, mediciones de inteligencia, FEs y ToM.

Esperamos encontrar una mayor variabilidad del rendimiento entre individuos con SA que entre controles. Además, se espera que el ASCM, a diferencia del análisis de comparación de grupos, pueda indicar los patrones variables de fortalezas y debilidades cognitivas entre los niños con SA. Finalmente, dado que la IF ha sido

asociada con el perfil cognitivo del SA (Soulieres et al., 2011) y que se encuentra fuertemente asociada al funcionamiento de los lóbulos frontales (Duncan, Burgess, & Emslie, 1995; Roca, Manes, Chade, Gleichgerrcht, Gershanik, Arevalo, et al., 2012; Roca et al., 2010), se espera que las diferencias individuales en IF estén parcialmente influidas por el perfil cognitivo de niños con SA.

### 3.1.2.2. Materiales y métodos

#### 3.1.2.2.1. *Participantes*

Participaron en este estudio 19 niños con SA y 19 niños controles. Los individuos con SA fueron seleccionados de la población de pacientes externos del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO) y fueron evaluados por un psiquiatra. Su diagnóstico se basó en los criterios establecidos por el Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales (DSM-IV) (American Psychiatric Association, 2000). La presentación de los síntomas fue evaluada utilizando el *Autism Quotient* (AQ) para niños (Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, Martin, & Clubley, 2001) y adolescentes (Baron-Cohen, Hoekstra, Knickmeyer, & Wheelwright, 2006). Este cuestionario incluía rasgos de los pacientes autistas que suelen ser pasados por alto en otras herramientas diagnósticas (Auyeung, Baron-Cohen, Wheelwright, & Allison, 2008; Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste, & Plumb, 2001). También se utilizó el Cuestionario de Comunicación Social (CCS) (SCQ; Bolte, Holtmann, & Poustka, 2008). El mismo está basado en la Entrevista Diagnóstica de Autismo-(version revisada) o ADI-R que es ampliamente utilizada en el contexto clínico e investigación (Chandler et al., 2007; Norris & Lecavalier, 2010). Los síntomas proporcionados por el AQ y el CSS fueron validados por un psiquiatra junto con el resto de criterios y síntomas para el diagnóstico de SA.

**Table 1**

Mean (SD) and range values for baseline characteristics of the participants

	AS (n=19)	Controls (n=19)	<i>p</i> *
Age	11.89 (2.64)	10.89 (2.30)	.222
Range	8 - 15	8 – 15	
Gender (Males:Females)	18:1	15:4	.170
Fluid intelligence	35.70 (13.78)	35.10 (5.76)	.863
Range	12 - 57	26 – 45	
Crystallized intelligence	101.93 (11.96)	100.59 (12.4)	.763
Range	75 - 116	85 – 119	
AQ			
< 12 years	84.75 (34.13)	n.a	-
> 12 years	30.12 (9.81)	n.a	-
SCQ	19.25 (4.79)	n.a	-

\* Two-tailed student's *t* Test, except for gender, which as analyzed through the Fisher's Exact Test.

\* AQ: Autism Quotient scale (clinical cut-off score of 76 on scale of children under 12 years old and 29 points on scale of adolescents over 12 years old). SCQ: Social Communication Questionnaire (clinical cut-off score of 15).

Como grupo control, se reclutaron 22 niños en desarrollo normal. De este grupo 19 participantes fueron asignados al grupo control, pareados por edad, género e inteligencia fluida y cristalizada con respecto al grupo con niños con SA. Ambas medidas de inteligencia fueron utilizadas como un criterio de asignación de los sujetos a cada grupos (matching criteria), a fin de evitar la sub o sobre estimación del CI utilizando un solo criterio (Hayashi et al., 2008; Soulieres et al., 2011). Por otra parte, dado que los niños con SA obtuvieron un alta variabilidad en inteligencia fluida y una baja varianza en inteligencia cristalizada (ver DE en la tabla 1), la selección de los participantes controles estuvo basada en criterios de emparejamiento por grupos y no por emparejamiento uno a uno. Los grupos no presentaban diferencias significativas en ninguna de estas variables (ver tabla 1). A ambos grupos se les aplicaron los siguientes criterios de exclusión: (1) individuos que cumplieran los criterios del DSM para un trastorno del eje I; y (2) individuos con antecedentes de discapacidad intelectual, un trastorno neurológico o un trastorno psiquiátrico (excepto SA en el grupo de pacientes), a cualquier otra condición médica que pudiera afectar el desempeño cognitivo.

En todos los casos se solicitó consentimiento y asentimiento informado de los padres o tutores, aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO), siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki.

#### *3.1.2.2.2. Evaluación Neuropsicológica*

Se utilizó una extensa batería de pruebas neuropsicológicas con el objetivo de medir el funcionamiento cognitivo, la misma incluía: mediciones de inteligencia, velocidad de procesamiento motor, memoria, habilidades visuo-constructivas, FEs y ToM.

Inteligencia: La Inteligencia Fluída (IF) se evaluó a través del test de Matrices Progresivas de Raven (MPR) (J. C. Raven et al., 1992). Se utilizó la versión coloreada RCPM para niños menos de diez años de edad y la versión estándar, para el resto de los participantes. Se utilizaron normas estandarizadas para convertir los puntajes de la versión coloreada a la versión estándar (J. Raven, Court, & Raven, 2008). También se utilizó el Peabody Vocabulary Test (PPVT, L. M. Dunn & Dunn, 1981) para medir Inteligencia Cristalizada (CI).

FEs: Para evaluar la atención, inhibición y flexibilidad cognitiva se utilizó el test de Stroop (E. Spreen, Sherman, & Strauss, 2006) y el Trail Making Test (TMT) (TMT, O. Spreen & Gaddes, 1969). Para medir la inhibición de las respuestas, se utilizó el índice de interferencia del Test de Stroop y el número de palabras correctas de la lista de color-palabra. La atención y velocidad del procesamiento se evaluaron con el TMT-A, y la flexibilidad cognitiva con el TMT-B y el índice de interferencia de esta tarea (TMT-B menos TMT-A, Bowie & Harvey, 2006). Por último, la memoria de trabajo fue evaluada utilizando los subtests (Retención de dígitos y Aritmética) de la Escala de Inteligencia de Wechsler III (WISC III) (Wechsler, 1991).

ToM: Para medir ToM, se utilizó el Test de Miradas (TDM) (Simon Baron-Cohen et al., 2001), que consiste en 28 fotografías de la región ocular de diferentes rostros. Los participantes deben seleccionar el adjetivo (de una lista de cuatro) que mejor describa los pensamientos y/o sentimientos la cada una de las miradas expresadas en los rostros.

Neuropsicología general: Utilizamos subtests del WISC III (Wechsler, 1991) para evaluar la velocidad del procesamiento motor (subtests de claves y búsqueda de

símbolos) y el vocabulario expresivo (subtests de vocabulario). Con el objetivo de medir los estilos de procesamiento de la información, se utilizó una lista de Rey (Rey Auditory Verbal Learning Test; RAVLT) (E. Spreen et al., 2006), que evalúa el recuerdo/aprendizaje de estímulos verbales (se incluyeron puntajes por recuerdo inmediato, recuerdo diferido e interferencia). Además, se evaluó la memoria lógica inmediata y diferida con el subtest de Recuerdo de historias (Wide Range Assessment of Memory and Learning; WRAML) (Adam & Sheslow, 1990). Por último, se evaluaron las habilidades visuoespaciales utilizando la copia directa y diferida de la Figura Compleja de Rey (FCR) (Rey, 1959).

#### *3.1.2.2.3. Análisis de datos*

Para analizar las diferencias grupales entre individuos con SA y controles se utilizó la prueba de ANCOVA, incluyendo la edad como una covariable. El tamaño del efecto para estas diferencias se reporta utilizando el Eta cuadrado ( $n^2$ ). Para evaluar más en profundidad las diferencias inter-sujetos, se llevó a cabo un ASCM. Para tal fin, el desempeño de cada participante fue categorizado como sub o supra-normal en referencia a la media del desempeño del grupo control en esa tarea. De esta manera, siguiendo el método de Towgood et al. (2009) se utilizó un umbral de dos desvíos estándar (DEs) con respecto a la media del grupo control para definir el rango normal. Para calcular la media del grupo control, en primer lugar, se excluyeron aquellos participantes que presentaban desempeños extremos. Posteriormente, se recalculó la media y DEs para el grupo control excluyendo estos sujetos, para cada una de las submedidas. Finalmente, se identificaron los participantes (SA y controles) con un desempeño sub-normal (2 DEs por debajo de la media control), supra-normal (2 DEs por encima de la media control) o promedio (entre -1,99 y 1,99 DEs desde la media control). Por último, se re-incluyeron los participantes que habían sido excluidos por ASCM. (Figura 2A y 2B)

En un análisis posterior, se utilizaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis and Mann-Whitney) para explorar si el desempeño anormal de los niños con SA se encontraba asociado a las diferencias individuales en IF. Finalmente, se utilizaron correlaciones ( $r$  de Spearman) para explorar la asociación entre IF y las variables neuropsicológicas. La significación de todas las correlaciones fue corregida por

comparaciones múltiples utilizando el método Sidak. El nivel ajustado de  $\alpha$  fue de 0,02. El valor de  $\alpha$  para todas las pruebas estadísticas (excepto las correlaciones) fue de 0,05.

### 3.1.2.3. Resultados

#### 3.1.2.3.1. Análisis de las diferencias grupales

La **tabla 3** muestra las diferencias significativas entre los grupos mediante la prueba de ANCOVA, utilizando la edad como una covariable. El grupo con SA presentó un deterioro significativo en: memoria/almacenamiento verbal (RAVLT) (Almacenamiento:  $F(1, 35) = 5.72, p = 0.024, n2 = 0.175$ ), habilidades visuo-espaciales (copia :  $F(1, 35) = 16.60, p = 0.000, n2 = 0.335$ ), y ToM (TDM:  $F(1, 36) = 6.45, p = 0.016, n2 = 0.164$ ) (ver **Figura 1A**). En relación a estas diferencias, la edad se encontró relacionada significativamente con FCR  $F(1, 35) = 17.34, p = 0.000, n2 = 0.344$ ], pero no así con el almacenamiento en RALVT [ $F(1, 35) = 1.22, p = 0.278, n2 = 0.043$ ] ni en TDM [ $F(1, 35) = 0.277, p = 0.602, n2 = 0.008$ ].

Aunque los participantes con SA obtuvieron puntajes más bajos en vocabulario receptivo (vocabulario del WISC III), Memoria de Trabajo (Retención de dígitos y Aritmética del WISC III), velocidad del procesamiento motor (claves y búsqueda de símbolos del WISC III), flexibilidad cognitiva (TMT-B), inhibición de respuestas (Test de Stroop) y memoria lógica (WRAML), no se encontraron diferencias significativas en estas variables. Sin embargo, los DEs en algunas variables fueron superiores en el grupo con SA (ver **tabla 3**). Comparando la variabilidad entre los grupos, se encontró que el grupo con SA presentaba DEs significativamente mayores que el grupo control en Tmpr ( $p = 0.000$ ), en la copia de FCR ( $p = 0.016$ ), y el recuerdo inmediato de la historia (WRAML) ( $p = 0.001$ ). Coherentemente con otros estudios (Towgood et al., 2009) (Hill and Bird, 2006; Towgood et al., 2009; Baez et al., 2012; González-Gadea et al., 2013), estos datos muestran un patrón consistente de variabilidad inter-individual en el rendimiento de sujetos con SA.

**Table 2**

Mean, SDs, and group differences between AS and controls. Associations between FI and cognitive assessment for each group.

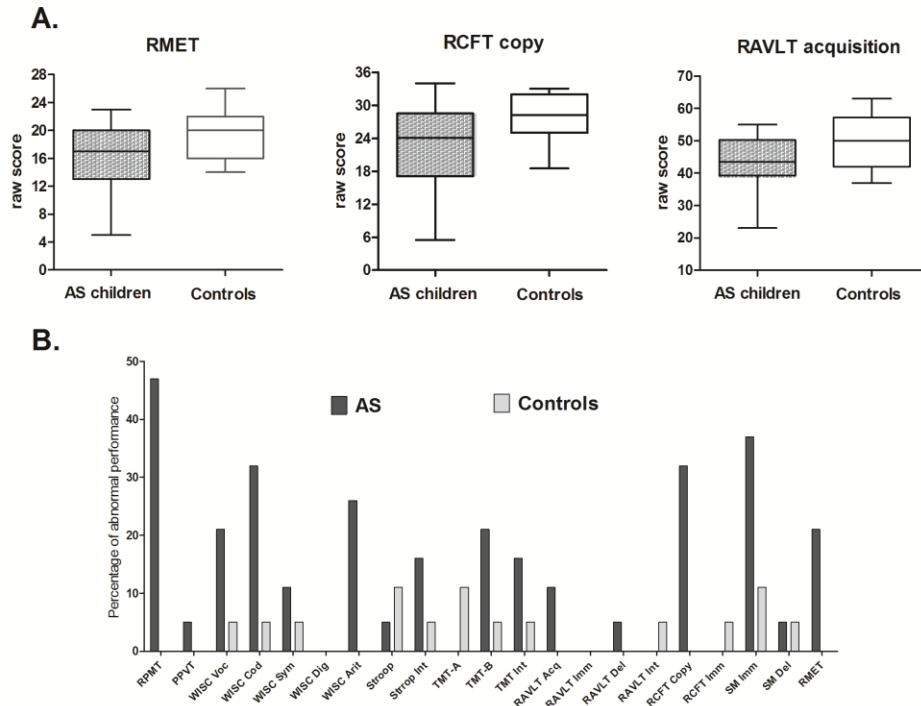
	AS individuals	Controls	AS versus Controls *		Correlations with FI			
	Mean (SD)	Mean (SD)	Group	Age	AS patients		Controls	
					$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
Vocabulary WISC III	33.53 (8.42)	36.06 (5.42)	.105	.012	.44	.079	-.06	.802
Arithmetic WISC III	16.84 (2.93)	16.94 (1.56)	.636	.103	.60	.011	.52	.021
Coding WISC III	19.84 (7.86)	21.29 (5.12)	.286	.079	.83	.000	.05	.853
Symbol Search WISC III	35.84 (13.98)	40.94 (12)	.058	.005	.73	.001	.14	.569
Digit Span WISC III	13.21 (2.95)	14.94 (3.71)	.088	.338	.20	.453	-.20	.459
Stroop	28.81 (9.91)	32.38 (8.72)	.141	.036	.51	.035	-.20	.447
Stroop Interference	20.31 (6.84)	18.53 (7.55)	.798	.128	.21	.441	-.06	.821
TMT-A	29.44 (16.06)	27.05 (14.92)	.631	.885	-.17	.717	-.32	.181
TMT-B	86.22 (53.59)	72.89 (26.99)	.485	.374	-.72	.002	-.05	.818
TMT Interference	56.77 (42.93)	45.84 (23.1)	.519	.245	-.80	.000	.08	.742
RAVLT Acquisition	42.75 (9.46)	49.44 (7.74)	.024	.278	.14	.667	.05	.831
RAVLT Immediate Recall	10 (2.72)	9.44 (4.16)	.726	.741	-.10	.741	.07	.759
RAVLT Delayed Recall	9.64 (3.2)	10.63 (2.84)	.381	.824	.39	.226	.23	.358
RAVLT Interference	1.27 (1.90)	2.61 (2.66)	.156	.712	.41	.212	-.37	.126
RCFT Copy	22.41 (7.59)	27.5 (4.67)	.000	.000	.24	.372	.16	.516
RCFT Immediate Recall	12.14 (7.41)	15.00 (6.10)	.104	.063	.21	.440	.27	.282
Story Memory Immediate	18.56 (8.86)	21.2 (4.34)	.189	.284	.40	.111	.22	.353
Story Memory	17.94 (9.37)	17.13 (6.25)	.847	.860	.40	.123	.14	.573



Delayed

RMET	15.94 (5.48)	19.87 (3.6)	.016	.602	.17	.537	.08	.730
------	--------------	-------------	------	------	-----	------	-----	------

\* *p* values of the ANCOVA test for group comparison with age as a covariate. WISC III: Wechsler Intelligence Scale for Children (third version); TMT-A: Trail Making Test part A; TMT-B: Trail Making Test part B; RAVLT: Rey Auditory Verbal Learning Test; RCFT: Rey Complex Figure Test; RMET: Reading-the-Mind-in-the-Eyes Test.



### 3.1.2.3.2. Análisis de series para casos múltiples (ASCM)

En primer lugar analizamos la variabilidad en el desempeño de los sujetos con SA (Towgood et al., 2009). Para cada grupo, y en todas las variables, se calculó el porcentaje de sujetos con un desempeño sub- y supra-normal y el porcentaje de *outliers* (desempeño sub-normal y supra-normal). En el grupo control el máximo porcentaje de valores *outliers* fue de 11% (Tabla 2A) . En el grupo con SA, 10 de 21 medidas excedieron el porcentaje máximo (Tabla 2B).

En este grupo, solo algunas variables presentaron desempeño sub-normal únicamente, a saber: la copia de FCR, con un rendimiento inferior en el 32% de los participantes; el TMT-B, subtest de Vocabulario del WISC III y TDM con un rendimiento inferior en el

21% de los participantes. Sin embargo, la mayor proporción de puntajes atípicos se observó en aquellas tareas donde los niños con SA obtuvieron ambos desempeños sub- y supra-normal. Así, el Tmpr presentó la mayor proporción de participantes con un desempeño extremo (47%), seguido por el recuerdo inmediato de la historia de WRAML (37%), claves del WISC III (32%) y aritmética (27%). No hubo participantes que solo presentaron desempeños supra-normal únicamente.

Figure 2A

Figure 2A	RPMT	PPVT	WISC Voc	WISC Cod	WISC Svm	WISC Dig	WISC Arit	Stroop	Stroop Int	TMT A	TMT B	TMT In	RAVLT Acq	RAVLT Imm	RAVLT Delay	RAVLT Int	RCFT copy	RCFT Imm	SM Imm	SM Delay	RMET	% outliers	
1	█																						10
2																							10
3																							38
4																							10
5																							48
6																							10
7																							14
8	█																						5
9																							14
10	█			█																			14
11																							5
12																							10
13																							0
14																							10
15																							10
16	█			█																			24
17																							14
18	█			█																			10
19																							29
% >2SDs	26	0	0	16	0	0	11	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	5	0		
% <2SDs	21	5	21	16	11	0	16	5	5	0	21	16	11	0	5	0	32	0	26	0	21		
% outliers	47	5	21	32	11	0	27	5	16	0	21	16	11	0	5	0	32	0	37	5	21		

Figure 2B

Figure 2B	RPMT	PPVT	WISC Voc	WISC Cod	WISC Svm	WISC Dig	WISC Arit	Stroop	Stroop Int	TMT A	TMT B	TMT In	RAVLT Acq	RAVLT Imm	RAVLT Delay	RAVLT Int	RCFT copy	RCFT Imm	SM Imm	SM Delay	RMET	% outliers	
20																							0
21																							0
22																							0
23																							0
24																							5
25																							0
26																							0
27																							10
28																							5
29																							5
30																							0
31																							5
32																							0
33																							10
34																							5
35																							10
36																							10
37																							5
38																							10
% >2SDs	0	0	5	0	5	0	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	0	
% <2SDs	0	0	0	5	0	0	0	0	0	11	5	5	0	0	0	5	0	5	5	5	5	0	
% outliers	0	0	5	5	5	0	0	5	5	5	11	5	0	0	0	5	0	5	5	5	5	0	

De manera subsiguiente, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar para cada participante con SA el número de medidas con desempeños sub, supra-normales y promedio de acuerdo al desempeño en la prueba de IF. De esta manera, siguiendo a Towgood et al. (2009) se calculó para cada participante el número de variables (excepto IF) en las que los mismos obtuvieron un desempeño sub-, supra-normal y promedio. Los puntajes obtenidos en IF se utilizaron para categorizar tres grupos: IF

inferior (<2 DE), IF superior (>2 DE) e IF promedio (entre -1.99 y 1.99 DE). La **tabla 4** muestra que solo se encontraron diferencias significativas en aquellas variables en las que los participantes tuvieron un desempeño sub-normal ( $H = 8.37$ ,  $p = 0.015$ ). Luego, se utilizó la prueba de Mann-Whitney para realizar comparaciones por pares. Los participantes con puntajes superiores en IF presentaron un número menor de variables con rendimiento sub-normal que los niños con puntajes inferiores ( $U = 1.00$ ,  $p = 0.019$ ) y medios ( $U = 4.00$ ,  $p = 0.007$ ). No se encontraron diferencias significativas entre niños con SA con IF promedio y niños con SA con IF inferior ( $U = 16.00$ ,  $p = 0.558$ ). Estos resultados sugieren que los niños con SA con mayor IF tienen una menor probabilidad de presentar déficits en otros dominios.

**Table 3**

Extreme ranges of performance of AS participants divided in terms of individual differences in FI\*

	Average FI N=10	Inferior FI N=4	Superior FI N=5	$p^a$
Sub-normal performance				.015
Median	2	4	0	
Range	0 - 6	1 - 9	0 - 1	
Supra-normal performance				.099
Median	0	n.a	1	
Range	0 - 2	n.a	0 - 4	

\* Number of measures from the neuropsychological battery (except RPM) where performance was either 2SDs below (sub-normal performance) or above (supra-normal performance) from the control mean (see section 3.2 for description of process to divide FI groups).

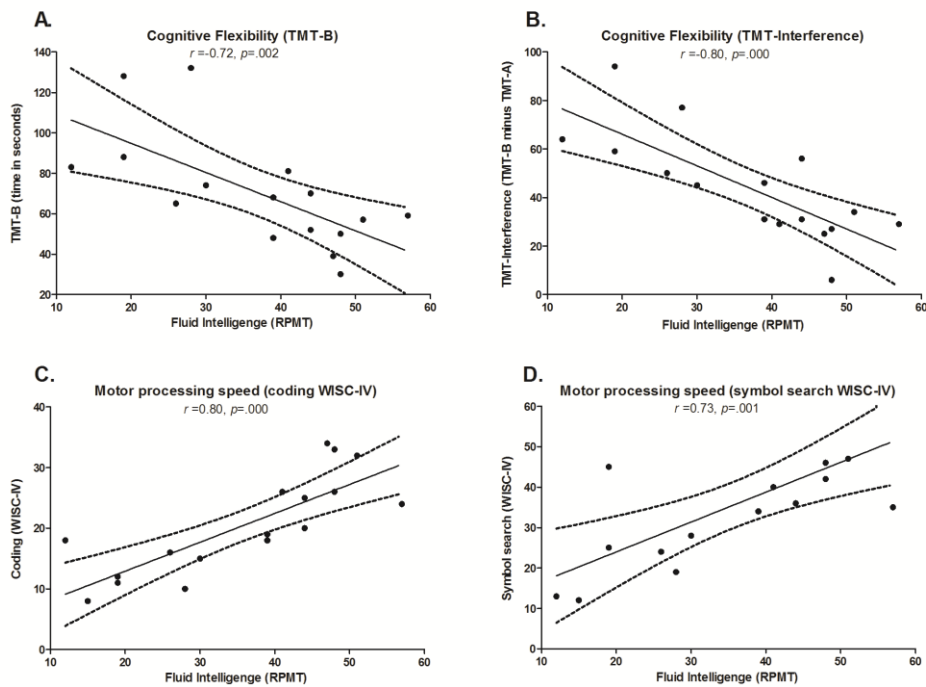
<sup>a</sup> Kruskal-Wallis test

### 3.1.2.3.3. Relación entre IF y otros dominios cognitivos

Finalmente, para explorar en profundidad la relación entre IF y otros dominios cognitivos, se llevó a cabo un análisis correlacional entre IF y las variables neuropsicológicas en cada grupo (ver **tabla 3**)

Para el grupo con SA se encontró una asociación significativa entre IF y flexibilidad cognitiva (TMT-B:  $r_s = -0.72$ ,  $p = 0.002$ ; TMT Interferencia:  $r_s = -0.80$ ,  $p = 0.000$ ). Se encontró también una correlación significativa entre IF y la velocidad del procesamiento motor (claves:  $r_s = 0.83$ ,  $p = 0.000$ ; búsqueda de símbolos:  $r_s = 0.73$ ,  $p = 0.001$ ) (ver **Figura 3**). En el grupo control, no se encontraron correlaciones significativas entre IF y las variables neuropsicológicas.

En síntesis, el ASCM reveló que los análisis utilizados para comparar grupos no logran detectar la heterogeneidad en los niños con SA. Además, se reveló también que los individuos con SA con puntajes más altos en IF presentan menores dificultades en otros dominios cognitivos y un mejor desempeño en flexibilidad cognitiva y tareas que evalúan la velocidad del procesamiento.



### 3.1.2.4. Discusión

El presente estudio evaluó la variabilidad inter-individual en el desempeño de tareas cognitivas en niños con SA, utilizando una metodología específica para el análisis de la heterogeneidad grupal (ASCM) y el análisis clásico de comparación de grupos. Los resultados obtenidos mostraron fallas en tareas de ToM y procesamiento de la información en el grupo con SA. Adicionalmente, este grupo presentó una alta

variabilidad inter-individual (desempeños sub- y supra-normales en comparación a la media del grupo control) en tareas cognitivas. Adicionalmente, las habilidades superiores en IF estuvieron asociadas a menores dificultades en otras tareas, mayor flexibilidad cognitiva y mayor velocidad del procesamiento.

#### *3.1.2.4.1. Anomalías en ToM y el procesamiento de la información*

Nuestros resultados demostraron una diferencia significativa entre el grupo de niños con SA y el grupo control en TDM, lo cual sugiere que los niños con SA presentan dificultades en inferir estados mentales en otros.

Sin embargo, el ASCM mostró que solo algunos niños de la muestra con SA se desempeñaron de manera sub-normal, lo cual confirma que las diferencias entre grupos no siempre son un indicio fiable de los déficits en el grupo con SA. Por otra parte, como en el caso de los adultos con SA (Ponnet et al., 2004; Spek et al., 2010); Baez et al., 2012; González-Gadea et al., 2013), el TMD podría no ser un instrumento sensible para la detección de anomalías en ToM en niños.

Por otra parte, nuestros resultados mostraron también fallas en las habilidades viso-espaciales (TFCR) y en la memoria/aprendizaje (RAVLT) en los niños con SA. Estos resultados son consistentes a los hallazgos previos que muestran déficits en el procesamiento global en autismo (Minshew & Goldstein, 1998). De manera similar, otros estudios que utilizaron tareas viso-espaciales han mostrado que los individuos con SA tienden a focalizar más en los detalles que en la figura global, estrategia que no es efectiva para realizar la Figura compleja de Rey (Le Sourn-Bissaoui et al., 2011; Mottron & Belleville, 1993; Prior & Hoffmann, 1990). Debido a que esta tarea requiere de organización y planificación de estrategias para codificar la información (Ogino et al., 2009; Watanabe et al., 2005), las dificultades en FEs podrían explicar estos resultados. En esta línea, durante tareas de repetición y aprendizaje de listas de palabras, en nuestro caso la lista de Rey, el uso de estrategias ineficientes de codificación llevaría a una baja adquisición y recuperación de la información (Dermot M Bowler et al., 2008; Minshew & Goldstein 2001). De manera similar, pacientes con alteraciones en FEs tienen un desempeño pobre en tareas que requieren memorizar una lista no estructurada, pero no en el test de memoria lógica (Brooks, Weaver, & Scialfa, 2006; Torralva et al., 2011; Tremont, Halpert, Javorsky, & Stern, 2000).

Nuestros participantes con SA exhibieron dificultades en el almacenamiento de RAVLT pero no en mediciones de memoria lógica (memoria de relatos) . La discrepancia entre los test de memoria podría reflejar diferencias en la organización eficiente de estrategias de codificación. Sin embargo, el ASMC reveló que seis niños con SA exhibieron un desempeño inferior en la Figura de Rey, mientras que sólo dos niños obtuvieron un puntaje por debajo de lo normal en el RAVLT. Esto sugiere que las dificultades en tareas de procesamiento global también son heterogéneas en los niños con SA.

Además, tal como lo reportado por estudios previos (Ambery et al., 2006; Hill & Bird 2006; Nyden et al., 2010) nuestros resultados muestran ausencia de diferencias significativas entre los grupos con SA y control en relación a las FEs. Sin embargo, el ASCM reflejó una alta variabilidad inter-individual en estas funciones, lo que podría explicar la ausencia de diferencia entre grupos. En este sentido, Liss et al. (2001) sugirió que el problema de la universalidad de las disfunciones ejecutivas en TEA es debido a que muchos estudios se centran en diferencias entre grupos, ignorando las variaciones individuales. Nuestros resultados apoyan este punto de vista.

#### *3.1.2.4.2. Variabilidad inter-individual en niños con SA*

Varios autores están de acuerdo en que la investigación en SA debería abandonar la búsqueda por una única causa y comenzar a estudiarlo como un síndrome complejo y multifactorial (Happe, Ronald, et al., 2006; Willcutt, Sonuga-Barke, Nigg, & Sergeant, 2008). En nuestro estudio, el desempeño en tareas cognitivas fue más heterogéneo en los niños con SA que en el grupo control. (ver **Figura 1B**). Los pacientes mostraron un desempeño extremo, incluyendo puntuaciones sub-normales (<2 DE), supra-normales (>2 DE), y puntajes combinados. De manera similar, estudios previos demostraron patrones similares entre adultos con SA (Baez et al., 2012a; M. L. Gonzalez-Gadea et al., 2013; Towgood et al., 2009). Este estudio estaría confirmando el perfil cognitivo heterogéneo en niños con SA.

El ASMC del grupo con SA reveló que varios pacientes presentaron un desempeño por debajo de lo normal en dominios que podrían estar asociados a sus categorías diagnósticas, como la interacción social (ToM), la comunicación verbal (vocabulario receptivo), y actividades e intereses repetitivos (flexibilidad cognitiva). Por otra parte,

el grupo exhibió un desempeño tanto por debajo como por arriba de lo normal en los dominios excluidos del criterio diagnóstico: estilos de procesamiento de la información (test de memoria lógica y TFCR), velocidad de procesamiento (codificación en WISC III) y memoria de trabajo (aritmética en WISC III).

En apoyo a nuestra primera hipótesis, las diferencias sutiles entre dominios cognitivos no fueron reveladas por el análisis entre los diferentes tipos de grupos. Así, en los dominios asociados con el diagnóstico de SA, el grupo incluyó una alta proporción de individuos con un rendimiento inferior al normal, mientras que en otros dominios, los niños con SA obtuvieron un rendimiento tanto inferior como superior al normal.

A modo de ejemplo, aunque los grupos con SA y controles fueron similares en relación a la IF, el análisis demostró una mayor variabilidad entre individuos con SA en la tarea de MPR. En efecto, este grupo despliega la mayor variabilidad cognitiva en esta variable. Muchos de los estudios previos describieron a la IF como una habilidad intacta o superior en individuos con SA (Chen et al., 2010; Hayashi et al., 2008; Morsanyi & Holyoak, 2010; Soulieres et al., 2011). Sin embargo, estos estudios omiten mencionar la fuerte variabilidad que existe en este dominio en los niños con SA. Por ejemplo, en el estudio de Soulieres et al. (2011), los desvíos estándar del grupo con SA en esta tarea fueron de más del doble que los del grupo control.

Dado que la IF puede ser entendida como un factor general de inteligencia que contribuye con todas las funciones cognitivas (Spearman, 1904), hipotetizamos que las diferencias individuales en IF deberían afectar el perfil cognitivo de los participantes con SA. Nuestros resultados mostraron diferencias significativas entre los participantes con un rendimiento superior en el test de MPR y aquellos que obtuvieron un desempeño inferior en esta tarea en relación al porcentaje de tareas cognitivas con desempeños sub-normal. En otras palabras, los participantes con una alta IF demostraron menor deterioro en otras funciones cognitivas. Asimismo, una gran cantidad de déficits cognitivos en pacientes con disfunción frontal son explicados por fallas en IF (Roca et al., 2010). Del mismo modo, un mejor desempeño en IF está relacionado con una mejor adaptación psicosocial en el desarrollo típico de los niños (Huepe et al., 2011). Nuestros resultados sugieren que un perfil de fortalezas en IF

puede reducir la vulnerabilidad de los niños con SA a desarrollar déficits en otras funciones cognitivas.

#### *3.1.2.4.3. Relación entre IF y dominios cognitivos específicos*

Nuestros resultados mostraron que la IF estuvo asociada a la flexibilidad cognitiva y a la velocidad de procesamiento en los niños con SA. Estos resultados son consistentes con estudios recientes que sugieren que la IF es un importante predictor del desempeño de tareas clásicas de FE (como por ej.: TMT) en pacientes neurológicos (Roca, Manes, Chade, Gleichgerrcht, Gershanik, G. Arevalo, et al., 2012; Roca et al., 2010). Es importante señalar que este efecto no puede ser atribuido a una correlación positiva entre IF y cualquier función frontal. En el presente estudio, la ToM no estuvo asociada con la IF, tal como ha sido reportado por estudios previos (Roca, Manes, Chade, Gleichgerrcht, Gershanik, G. Arevalo, et al., 2012; Roca et al., 2010).

Algunas investigaciones apoyan indirectamente nuestros hallazgos. En primer lugar, (Nils Kaland, Lars Smith, & Erik Lykke Mortensen, 2008) sugieren una conexión entre las dificultades en IF y habilidades cognitivas limitadas para resolver problemas viso-constructivo en niños con SA. En segundo lugar, las habilidades superiores en IF pudieron predecir mejores desempeños en tareas de flexibilidad cognitiva en individuos con desarrollo típico con variantes del fenotipo autista (Fugard, Stewart, & Stenning, 2011). Finalmente (Soulieres et al., 2011) sugirieron que mayor IF en niños con SA los podría proveer de mejores mecanismos para resolver tareas cognitivas.

Por último, la relación entre IF y FEs ha sido apoyada a través de estudios con imágenes de resonancia magnética funcional (RMNf). La corteza prefrontal lateral y las regiones parietales posteriores son los sustratos neuronales que subyacen a la relación entre el pensamiento abstracto (IF) y el desempeño en tareas de FEs en adultos con desarrollo neurotípico. Por su parte, los participantes con SA exhiben un aumento significativo en la activación de la corteza prefrontal lateral y la región parietal izquierda durante las tareas de FEs (Schmitz et al., 2006). El aumento en la activación cerebral ha sido explicado por la anatomía anormal o por el uso de estrategias cognitivas alternativas.



Combinando las evidencias del ASMC y el análisis correlacional, ofrecemos evidencias preliminares de que los niños con SA que tienen con habilidades superiores en IF pueden desarrollar estrategias eficientes para desempeñar tareas cognitivas. Sin embargo, los mecanismos neurales subyacentes a la IF y al funcionamiento cognitivo en individuos con diagnóstico de SA permanece desconocido. Estudios futuros deben investigar las redes neuronales asociadas con esta interrelación.

#### *3.1.2.4.4. Limitaciones y direcciones futuras*

Los resultados confirman la existencia de perfiles cognitivos heterogéneos en tests neuropsicológicos clásicos en niños con SA. Sin embargo, los orígenes de esta variabilidad permanecen desconocidos. Estudios previos han demostrado que la variación en tareas de cognición social es una característica de los adultos con SA (Baez et al., 2012; González- Gadea et al., 2013). Investigaciones futuras deben explorar la heterogeneidad en cognición social en niños con SA.

Este estudio provee evidencias preliminares que indican que las diferencias individuales en IF pueden estar asociadas con los perfiles heterogéneos de las fortalezas y debilidades de los niños con SA. No obstante, estos resultados deben ser extendidos y replicados. El tamaño limitado de la muestra en este estudio no nos permite establecer una relación causal definitiva entre IF y perfiles cognitivos heterogéneos. Un análisis de regresión y modelos de ecuación estructural, los cuales requieren de un extenso número de participantes, podrían ser modelos robustos para predecir el rol de la IF en los perfiles cognitivos.

Además, la heterogeneidad observada puede ser atribuída a explicaciones alternativas. Por ejemplo, las mediciones clínicas de la sintomatología autista ha sido asociada con una heterogeneidad cognitiva en adultos con SA (Hill and Bird, 2006). Estudios futuros deberían replicar estos descubrimientos en niños con SA. Finalmente, las investigaciones tradicionales interpretaban la variabilidad como *ruido* en los datos, los cuales fueron atribuidos a limitaciones en el diagnóstico de SA, dando lugar a múltiples subgrupos de pacientes (Towgood et al., 2009). El DSM-V ha incorporado el diagnóstico de SA dentro de los TEA, con el intento de dar cuenta de la variación de síntomas y de los perfiles cognitivos multifacéticos en cada paciente (Brunsdon and

Happe, 2014). Estudios futuros deberán investigar la sensibilidad del nuevo diagnóstico para dar cuenta de los perfiles cognitivos heterogéneos en estos niños.

#### *3.1.2.4.5. Conclusión*

Sugerimos que la heterogeneidad es la característica principal de los perfiles cognitivos de los niños con SA. Estos descubrimientos tienen una implicancia importante para el tratamiento, la identificación y la evaluación de estos individuos. El DSM-V ha incluido al SA dentro de los TEA, lo que introduce más variabilidad en los síntomas y el comportamiento de estos individuos. El reto para la práctica clínica es trabajar utilizando evaluaciones neuropsicológicas flexibles y extensas que permitan la identificación tanto de los déficits como de las fortalezas en individuos con SA, con el fin de perfeccionar el tratamiento individual.

Los resultados demostraron que los niños con SA, como grupo, presentan dificultades en ToM y en el procesamiento global de la información. A nivel individual, demostraron un amplio rango de variabilidad en la mayoría de las funciones cognitivas evaluadas. Así, pese a que gran parte de las investigaciones buscan un perfil cognitivo típico en individuos con SA, las evidencias sugieren que este síndrome está caracterizado por un patrón desigual de fortalezas y debilidades cognitivas. El presente estudio sobre variabilidad cognitiva inter-individual en niños con SA se alinea con descubrimientos similares en autistas y en adultos con SA.

Además, un detallado ASMC reveló que diferencias individuales en IF pudieron asociarse a este perfil heterogéneo. Los resultados mostraron que una alta IF estuvo relacionada con un bajo deterioro cognitivo. Adicionalmente, la IF estuvo asociada con flexibilidad cognitiva y la velocidad de procesamiento solamente en niños SA. En efecto, habilidades superiores en el razonamiento abstracto podrían compensar o reducir la vulnerabilidad de los niños con SA a desarrollar déficits en otras habilidades cognitivas. Son necesarias más investigaciones para dilucidar aún más la relación entre IF y el funcionamiento cognitivo en estos individuos.

### 3.1.3. Estudio de variabilidad cognitiva en adultos con TDAH y SA

#### 3.1.3.1. Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención con hiperactividad (TDAH) y el Síndrome de Asperger (SA) son trastornos del neurodesarrollo que continúan en la adultez con un perfil cognitivo heterogéneo (Geurts et al., 2008; Happe, Ronald, et al., 2006; Hill & Bird 2006; J.T. Nigg et al., 2005; Sonuga-Barke, 2002). Aunque el diagnóstico de TDAH en pacientes con SA forma parte de los criterios de exclusión de SA (American Psychiatric Association, 2000), una superposición de síntomas entre estos trastornos ha sido extensamente reportada (Ames & White, 2011; Dickerson Mayes, Calhoun, Mayes, & Molitoris, 2012; Gillberg & Billstedt, 2000; Memari, Ziaee, Mirfazeli, & Kordi, 2012; Rommelse et al., 2011; Taurines et al., 2012).

Desde una perspectiva neurocognitiva el TDAH y SA tienen en común una disfunción ejecutiva asociada a los déficits en los circuitos fronto-estriatales (Corbett et al., 2009; Rommelse et al., 2011). Sin embargo, estudios que investigaron las FEs en ambos grupos por separado han encontrado resultados inconsistentes. Aunque muchos estudios sugieren que el TDAH está fuertemente asociado a problemas inhibitorios, memoria de trabajo y problemas en la planificación (Alloway, 2011; Balint et al., 2008; Desjardins et al., 2010; Kofman et al., 2008; Martinussen et al., 2005; J.T. Nigg, 2005) otros estudios no pudieron encontrar déficits en estos dominios (J. T. Nigg et al., 2002; Sonuga-Barke, 2002). Con respecto a los pacientes con SA, estudios recientes también han mostrado resultados inconsistentes en FEs. Aunque la planificación y la flexibilidad han sido los déficits más comúnmente reportados, los resultados también han sido variados, ya que algunos estudios no muestran ninguna diferencia (Hill & Bird 2006; N. Kaland, L. Smith, et al., 2008; Liss et al., 2001; G. Rajendran et al., 2005). Adicionalmente, investigaciones recientes han encontrado que cuando los participantes se enfrentan a tareas más ecológicas de FEs (ej: la Tarea del Hotel para medir *multitasking*) los adultos con TDAH (Torralva et al., 2012) y los participantes con SA (Hill & Bird 2006), que no muestran déficits en los test tradicionales si presentan alteraciones en estas tareas ecológicas.

Numerosos estudios con niños han comparado directamente FEs en TDAH y pacientes con SA, lo cual indica que ambos grupos podrían tener un perfil en FEs diferente (Corbett, Constantine, Hendren, Rocke, & Ozonoff, 2009; Ehlers et al., 1997; Goldberg et al., 2005; Semrud-Clikeman, Walkowiak, Wilkinson, & Butcher, 2010; Sergeant, Geurts, & Oosterlaan, 2002). Happe, Booth, Charlton, and Hughes (2006) han reportado que los déficits en FEs en niños con Trastornos del Espectro Autista (TEA), muchos de los cuales tienen un diagnóstico de SA eran más leves y más propensos a mejorar a lo largo del tiempo que en los niños con TDAH. Sin embargo, se desconoce con exactitud el desarrollo progresivo de estas habilidades neurocognitivas en adultos.

Otra área importante del estudio en TDAH y SA es la cognición social. Aunque los déficits en cognición social han sido reconocidos durante mucho tiempo como la característica central en individuos con SA (Happe, Booth, et al., 2006; Happe, Ronald, et al., 2006), estudios recientes también han encontrado alteraciones en pacientes con TDAH (Ibanez et al., 2011; Uekermann et al., 2010). Sin embargo, la selección de una tarea sensible para evaluar este dominio permanece en discusión. Numerosos estudios han reportado déficits en ToM en adultos con SA utilizando el Test de Paux Pas (TFP) (Torralva et al., 2013; Zalla, Sav, Stopin, Ahade, & Leboyer, 2009), pero un desempeño normal utilizando el Test de Miradas (TDM) (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore, & Robertson, 1997; Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste, & Plumb, 2001; Torralva et al., 2013). No obstante, dos estudios han encontrado una alteración en el desempeño utilizando el último test mencionado (Ponnet et al., 2004; Spek, Scholte, & Van Berckelaer-Onnes, 2011). Con respecto a los individuos con TDAH, estudios previos se han focalizado mayormente en niños (Uekermann et al., 2010), encontrando así que los déficits en ToM no están tan marcados en estos pacientes (Geurts, Broeders, & Nieuwland, 2010). Hasta donde sabemos, las habilidades en ToM no han sido comparadas entre adultos con TDAH y pacientes con un diagnóstico específico de SA. Sin embargo, existen algunos estudios comparativos entre pacientes con TDAH y TEA donde no se encontraron diferencias entre los grupos (Buitelaar, van der Wees, Swaab-Barneveld, & van der Gaag, 1999; Nyden et al., 2010), y una investigación mostró un daño selectivo de ToM en el grupo con TEA (Dyck, Ferguson, & Shochet, 2001).

Por otro lado la toma de decisiones es uno de los dominios de cognición social que está comenzando a ser estudiado en ambos TDAH y SA. Los estudios previos en SA no han reportado déficits en toma de decisiones en pacientes con SA (Johnson et al., 2006; Solomon, Smith, Frank, Ly, & Carter, 2011), mientras que en los individuos con TDAH se han reportado tanto déficits en el desempeño de estas tareas (Mantyla, Still, Gullberg, & Del Missier, 2012; Matthies, Philipson, & Svaldi, 2012) como rendimientos intactos (Ibanez et al., 2012). Sin embargo, los estudios citados previamente no han comparado de manera simultánea en un mismo estudio a pacientes con ambos trastornos.

En resumen, tanto las FEs como la cognición social han sido consideradas preservadas y afectadas en individuos con TDAH y SA. Uno de los factores que puede ser asociado con estos hallazgos inconsistentes es la variabilidad cognitiva reportada tanto en TDAH (Castellanos et al., 2006; J.T. Nigg et al., 2005; Sonuga-Barke, 2005) como en SA (Baez et al., 2012b; Happe, Ronald, et al., 2006; E. L. Hill & C. M. Bird, 2006; Towgood et al., 2009). Braver (2012) establece que la variabilidad cognitiva puede ser diferenciada entre variabilidad intra-individual (variabilidad en el desempeño del mismo individuo en un único test o en múltiples tests) y variabilidad inter-individual o relacionada a la tarea (variabilidad entre individuos del mismo grupo en una tarea). Varios estudios han encontrado una alta variabilidad intra-individual en los tiempos de reacción de los sujetos con TDAH (Castellanos et al., 2005; A. G. Di Martino, M.; Curchack, J.; Reiss, P.; Hyde, C.; Vannucci, M.; Petkova, E.; Klein, D.F.; Castellanos, F.X., 2008; Klein et al., 2006) y recientemente también en niños con autismo de alto funcionamiento (Geurts et al., 2008). Sólo pocos estudios con pacientes con SA han reportado una alta variabilidad inter-individual entre estos (Baez et al., 2012b; Hill & Bird 2006; Towgood et al., 2009).

La mayoría de los estudios con TDAH y SA se han focalizado en los análisis de comparación de grupos (ej: análisis de varianzas) los cuales son problemáticos para aquellos individuos con una alta variabilidad en el desempeño debido al *averaging artifact* (Shallice & Evans, 1978). En otras palabras, estos análisis no pueden describir los dominios en los cuales un único participante presenta un desempeño anormal. Por lo tanto, una diferencia significativa entre grupos no es necesariamente un índice del

deterioro individual en esta variable (Hill & Bird 2006; J. T. Nigg 2005; Sonuga-Barke, Sergeant, Nigg, & Willcutt, 2008). Una metodología desarrollada recientemente denominada Análisis de Series para Casos Múltiples (ASCM) (Hill & Bird 2006; Towgood et al., 2009) ha sido utilizada para superar estos obstáculos. Este nuevo enfoque, mediante la exploración de los rangos de desempeño en una extensa batería de test cognitivos, está destinado a detectar aquellos dominios en los cuales un determinado individuo obtiene un rendimiento por encima o por debajo de lo normal (sub-normal o supra-normal).

El presente estudio, investigó la variabilidad interindividual en FE y cognición social en TDAH, SA y controles utilizando ASCM. Esperábamos encontrar una mayor variabilidad en el desempeño de los dos grupos de pacientes en comparación con el grupo control. Además, se esperaba que el desempeño de pacientes con TDAH fuera más variable en FE, mientras que los pacientes con SA exhibieran un perfil heterogéneo en tareas de cognición social.

Asimismo, utilizando el análisis tradicional de comparación de grupos, se compararon las características tanto diferenciales como comunes en los perfiles cognitivos de FE y cognición social entre TDAH, SA y control. Se esperaban encontrar déficits en la memoria de trabajo en el grupo con TDAH y déficits en la flexibilidad cognitiva en los pacientes con SA. De la misma manera, se hipotetizó que ambos grupos presentarían dificultades al momento de resolver la tarea más ecológica de FE (Tarea del Hotel). En relación con la cognición social, se esperaba que el grupo con SA presentara un desempeño alterado en tareas de ToM y que los pacientes con TDAH tuvieran dificultades en las tareas de toma de decisiones. Finalmente, también hipotetizamos que el ASCM revelaría patrones de perfiles cognitivos diversos dentro y/o entre individuos, mientras que esta variación no podría ser establecida a través de un análisis de comparación de grupos.

### 3.1.3.2. Materiales y métodos

#### 3.1.3.2.1. Participantes.

Para este estudio se reclutaron en total 66 participantes. Se evaluaron 22 pacientes con TDAH (M=35.2 años, DE=12.7), 23 adultos diagnosticados con SA (M=33.0 años,

DE= 9.8) y 21 pacientes con desarrollo típico (M=38.2 años, DE= 14.4) (ver Tabla 1). Los pacientes con TDAH y SA fueron seleccionados de la población de pacientes externos del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO) utilizando los siguientes criterios de inclusión: (1) Sujetos mayores de 18 años; (2) Diagnosticados con TDAH o SA de acuerdo al Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales DSM-IV (American Psychiatric Association, 2000). Los pacientes fueron evaluados durante la entrevista de admisión a la clínica especializada de TDAH y SA en INECO, donde fueron sometidos a un examen minucioso neuropsiquiátrico, neurológico y una evaluación neuropsicológica. Se incorporaron cuestionarios a la evaluación neuropsiquiátrica regular. Parientes u otros parientes allegados fueron usualmente integrados en las evaluaciones durante las cuales se les solicitó completar la versión de los cuestionarios basada en el informante. Los diagnósticos basados en el DSM-IV para TDAH y SA fueron realizados por expertos siguiendo el criterio utilizados en nuestros estudios previos (Torralva et al., 2012; Torralva et al., 2011). Además, para el diagnóstico de SA se utilizó la Evaluación de Asperger en Adultos (AAA, Adult Asperger Assessment) (Baron-Cohen, Wheelwright, Robinson, & Woodbury-Smith, 2005), que incluye el *autism spectrum quotient* (AQ, M= 34.27, DE= 8.74) y el *empathy quotient* (EQ, M= 19.72, DE= 15.11). Los pacientes fueron examinados para descartar posibles trastornos psiquiátricos y neurológicos comorbidos o historia de abuso de drogas o alcohol (criterio de exclusión). Durante la evaluación los pacientes con TDAH se encontraban tomando metilfenidato (54,5%) atomoxetina (9,1%) y benzodiazepinas (18,8%), tanto solas como combinadas. El resto de los pacientes con TDAH (36,3%), todos los individuos con SA, y todos los controles no se encontraban bajo ninguna medicación.

Los controles con desarrollo típicos fueron pareados con los pacientes por sexo, edad, dominancia manual, años de educación y nivel intelectual, y fueron reclutados de una extensa lista de voluntarios. Sus niveles intelectuales fueron evaluados por el *Word accentuation test* (WAT-BA) (Burin, Jorge, Arizaga, & Paulsen, 2000). En todos los casos se solicitó consentimiento y asentimiento informado, aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO), siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki.

Table 1. Demographic data for each group

	ADHD (n = 22)	AS (n = 23)	Control (n = 21)	p
Age (years)	35.27	33.00	38.29	.37
Gender (F:M)	8:14	8:15	10:11	.31
Education (years)	15.14	14.91	15.67	.67
WAT*	37.00	37.43	37.14	.91

\* Word accentuation test (premorbid intellectual level).

### 3.1.3.2.2. Instrumentos

#### FE

#### *Memoria de Trabajo:*

Dígitos hacia atrás: Para esta tarea los sujetos tuvieron que repetir en orden inverso una lista de números que aumentaba progresivamente (Weschler, 2007). El puntaje era el span de dígitos más largo que el participante pudo recordar (máximo 9 puntos).

Letras y números: Se les presentaba a los participantes de letras y números que aumentaba progresivamente y se les pedía que los repita en un orden ascendente y las letras ordenadas alfabéticamente (máximo 21 puntos) (Weschler, 2007).

#### *Flexibilidad cognitiva:*

Wisconsin Cart Sorting Test (WCST): Se utilizó la versión modificada (Nelson, 1976) en la cual se eliminó la ambigüedad al remover aquellas cartas que comparten más de un atributo con las cartas de referencia. El puntaje era el número de categorías completas (rango: 0-6)

Trail Making Test parte B (TMT-B): Los participantes debieron unir 25 números y letras distribuidos aleatoriamente de manera alternada. El puntaje era el número de segundos necesarios para completar la tarea (Partington & Leiter, 1949).

#### *Multitasking:*

Se incluyó la Tarea del Hotel (Torralva, Roca, Gleichgerrcht, Bekinschtein, & Manes, 2009), un test de *multitasking* que está compuesto por cinco actividades que podrían estar presente a la hora de trabajar en un hotel. Los puntajes incluían: (i) número de tareas intentadas (de las 5); (ii) número de las tareas realizadas correctamente (de las 5); (iii) distribución del tiempo – la distribución optima era de tres minutos por tarea - y las desviaciones en segundos de este rango de tiempo fueron calculadas e integradas.



## Cognición Social

*ToM:*

Test De Miradas (TDM): Este test (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore, & Robertson, 1997) mide la inferencia emocional de ToM. Es un test computarizado y validado en el cual 17 imágenes de la región ocular de diferentes caras. Los participantes deben seleccionar el adjetivo (de una lista de cuatro) que mejor describa los pensamientos y/o sentimientos la cada una de las caras. (puntaje máximo 17 puntos)

Tarea de Faux-pass (TFP): Esta tarea mide las inferencias emocionales y cognitivas de ToM. En esta tarea, los participantes leían historias que podrían contener una metida de pata social (Stone, Baron-Cohen, & Knight, 1998). Después de que se leía cada historia, se le preguntaba al sujeto si alguien había dicho algo raro (con el objetivo de identificar las historias con una metida de pata). Si se detectaba una metida de pata, se realizaban preguntas sobre la misma. Cada historia era presentada al participante de una manera tal que no sobrecargara a su memoria de trabajo. El puntaje era computado a través de la suma de la correcta detección de la metida de pata y de la correcta detección de situaciones en donde no había metida de pata (máximo 20 puntos).

*Toma de decisiones:*

Iowa Gambling Task (IGT): La versión computarizada del IGT (A. Bechara et al., 1994) consiste en la selección continua de cartas de cuatro mazos distintos (A, B, C y D) y finaliza después de 100 selecciones. Cada elección de carta es premiada por un cierto número de puntos pero algunas selecciones traen consigo pérdidas. Las elecciones de cartas de los mazos A Y B (“riesgo alto”) generan mayores ganancias (\$100) pero también grandes pérdidas que pueden llevar a deuda total. Los mazos C y D (“riesgo bajo”) generan menores ganancias (\$50 por elección) pero también pérdidas menores. Las elecciones persistentes de estos mazos producen un beneficio. La variable dependiente en esta tarea es el puntaje total, que es calculado a través de la resta del número de elecciones de los mazos de riesgo alta (A + B) por las elecciones de los mazos de riesgo bajo (C + D). Para cuantificar el cambio en la toma de decisiones a lo

largo de la tarea, se dividió esta tarea en cinco bloques, cada uno con 20 elecciones consecutivas de cartas. El puntaje total era la suma de los cinco bloques.

#### *3.1.3.2.3. Análisis de Datos.*

Los datos neuropsicológicos y demográficos fueron comparados entre grupos utilizando análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones posthoc (Tukey's HSD) cuando era apropiado. Se utilizó la prueba de Chi cuadrado para analizar las variables categoriales (ej: sexo). El valor de  $\alpha$  para todas las pruebas estadísticas fue de 0,05. Se utilizó Eta cuadrado ( $\eta^2$ ) para medir el tamaño del efecto para los efectos significativos.

Para evaluar las diferencias entre los individuos se llevó a cabo un ASCM y se comparó cada participante con el grupo control en todas las variables evaluadas. Se utilizó el método de Towgood et al. (2009) utilizando un umbral de 2 desviaciones estándar (DE) de la media de grupo control para definir el rango normal. Primero, se identificaron a los sujetos controles que presentaron un desempeño anormal en cada sub-medida, de acuerdo al criterio de 2DE y se los excluyó. Después, se calcularon nuevamente las medias y los DEs luego de haber excluido estos sujetos e identificar los participantes con TDAH, SA y controles que se encontraban por debajo (-2DE) o por encima (+2DE) de la media. Se llevaron a cabo análisis de frecuencias con el objetivo de registrar los casos en los cuales el desempeño de cada sujeto fue sub-normal o supra-normal. A continuación, se utilizaron pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney) para comparar el número de variables con desempeños sub y supra-normales.

#### *3.1.3.3. Resultados*

##### *3.1.3.3.1. Datos demográficos.*

No se encontraron diferencias en la edad,  $F(2, 63) = 0.99$ ,  $p = .37$ , sexo,  $\chi^2(2) = 2.30$ ,  $p = .31$ , años de educación,  $F(2, 63) = 0.39$ ,  $p = .67$ , ni nivel intelectual  $F(2, 63) = 0.08$ ,  $p = .91$ , entre los grupos (ver Tabla 1).

##### *3.1.3.3.2. Análisis de comparación de grupos*

La Tabla 2 resume las comparaciones entre grupos. Se llevó a cabo un análisis de varianza en cada medida de las pruebas.

Table 2. Means, standard deviation (SD), and group differences in EF and social cognition measures.

	ADHD (n = 22)		AS (n = 23)		Control (n = 21)		ADHD vs. Control	AS vs. Control	ADHD vs. AS	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p	p	p	
<b>Executive Functions</b>	Backwards Digit Span	4.18	.91	5.61	1.31	5.43	1.47	.00	.88	.00
	Letters & Numbers	8.91	2.33	11.09	2.97	11.33	2.54	.02	.95	.01
	TMT-B	78.23	35.41	69.13	27.9	61.4	22.83	.16	.66	.55
	WCST	5.86	.35	5.17	1.67	5.8	.52	.97	.13	.08
	Hotel - number of tasks attempted	4.55	.67	4.43	.99	4.81	.4	.47	.22	.87
	- tasks correctly attempted	4.55	.67	4.43	.99	4.76	.44	.60	.31	.87
	- time allocation	437.24	261.19	458.48	272.52	387.7	134.77	.77	.58	.95
<b>Social Cognition</b>	RMET	14.14	1.08	13.7	2.29	13.95	1.28	.92	.86	.64
	FPT	18.71	2.39	16.17	2.77	19.12	1.17	.85	.00	.00
	IGT - net score	4.51	21.13	16.5	24.3	12.22	21.03	.53	.81	.18
	- block 1	-0,14	3,77	-1,74	5,06	-1,00	6,59	.86	.89	.56
	- block 2	-0,48	5,40	4,22	7,37	0,22	5,44	.93	.11	.04
	- block 3	0,76	7,31	3,48	7,49	3,33	5,31	.47	.99	.39
	- block 4	2,24	7,85	3,87	8,73	5,11	8,07	.52	.88	.79
- block5	1,76	7,96	7,39	10,40	4,44	9,09	.64	.57	.11	

### 3.1.3.3.3. FEs.

Se observaron diferencias significativas entre los grupos en ambas tareas de memoria de trabajo (ver Figura 1 a y b), primero en el Span de Dígitos hacia atrás ( $F(2, 63)=8,60$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.21$ ), donde un análisis posthoc (Tukey HSD,  $MS= 1,55$ ,  $df= 63,00$ ) mostró que el grupo con TDAH obtuvo puntajes inferiores que los pacientes con SA ( $p<.01$ ) y controles ( $p<.01$ ). Segundo, se observaron diferencias significativas en la tarea de números y letras  $F(2, 62)=5,61$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.15$ ). Nuevamente las comparaciones posthoc (Tukey HSD,  $MS= 6.90$ ,  $df = 62.00$ ) revelaron que los pacientes con TDAH obtuvieron un desempeño inferior que los con SA ( $p<.01$ ) y controles ( $p<.01$ ). No se encontraron diferencias entre grupos en flexibilidad cognitiva ni tampoco en TMT-B  $F(2, 62)=1.73$ ,  $p=.18$ ) ni en el WCST  $F(2, 62)=2.91$ ,  $p=.06$ ). De manera similar, no se observaron diferencias en ninguna de las tareas de *multitasking* (número de tareas intentadas)  $F(2, 63)=1.47$ ,  $p=.23$ ); tareas correctamente realizadas  $F(2, 63)=1.08$ ,  $p=.34$ ) y distribución del tiempo  $F(2, 61)=.50$ ,  $p=.60$ ).

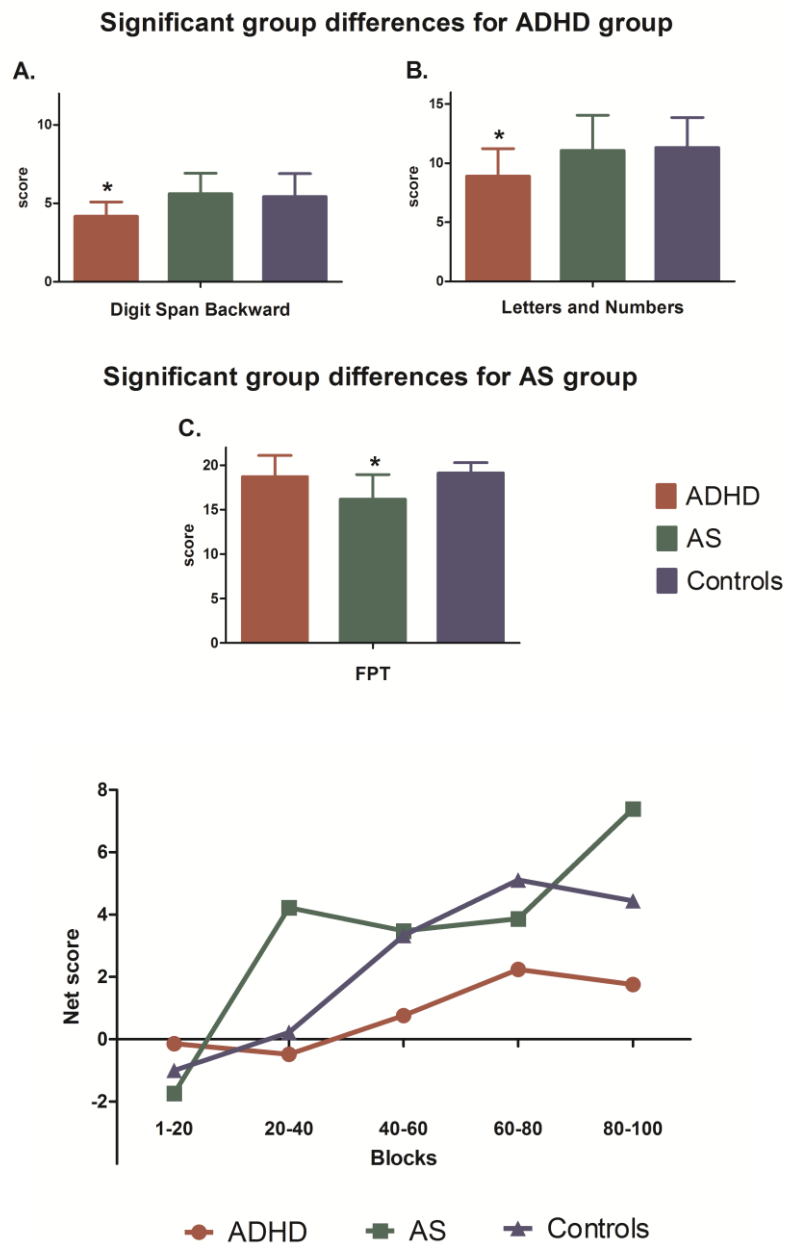
### 3.1.3.3.4. Cognición social

Se encontraron diferencias entre grupos en la tarea de FP  $F(2, 58)=10.21$ ,  $p<.01$ ,  $\eta^2=.26$ ). El análisis post-hoc (Tukey HSD,  $MS= 5.26$ ,  $df= 58.00$ ) mostró que los pacientes con SA obtuvieron puntajes inferiores en esta prueba en comparación con los participantes con TDAH ( $p<.01$ ) y controles ( $p<.01$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la otra prueba de ToM (TDM,  $F(2, 63)=.40$ ,  $p=.66$ ).

Con respecto a la toma de decisiones el puntaje total del IGT no reveló diferencias entre grupos  $F(2, 59)=1.60$ ,  $p=.20$ ). Además, tampoco se observó una interacción entre

bloques y grupos (ver figura 1b). Se encontraron diferencias significativas entre grupos solo en el segundo bloque  $F(2, 59)=3.63$ ,  $p<.01$   $\eta^2=.10$ ). Las comparaciones post-hoc (Tukey HSD,  $MS= 38.58$ ,  $df= 59.00$ ) revelaron que los individuos con SA tuvieron un mejor desempeño que los pacientes con TDAH ( $p<.05$ ) en este bloque.

En resumen, el grupo con TDAH mostró déficits en las FEs particularmente en la memoria de trabajo (Span de dígitos y subtest de números y letras), mientras que el grupo con SA exhibió dificultades en la cognición social, específicamente en ToM (TFP, ver figura 1c).



#### 3.1.3.3.5. Análisis de Series para Casos Múltiples (ASCM)

Se identificaron aquellos individuos que obtuvieron desempeños por fuera de la distribución normal del grupo control en todas las variables (ver tablas 3a – 3c) para examinar la variabilidad cognitiva entre los grupos con SA y TDAH. Estos participantes, considerados *outliers* fueron detectados siguiendo el método desarrollado por Towgood et al. (2009). De esta manera, se consideró un umbral de  $\pm 2DE$  en relación a la media del grupo control para identificar aquellos participantes con un desempeño supra-normales ( $>2DE$  sobre la media del grupo control) y participantes con un desempeño sub-normal ( $<2DE$  por debajo de la media del grupo control).

#### 3.1.3.3.6. Variabilidad inter-individual

Se calculó el porcentaje de sujetos con un desempeño sub- y supra-normal y el porcentaje de *outliers* (participantes con un desempeño sub-normal y participantes con un desempeño supra-normal) para cada grupo en cada medida. Para las tareas que involucraban más de una variable, solo se incluyó la principal (ej: para la tarea del Hotel, la distribución del tiempo y para el IGT, el puntaje total).

En el grupo control, el porcentaje máximo de *outliers* fue de 19,05% (ver tabla 3c). Con respecto a el grupo con TDAH, tres mediciones (de ocho) excedieron este porcentaje máximo (ver tabla 3 a). La memoria de trabajo exhibió la mayor proporción de individuos con un desempeño atípico (números y letras con 45,4%). Además, hubo un alto porcentaje de *outliers* en *multitasking* (tiempo en la tarea del Hotel con 40,9%) y flexibilidad cognitiva (TMT-B con 36,34%).

Con respecto al grupo con SA, seis mediciones, de ocho, excedieron la máxima proporción de participantes con desempeño atípico establecida previamente por el grupo control (ver tabla 3b). Pacientes con SA exhibieron la mayor proporción con *outliers* en las tareas de ToM (TFP con 43,5% y TDM con 34,8%) seguido por el rendimiento en *multitasking* (distribución del tiempo en la tarea del Hotel) con 26,1%), las dos medidas de flexibilidad cognitivas (TMT-B con 26.1% y WCST con 21.7%), y de la memoria de trabajo (Números y Letras con 26.1%).

Estos datos descriptivos sugieren que los pacientes con TDAH y SA presentaron una alta variabilidad inter-individual en algunas de las tareas de FEs tales como *multitasking* y flexibilidad cognitiva (excepto por WSCT en el grupo con TDAH) que no fue evaluada mediante los análisis de comparación de grupos. Además, ambos grupos presentaron una alta variabilidad relacionada a la tarea en memoria de trabajo, pero sólo en la tarea de Números y Letras. Con respecto a la cognición social, el grupo con SA exhibió una alta variabilidad relacionada a la tarea en ambas medidas de ToM (TFP y TMD). Finalmente, se observó en los grupos una baja variabilidad relacionada a la tarea en la toma de decisiones.

Table 3a. Individual profiles of performance for each patient with ADHD\*

Participant	Backwards digit span	Letters & Numbers	TMT-B	WCST	Hotel time	RMET	FPT	IGT net score	% outliers
1									37.50
2									37.50
3									12.50
4									25.00
5									25.00
6									0
7									25.00
8									25.00
9									0
10									37.50
11									25.00
12									12.50
13									12.50
14									37.50
15									25.00
16									0
17									25.00
18									12.50
19									25.00
20									0
21									37.50
22									12.50
% < 2 SDs	0	40.90	36.36	13.64	27.27	0	13.64	9.09	
% > 2 SDs	0	4.54	0	0	13.64	0	4.55	0	
% outliers	0	45.45	36.36	13.64	40.91	0	18.18	9.09	

\*Grey shaded cells show participants whose performance was 2 SDs below the control mean (sub-normal performers). Black shaded cells show participants whose performance was 2 SDs above the control mean (supra-normal performers).

Table 3b. Individual profiles of performance for each patient with AS\*

Participant	Backwards digit span	Letters & Numbers	TMT-B	WCST	Hotel time	RMET	FPT	IGT net score	% outliers
1									62.50
2									25.00
3									25.00
4									0
5									12.50
6									25.00
7									12.50
8									25.00
9									12.50
10									25.00
11									37.50
12									0
13									0
14									50.00
15									62.50
16									12.50
17									0
18									37.50
19									12.50
20									50.00
21									37.50
22									12.50
23									25.00
% < 2 SDs	0	17.39	26.09	21.74	17.39	21.74	43.48	0	
% > 2 SDs	4.35	8.70	0	0	8.70	13.04	0	13.04	
% outliers	4.35	26.09	26.09	21.74	26.09	34.78	43.48	13.04	

\*Grey shaded cells show participants whose performance was 2 SDs below the control mean (sub-normal performers). Black shaded cells show participants whose performance was 2 SDs above the control mean (supra-normal performers).

Table 3c. Individual profiles of performance for each control individual\*

Participant	Backwards digit span	Letters & Numbers	TMT-B	WCST	Hotel time	RMET	FPT	IGT net score	% outliers
1									0
2									0
3									0
4									0
5									12.50
6									0
7									12.50
8									25.00
9									0
10									12.50
11									0
12									12.50
13									0
14									0
15									12.50
16									25.00
17									37.50
18									12.50
19									0
20									25.00
21									12.50
% < 2 SDs	0	14.29	19.05	14.29	0	4.76	0	0	
% > 2 SDs	9.52	4.76	0	0	4.76	0	0	4.76	
% outliers	9.52	19.05	19.05	14.29	4.76	4.76	0	4.76	

\*Grey shaded cells show participants whose performance was 2 SDs below the control mean (sub-normal performers). Black shaded cells show participants whose performance was 2 SDs above the control mean (supra-normal performers).

A los fines de comparar si los grupos diferían en relación al número de outliers, se aplicó un test no paramétrico para comparar el número de medidas del desempeño sub y supra-normal (ver Tabla 4). De esta manera, se registraron los casos en los que el

desempeño fue 2DE por encima o por debajo de la media para cada participante. Los resultados arrojaron diferencias significativas entre el total de las medidas con desempeño sub-normal tanto en el grupo TDAH en comparación al grupo control (U = 113.00,  $p < .01$ ) y tanto para el grupo con SA en comparación al grupo control (U = 148.00,  $p < .05$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos con SA y con TDAH (U = 244.00,  $p = .12$ ). Asimismo, no se observaron diferencias en el número total de medidas con un rendimiento supra-normal entre pacientes con TDAH y el grupo control (U = 225.00,  $p = .83$ ), ni entre pacientes con SA y controles (U = 185.00,  $p = .10$ ) ni entre TDAH y SA (U = 198.00,  $p = .12$ ).

Table 4. Extreme ranges of performance in FE, social cognition, and total measures from each group

	ADHD		AS		Control		ADHD/Ctrls	AS/Ctrls	ADHD/AS
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	P*	P*	P*
EF measures sub-normal	1.18	0.95	0.83	1.11	0.48	0.87	.00	.26	.15
EF measures supra-normal	0.18	0.39	0.22	0.42	0.19	0.41	.79	.58	.76
Social cognition measures sub-normal	0.18	0.39	0.65	0.83	0.05	0.21	.17	.00	.03
Social cognition measures supra-normal	0.09	0.29	0.26	0.44	0.05	0.21	.58	.05	.14
Total measures sub-normal	1.41	1.05	1.48	1.53	0.48	0.87	.00	.01	.83
Total measures supra-normal	0.23	0.42	0.48	0.59	0.24	0.53	.83	.10	.12

Shown is the number of EF measures (Backwards Digit Span, Letters & Numbers, TMT-B, WCST, and Hotel time), and social cognition measures (RMET, FPT, and IGT net score) where performance were either 2SDs below the mean of the controls (sub-normal), more th

Con el fin de explorar la heterogeneidad cognitiva en cada dominio cognitivo, se registró el número de desempeños sub-normales y supra-normales en las sub medidas que involucraban FEs (Dígitos hacia atrás, Números y Letras, TMT-B, WSCT y la Tarea del Hotel) y cognición social (TDM, TFP y el puntaje total en IGT) en cada participante. Nuevamente, un test no paramétrico fue utilizado para comparar la cantidad de medidas con desempeños sub- y supra-normal en cada dominio (ver tabla 4).

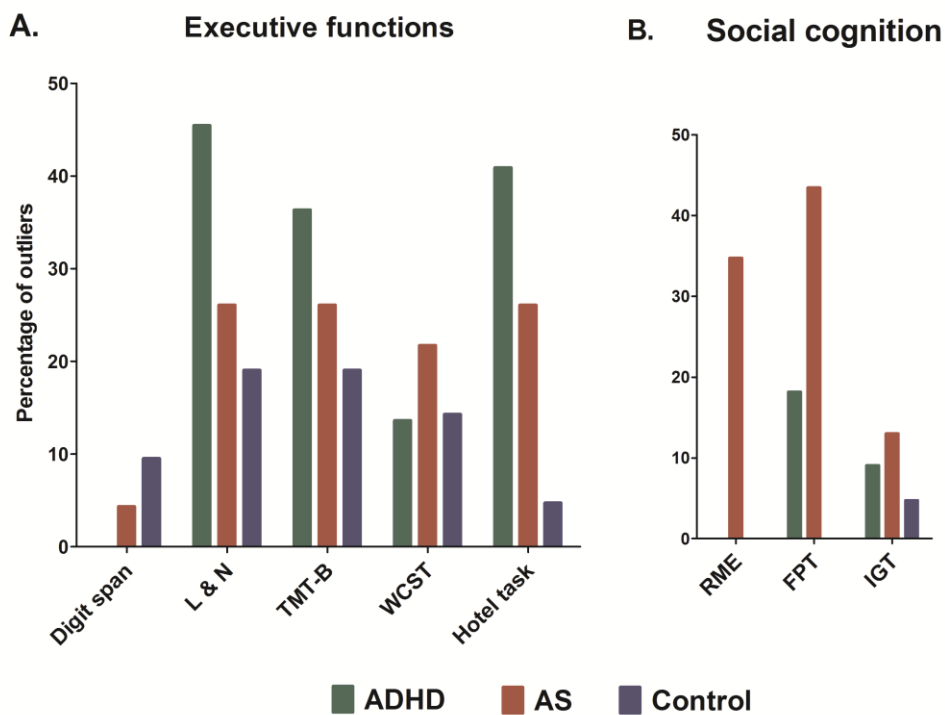
En primer lugar, los participantes con TDAH exhibieron un alto número de sub-medidas con rendimiento sub-normal en FEs en comparación con el grupo control (U = 130.00,  $p < .01$ ) pero no en comparación con el grupo con SA (U = 193.00,  $p = .15$ ). El grupo con TDAH no difirió de los controles ni de grupo con SA en la cantidad de sub-medidas con un desempeño supra-normal en FEs, ni en la cantidad de sub-medidas con un desempeño tanto inferior como superior al normal en cognición social.

Los participantes con SA se diferenciaron con los controles (U = 145.50,  $p < .01$ ) y con individuos con TDAH (U = 179.00,  $p < .05$ ) en la cantidad de medidas con desempeños sub-normales en las tareas de cognición social. No se observaron diferencias



significativas entre el grupo con SA y controles o entre SA y TDAH en las mediciones de cognición social con rendimiento supra-normal ni en las mediciones de FEs con desempeño sub-normal y supra-normal.

En resumen, los adultos con TDAH y aquellos con SA exhibieron un número total más elevado de medidas con desempeño sub-normal que los controles. Específicamente, los individuos con TDAH exhibieron mayor variabilidad en las FEs que los controles pero, no que los pacientes con SA. El grupo con SA exhibió perfiles más heterogéneos en tareas de cognición social comparado con controles y adultos con TDAH (ver Figura 3).



#### 3.1.3.4. Discusión

En el presente estudio se compararon los perfiles de FEs y cognición social en adultos con TDAH y SA (en relación a individuos con desarrollo típico), y se exploró la variabilidad subyacente en el desempeño de dominios cognitivos. Individuos con TDAH demostraron un déficit en FE en relación a la memoria de trabajo, mientras que pacientes con SA mostraron dificultades en cognición social en relación a ToM. Un

análisis detallado de los casos individuales reveló una alta variabilidad inter-individual en ambos grupos de pacientes comparados con los controles. Adicionalmente, los individuos con TDAH y SA compartieron un perfil heterogéneo en FEs, mientras que los pacientes con SA parecen mostrar un perfil heterogéneo único en ToM. Proponemos que la heterogeneidad en FEs es un aspecto convergente entre el TDAH y el SA mientras que la heterogeneidad en ToM es una característica distintiva asociada a adultos diagnosticados con SA.

#### *3.1.3.4.1. Perfiles de FEs en adultos con TDAH y SA.*

Los déficits en FEs son las características comunes más fuertemente encontradas entre TDAH y SA (Rommelse et al., 2011). Sin embargo, estudios previos que estudiaron ambos trastornos por separado han mostrado resultados inconsistentes (Ver revisiones de Happe, Ronald, et al., 2006; Hill, 2004; Rommelse et al., 2011; Sergeant et al., 2002). Hasta donde sabemos, este es el primer estudio comparativo que buscó investigar FEs en adultos con TDAH y SA. Se estudiaron los perfiles en FEs en ambos trastornos utilizando análisis de comparación de grupos y ASCM (Towgood et al., 2009).

Como se esperaba, los pacientes con TDAH se desempeñaron peor que los controles y el grupo con SA en memoria de trabajo. Estos resultados son consistentes con estudios previos que consideran a las dificultades en la memoria de trabajo como el principal déficit de los pacientes con TDAH (Barkley, 1997; Martinussen et al., 2005).

Por otro lado, no se pudieron encontrar déficit en flexibilidad cognitiva en los pacientes con SA que pudieran ser explicados por las variables seleccionadas para medir esta función. Así, una revisión reciente sugiere que la versión modificada del WCST y de TMT-B no son lo suficientemente sensibles para detectar déficits en la flexibilidad cognitiva en pacientes con TEA (Geurts, Corbett, & Solomon, 2009; Liss et al., 2001). Además, en contraposición con nuestra hipótesis, se encontró un rendimiento intacto en las medidas ecológicas de FE tanto en el grupo con TDAH y en el grupo con SA (Tarea del Hotel). Estudios previos también han encontrado un desempeño sin alteraciones en tareas de *multitasking* en niños con TDHA (Gawrilow, Merkt, Goossens-Merkt, Bodenbug, & Wendt, 2011; Siklos & Kerns, 2004). Aunque esta función ha sido menos estudiada en adultos con SA, el único estudio publicado

observó, en este dominio, una variabilidad en el rendimiento (tanto bajo como alto rendimiento) (Hill & Bird 2006).

Uno de los factores que podría explicar la ausencia de diferencias significativas entre estos grupos en las variables previamente nombradas, es la alta variabilidad relacionada a la tarea en ambos grupos. Por ejemplo, la flexibilidad cognitiva (WCST y TMT-B) presenta un alto porcentaje de *outliers* en el grupo con SA. En cuanto al rendimiento en *multitasking*, ambos grupos (TDAH y SA) obtuvieron una mayor variabilidad que los controles. Para finalizar, un ASCM reveló que ambos grupos presentan una variabilidad relacionada a la tarea alta en comparación con los controles en la mayoría de las FEs. Estos resultados sugieren que la ausencia de diferencias significativas entre grupos en FEs no fue necesariamente un índice un rendimiento óptimo. Un nuevo análisis reveló además que los individuos con TDAH se diferencian significativamente con los controles (y no con el grupo SA) en el número total de medidas de FEs en las cuales los sujetos tuvieron un desempeño sub-normal.

Así, en lugar de déficits grupales, la heterogeneidad en FEs es una característica en común entre el TDAH con el SA. En la misma línea, una revisión reciente ha propuesto la evaluación de FEs como una herramienta útil para estudiar los perfiles de comorbilidad entre TDAH y TEA (Gargaro, Rinehart, Bradshaw, Tonge, & Sheppard, 2011). Por otra parte, varios autores han afirmado que la heterogeneidad en el desempeño de tareas cognitivas en TDAH (J. T. Nigg 2005; Sonuga-Barke et al., 2008) y en SA (Happe, Ronald, et al., 2006) raramente se reporta en los estudios empíricos. Estudios previos han mostrado la presencia de desempeño heterogéneo en pacientes con TDAH (J. T. Nigg 2005; Sonuga-Barke et al., 2008; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005), y en pacientes con SA (Hill & Bird 2006; Towgood et al., 2009). Este es el primer estudio que sugiere la heterogeneidad en FEs como una característica común de TDAH y SA.

#### *3.1.3.4.2. Perfiles de cognición social en adultos con TDAH y SA.*

Tradicionalmente, la cognición social ha sido propuesta como un déficit central entre los pacientes con SA (Happe, Ronald, et al., 2006; G Rajendran & Mitchell, 2007). Sin embargo, estudios recientes han sugerido también la existencia de dificultades en cognición social en TDAH (Nijmeijer et al., 2008; Soliva et al., 2009; Uekermann et al.,

2010). Ningún estudio previo ha comprado la cognición social entre adultos con TDAH y adultos con SA. Nuestros resultados muestran un déficit en ToM y una alta variabilidad inter-individual en el grupo con SA. Sugerimos que esta heterogeneidad y los déficits en ToM son una característica única de los pacientes con SA (y no de los pacientes con TDAH).

Como se hipotetizó, el grupo con SA difirió significativamente de los grupos: control y TDAH, en ToM. Sin embargo, estas diferencias solo se observaron en la tarea de FP, y no TDM. Estudios previos han reportado la ausencia de diferencias entre pacientes con SA y controles en TDM (Ponnet et al., 2004; Spek et al., 2011; Torralva et al., 2012) mientras que déficits en FP si han sido consistentemente demostrados (Spek et al., 2011; Torralva et al., 2012; Zalla et al., 2009). Sin embargo, estas discrepancias en el desempeño del grupo con SA fue explorado en profundidad por el ASCM.

Los individuos con SA exhibieron desempeño tanto sub- como supra-normal en TDM, mientras que un número mayor de pacientes obtuvo un desempeño sub-normal en la tarea de FP. Sugerimos que las características de estas tareas podrían explicar estas discrepancias. El TDM puede ser resuelto utilizando estrategias compensatorias para asociar a cada mirada una emoción correcta. Así, las diferencias en el uso de estas estrategias podría explicar la variabilidad en el rendimiento en TDM. En cambio, la tarea de FP presenta situaciones sociales similares a las situaciones de la vida diaria. Las tareas que involucran situaciones de la vida real son más sensibles para detectar los déficits en ToM de los sujetos con TEA y SA (Baez et al., 2012b).

Como se informó previamente (aunque no consistentemente), no se encontraron déficit en ToM en los individuos con TDAH (Dyck et al., 2001; Geurts et al., 2010). Sin embargo, el ASCM reveló una alta variabilidad relacionada a la tarea entre estos participantes en la tarea de FP (tanto sub- como supra-normal). La tarea de FP es una tarea compleja que requiere un alto nivel de atención e implica una gran carga para la memoria de trabajo (Stone et al., 1998). Sugerimos que las variaciones en la dificultad (atención y memoria de trabajo) podrían influenciar el desempeño heterogéneo en adultos con TDAH.

Con respecto a la toma de decisiones, aunque los sujetos con TDAH no obtuvieron un desempeño significativamente inferior en comparación con los pacientes con SA y los

controles en el IGT (figura 2), solo se encontraron diferencias significativas en el segundo bloque de la tarea. Contrariamente a nuestras expectativas, pero consistentemente con estudios previos (Ernst et al., 2003; Ibanez et al., 2012) encontramos, en los sujetos con TDAH, un desempeño intacto en el IGT (en el puntaje total). Similarmente, los pacientes con TDAH exhibieron una baja variabilidad relacionada con la tarea en esta prueba. Este perfil podría ser explicado por la prueba seleccionada para evaluar este dominio. Recientemente algunos autores (Masunami et al., 2009) han propuesto que, más que el puntaje total, la manera más sensible de medir la toma de decisiones en pacientes con TDAH implica considerar las estrategias utilizadas frente a las decisiones, focalizadas en las respuestas específicas frente a las recompensas y castigos..

#### *Implicancias clínicas y empíricas*

Con frecuencia se observa en la evaluación clínica una superposición de síntomas entre los pacientes con TDAH y aquellos con SA (Dickerson Mayes et al., 2012; Taurines et al., 2012). Es más, algunas de las características centrales del SA, tales como las dificultades en habilidades sociales (Mikami, 2010), falta de consciencia sobre los sentimientos de los demás (Nijmeijer et al., 2009) y comportamientos estereotipados han sido reportados en pacientes con TDAH (Hartley & Sikora, 2009). Similarmente, algunas de las características centrales del TDAH tales como las dificultades para focalizar la atención, la hiperactividad e impulsividad, han sido también observadas en sujetos con SA (Dickerson Mayes et al., 2012). Los estudios centrados en niños mostraron que hay una mayor probabilidad de encontrar niños con SA que cumplen los criterios para TDAH que al revés (encontrar niños con TDAH que cumplan los criterios para SA) (Dickerson Mayes et al., 2012; Nyden et al., 2010; Rommelse et al., 2011). Un estudio reciente que comparó la superposición de los síntomas entre niños con TDAH y TEA sugirió que los síntomas del TDAH son parte de los TEA pero que los síntomas de los TEA no son comunes en TDAH (Dickerson Mayes et al., 2012). Nuestros resultados que sugieren que los adultos con TDAH Y SA comparten un perfil heterogéneo en FEs que podría explicar la superposición de los síntomas entre ambos trastornos. En la misma línea, la heterogeneidad en los dominios de cognición social

sería una característica central de los pacientes con SA que podría explicar la baja probabilidad de encontrar síntomas de SA en los pacientes con TDAH.

Por otro lado, la mayoría de los estudios empíricos sobre SA y TDAH han utilizado enfoques basados en la comparación grupal en los cuales se presupone de manera implícita la homogeneidad de varianzas entre los sujetos. Sin embargo, las poblaciones con TDAH y SA son intrínsecamente heterogéneas en su funcionamiento neurocognitivo. Recientemente, varios autores han propuesto abandonar la búsqueda de una causa única que explique el por qué de TDAH y SA, y comenzar a estudiarlos como trastornos complejos y multifactoriales (Happé, Ronald, et al., 2006; Willcutt et al., 2008). En este sentido sería conveniente que los estudios futuros reporten los resultados individuales como, por ejemplo, la proporción de pacientes que excedieron el punto de corte, los rangos de puntuaciones, las medias y las varianzas de la muestra. También combinar las comparaciones de grupo clásicas con ASCM podrían brindar soluciones para superar estos obstáculos (Hill & Bird 2006; J. T. Nigg 2005; Towgood et al., 2009).

#### *3.1.3.4.3. Limitaciones y direcciones futuras*

En primer lugar, al igual que en estudios previos, el número de participantes de cada grupo fue moderado. Por lo tanto, en el análisis de comparación de grupos se pueden haber perdido algunas diferencias debido a la falta de fuerza estadística. Segundo, los perfiles cognitivos heterogéneos encontrados en FEs para los adultos con TDAH y aquellos con SA podrían ser extendidos a otros dominios de FEs que aún no han sido investigados en estudios comparativos tales como el control inhibitorio y la fluencia verbal (J. T. Nigg 2005; Nyden et al., 2010; Rommelse et al., 2011; Verte, Geurts, Roeyers, Oosterlaan, & Sergeant, 2006). Tercero, varios dominios dentro de la cognición social en adultos con TDAH permanecen aún desconocidos en comparación con los pacientes con SA. De hecho, el reconocimiento de emociones, la empatía y el procesamiento del humor son áreas que están emergiendo para estudios comparativos entre TDAH y SA (Uekermann et al., 2010). Cuarto, la heterogeneidad ha sido interpretada también como una consecuencia de la existencia de distintos subgrupos dentro de TDAH y SA (Sonuga-Barke, 2002; Towgood et al., 2009). J. T. Nigg (2005) sugirió distintos subtipos de TDAH y propuso el desarrollo de nuevos criterios

diagnósticos para cada uno de ellos. Finalmente, más de la mitad de los pacientes con TDAH se encontraban bajo tratamiento farmacológico. Los potenciales efectos de la medicación sobre el rendimiento cognitivo (y así la sobre la heterogeneidad) deberán ser considerados en futuros estudios.

#### *3.1.3.4.4. Conclusiones*

La variabilidad cognitiva ha sido ampliamente reportada en los estudios previos sobre TDAH (J. T. Nigg 2005; J. T. Nigg, Willcutt, Doyle, & Sonuga-Barke, 2005; Sonuga-Barke, 2002; Sonuga-Barke et al., 2008) y recientemente en SA (Baez et al., 2012b; Happe, Ronald, et al., 2006; E. L. Hill & C. M. Bird, 2006; Towgood et al., 2009). Este es el primer estudio que compara la heterogeneidad cognitiva entre ambos trastornos y desentraña los roles de FEs y cognición social para cada grupo. Así, sugerimos que los adultos con TDAH y aquellos con SA comparten un perfil heterogeneo en FEs mientras que los pacientes con SA presentan un perfil único heterogeneo en ToM que los distingue de los individuos con TDAH. Nuestror resultados mostraron también diferencias entre grupos en dominios discretos de FE y cognición socia. Es decir, los individuos con TDAH tuvieron déficits en memoria de trabajo, mientras que los pacientes con SA tuvieron dificultades en ToM. En el nivel individual, ambos grupos presentaron una amplia gama de heterogeneidad en los dominios cognitivos. Pese que la investigación en ambos trastornos lleva mucho tiempo buscando los perfiles típicos de alteraciones en las funciones cognitivas para estos trastornos, los resultados actuales brindan evidencia que apoya la idea de que la característica que mejor describe estos trastornos es la heterogeneidad de sus perfiles cognitivos (Happe, Ronald, et al., 2006; J. T. Nigg 2005; Sonuga-Barke et al., 2008).

Desde una perspectiva clínica, el usual caso de encontrar un paciente con SA que cumple el criterio para TDAH, podría ser explicado por la similaridad en sus perfiles de FEs. Por lo tanto, el hecho de que únicamente un bajo porcentaje de pacientes con TDAH cumpla los criterios para SA es consistente con el perfil heterogéneo en ToM que caracteriza a los pacientes con SA.

Estos descubrimientos tienen implicancias en el tratamiento, identificación y evaluación de ambos trastornos. Entender la heterogeneidad presente en los perfiles cognitivos de cada paciente podría llegar a permitir la identificación del perfil

especifico de los adultos con TDAH Y SA, facilitando el desarrollo de tratamientos individuales que cada paciente requiere. Aunque la implementación podría ser difícil, los programas de rehabilitación individuales podrían de esta manera mejorar el funcionamiento social y cognitivo de los pacientes.



## 3.2. Alteraciones neurales en el procesamiento de información: atención y modelos bayesianos

### 3.2.1. Introducción

La codificación predictiva jerárquica ha emergido como un marco para desentrañar los procesos neurales que subyacen a los déficits cognitivos en los trastornos neuropsiquiátricos (Fogelson et al., 2014; Friston, 2012; Limongi et al., 2014). Según esta teoría, las expectativas sesgan la atención hacia las tareas o estímulos relevantes del entorno en individuos con desarrollo neurotípico (Chennu et al., 2013). Sin embargo este proceso podría estar afectados en individuos con anormalidades en el procesamiento *top-down*, tales como los Trastornos Del Espectro Autista (TEA) o Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). En este estudio, se evalúan las influencias de las expectativas *top-down* junto a la predictibilidad de los estímulos en procesamientos más básicos *bottom-up* en niños con TEA y TDAH, mediante marcadores de codificación predictiva jerárquica utilizando electroencefalografía de alta densidad (adEEG). Esto fue medido mediante un paradigma específicamente diseñado para testear codificación predictiva jerárquica a través de potenciales relacionados a eventos (ERP<sup>6</sup>).

De acuerdo a este marco teórico (Friston, 2009), las creencias previas generan predicciones *top-down* que interactúan con señales sensoriales *bottom-up*. Recientemente, Pellicano and Burr (2012) y Lawson, Rees, and Friston (2014) propusieron que los individuos con TEA poseen dificultades con las predicciones *top-down*, lo cual incide en fallas en la contextualización de la información sensorial. Alternativamente, Van de Cruys et al. (2014) han sugerido que estos individuos poseen fallas en el ajuste flexible de las expectativas al contexto (precisión). Así, en contextos poco ambiguos o altamente estructurados, los individuos con TEA generan predicciones excesivamente focalizadas que no pueden generalizarse a otros contextos más impredecibles o inesperados. Por lo tanto, los sujetos con TEA exhibirían

---

<sup>6</sup>Del inglés, RelatedPotentialParadigm.

respuestas neurales normales o incluso superiores frente a estímulos relacionados a la tarea, pero tendrían dificultades frente a eventos nuevos o inesperados. Adicionalmente, una activación anormal de la Corteza Prefrontal (PFC<sup>7</sup>) asociada a disfunciones ejecutivas (Dichter, Felder, & Bodfish, 2009) podría estar relacionada con alteraciones en el procesamiento *top-down*. Aunque dos estudios empíricos recientes (Robic et al., 2014; Skewes, Jegindo, & Gebauer, 2014) han apoyado indirectamente el modelo de la codificación predictiva jerárquica en TEA a un nivel comportamental, no hay evidencias empíricas que testeen este modelo a nivel neural.

En relación al TDAH, aunque por el momento no existen reportes o revisiones teóricas que apliquen las predicciones generadas por el modelo de codificación predictiva jerárquica, hipotetizamos que los déficits en las expectativas *top-down* podrían explicar los síntomas inatención y distractibilidad observados en estos pacientes. Específicamente, las dificultades en la generación de predicciones podría incrementar el nivel de confianza o precisión sobre la evidencia sensorial novedosa. En consecuencia, individuos con TDAH (a diferencia de aquellos con TEA) exhibirían mayores respuestas neurales frente a estímulos inesperados o novedosos (Gumenyuk et al., 2005) y menores respuestas a señales relacionadas a la tarea que demandan de la atención sostenida (Marzinzik et al., 2012). Además, la activación anormal de la PFC y las disfunciones ejecutivas (Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013) podrían estar relacionadas a las dificultades en la generación de expectativas *top-down*. Sin embargo, estas predicciones no han sido probadas aún.

En el presente estudio, se unificaron estas ideas para explorar las bases neurales de las expectativas *top-down* en niños con TDAH y TEA. Para tal fin, se adaptó una tarea auditiva previamente utilizada para testear el modelo de codificación predictiva jerárquica (Bekinschtein et al., 2009; Chennu et al., 2013) para niños. Esta tarea incluyó tonos simples que fueron agrupados contextualmente en secuencias para generar patrones de estímulos frecuentes (estándar) e infrecuentes (target). Los participantes fueron instruidos para prestar atención a cierto tipo de estímulos infrecuentes (target esperados), mientras que también se presentaron otros estímulos infrecuentes sin dar previo aviso de los mismos (target inesperados). En primer lugar, se investigaron los

---

<sup>7</sup>Del inglés, Prefrontal Cortex

marcadores de codificación predictiva jerárquica (Bekinschtein et al., 2009; Chennu et al., 2013): la predicción temprana del error indexado por componente de ERP denominado mismatch negativity (MMN), seguido por el componente P300, responsable del procesamiento atencional superior. Basado en la manipulación experimental, se esperaba que las diferencias entre grupos se manifestarían en el último componente. De esta manera, los niños con TEA presentarían una reducción del componente de P300 frente a los estímulos target inesperados, mientras que una modulación mayor de este componente frente a los estímulos target esperados. Por el contrario, los niños con TDAH exhibirían una reducción de las respuestas de P300 frente a los estímulos target esperados, mientras que una mayor modulación P300 frente a los estímulos target inesperados. En segundo lugar, para explorar los mecanismos frontales subyacentes a estos patrones disociados, se reconstruyeron las fuentes corticales de los componentes P300. Finalmente, se investigaron los mecanismos de control asociados con las diferencias entre grupos en el procesamiento *top-down* explorando la asociación entre los marcadores P300 y el desempeño en tareas de Funciones Ejecutivas (FEs). Se esperó que la variabilidad individual en estos marcadores neurales estuviese asociada con el desempeño en FEs.

### 3.2.2. Materiales y métodos.

#### 3.2.2.1. *Participantes*

Se evaluaron 59 participantes, de los cuales 24 fueron niños diagnosticados con TEA, 16 con TDAH y 19 niños en desarrollo normal. Los individuos en los grupos de TEA y TDAH fueron seleccionados de la población de pacientes externos del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO) y sus instituciones relacionadas usando los siguientes criterios de inclusión: (1) edad entre 8-15; (2) diagnóstico de TEA o TDAH de acuerdo al Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos mentales, quinta edición (DSM-5) (American Psychiatric Association, 2013). Tanto los niños con TEA y TDAH fueron evaluados durante la entrevista de admisión a la clínica especializada de INECO, donde fueron sometidos a un examen minucioso neuropsiquiátrico, neurológico y una

evaluación neuropsicológica. Para medir los síntomas de TEA se utilizó Developmental, Diagnostic and Dimensional Interview (3Di) (Santosh et al., 2009). Este instrumento de diagnóstico es similar al Autism Diagnostic Interview (ADI-R), (Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) con el cual correlaciona fuertemente (Skuse et al., 2004) y emula sus algoritmos para las medidas de déficits en comunicación social, así como los comportamientos restringidos y repetitivos (Mandy, Charman, & Skuse, 2012). Para cuantificar la presentación de los síntomas de TDAH, se utilizó el Conners' Parent Rating Scale Revised: versión corta (CPRS-R:S) (Conners, 1997), el cual mide tanto la inatención como los síntomas hiperactivos-impulsivos (ver Tabla 1). Los sujetos con TEA y TDAH no tomaron ninguna medicación durante las 48 horas previas a los registros de adEEG.

*Table 1: Means (SD) and group differences in demographics, diagnosis symptoms, and executive functions.*

	ASD individuals (N=24)	ADHD individuals (N=15)	Control participants (N=19)	<i>p</i> *
<b>Matching measures</b>				
Age	10.38 (1.97)	11.73 (2.43)	11.63 (2.43)	.104
Gender (males:females)	23:01	11:04	15:04	.121
Fluid intelligence	39.63 (9.83)	39.70 (8.93)	40.16 (8.20)	.970
<b>ASD symptoms (3di)</b>				
Social communication deficits (cut-off: 10)	13.23 (4.18)	3.46 (3.82)	-	.000
Restricted and repetitive behaviors (cut-off: 3)	6.09 (2.57)	1.32 (2.82)	-	.000
<b>ADHD symptoms (CPRS-R:S)</b>				
Inattention (cut-off: 9)	9.09 (4.46)	11.10 (4.43)	-	.067
Hyperactivity (cut-off: 7)	5.50 (3.53)	9 (5.85)	-	.274
ADHD index (cut-off: 20)	17.88 (6.87)	23 (7.91)	-	.093
<b>Executive functions</b>				
Working memory	12.91 (2.43)	14.93 (4.20)	15.37 (2.75)	.026
Inhibitory control	5.97 (6.41)	4.47 (3.38)	4.84 (3.30)	.601
Set-shifting	61.33 (29.40)	47.20 (24.68)	45.63 (23.63)	.101

\* ANOVA test for age, fluid intelligence, and executive functions; Chi-square for gender; and two-tailed student's test for ASD and ADHD symptoms. 3di: Developmental, Diagnostic and Dimensional Interview. CPRS-R:S: Conner's Parent Rating Scale Revised: Short form.

Como grupo control, se reclutaron 22 participantes controles de escuelas vecinas. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: (1) rango de edad (menor de 8 o mayores de 15 años) y (2) antecedentes de discapacidad intelectual, enfermedades neurológicas o psiquiátricas. Utilizando un criterio de pareo por grupo (group-wise matching criteria), 19 de estos participantes fueron seleccionados para formar el grupo control, pareados por edad ( $F(2, 55) = 2.35, p = .104$ ), género ( $\chi^2(2, N=58) = 4.22, p = .121$ ), e inteligencia fluida (Raven's Progressive Matrices Test; 22),  $F(2, 55) = 0.22, p = .970$ ) para ambos grupos de pacientes (ver Tabla 1).

#### 3.2.2.2. FEs

Los participantes completaron una breve evaluación que incluía memoria de trabajo, control inhibitorio y alternancia atencional. La Tabla 1 muestra la media, el DE y las comparaciones estadísticas de estas tareas en los grupos.

En primer lugar, se utilizó el sub-test de Span de Dígitos de la escala de Inteligencia de Wechsler para niños, cuarta edición (WISC IV)(Wechsler, 2003) para evaluar memoria de trabajo. Este test consta de dos partes, en la primera parte los niños repiten distintas series de números leídas por el examinador, en la segunda parte los sujetos repiten series de números pero en orden inverso. El puntaje se calculó a partir de la suma de ambas partes (puntaje máximo 32 puntos)

Para la evaluación de control inhibitorio se utilizó la versión para niños del test de Hayling (Shallice et al., 2002). En esta tarea los participantes debían completar oraciones con una palabra que sea coherente con la frase (primera parte) y luego con palabras que no encajaran en el contexto de la oración (segunda parte). Se midió el número de errores cometidos en la segunda parte; por lo tanto, puntajes altos representaban un peor desempeño.

Por último, se utilizó el Trail Making Test (TMT) para medir la alternancia atencional (O. Spreen & Gaddes, 1969). En esta tarea los niños debían dibujar líneas que conecten números en un orden ascendente (TMT-A) y luego alternar entre números y letras (TMT-B). El rendimiento se calculó a través de la resta de los minutos requeridos en TMT-B a los requeridos en TMT-A; por lo tanto, tiempos más prolongados representaban un peor desempeño (O. Spreen & Gaddes, 1969).

### 3.2.2.3. Tarea Experimental

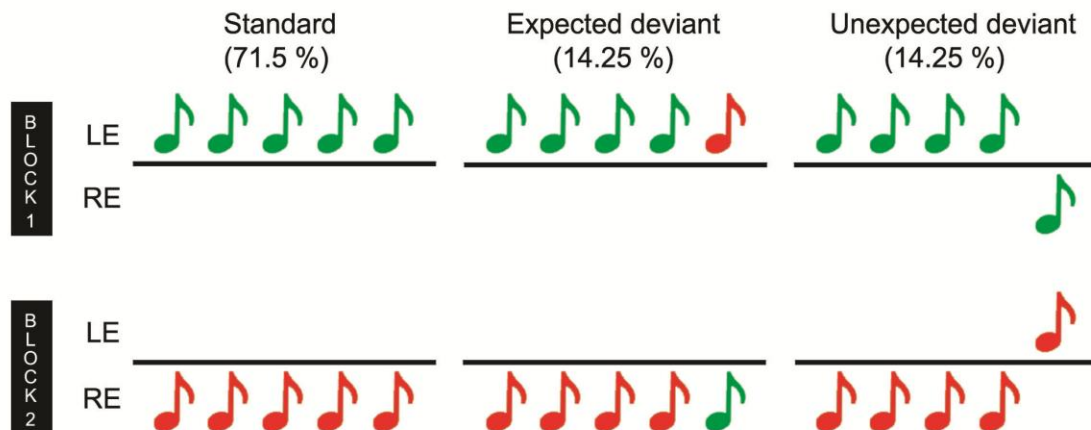
Se adaptó un paradigma de ERP (Bekinschtein et al., 2009; Chennu et al., 2013) para diseñar una tarea auditiva adecuada para niños y focalizada en la manipulación de las expectativas. Los estímulos auditivos consistieron en secuencias de cinco sonidos complejos de una duración de 50 ms separados por un tiempo de 150 ms. Cada sonido complejo fue compuesto por tres tonos sinusoidales, tipo A (500, 1000 y 2000 Hz) o tipo B (350, 700 y 1400 Hz), idénticos a aquellos usados previamente (Bekinschtein et al., 2009; Chennu et al., 2013).

Los estímulos auditivos fueron presentados a través de auriculares utilizando la herramienta Psychtoolbox (versión 3) y reproducido en MATLAB en una computadora de escritorio. Fueron incluidas tres secuencias de sonidos complejos (ver Figura 1): (1) secuencias frecuentes estándar que contenían cinco tonos idénticos (AAAAA o BBBBB) presentadas mono auralmente en el oído derecho o izquierdo; (2) secuencias infrecuentes target esperadas (monoaurales) que incluían cuatro sonidos idénticos y uno del otro tipo (AAAAB o BBBBA) (estos cinco tonos fueron presentados también mono auralmente al oído derecho o izquierdo); y (3) secuencias infrecuentes target inesperadas (inter-auralmente) en el cual los tonos eran idénticos, pero los primeros cuatro eran presentados en un oído y el quinto, en el oído opuesto (AAAAA o BBBBB).

La tarea incluyó dos bloques de estímulos. En cada bloque, el 71.5% de las secuencias eran frecuentes (estándar), el 14.25% eran infrecuentes esperados (target) y el resto 14.25% infrecuentes inesperados (target). En el primer bloque, las secuencias estándar y target inesperadas consistieron en tonos del tipo A, y las secuencias target esperadas utilizando tonos del tipo B. Las secuencias estándar y target fueron presentadas en el oído izquierdo, y las secuencias target inesperadas fueron presentadas en el oído derecho. En el segundo bloque, los sonidos del tipo B fueron utilizados para las secuencias estándar y target inesperados, mientras que los tonos tipo A fueron utilizados para los estímulos target esperados. En el segundo bloque, los estímulos estándar y target esperados fueron presentados en el oído derecho, mientras que los estímulos target inesperados fueron presentados en el oído izquierdo.

La tarea incluyó aproximadamente 220 ensayos (secuencias), igualmente divididos en dos bloques. El intervalo entre las secuencias consecutivas fue sampleado aleatoriamente de una distribución uniforme entre 700 y 1000 ms. Cada bloque comenzó con una fase de habituación que consistía en una pausa de tres segundos seguida por 12 presentaciones de las secuencias estándar que se presentarían a lo largo del bloque. Esta fase era seguida por la fase de evaluación que consistía en un orden pseudoaleatorio que mezclaba las tres condiciones en el cual ambas condiciones target eran intercaladas entre la condición estándar. La duración de cada secuencia era de aproximadamente 3-4 segundos.

Se les pidió a los participantes que escuchen los estímulos auditivos y cuenten mentalmente las secuencias infrecuentes target esperadas. Al final de cada bloque, debían reportar esta cuenta. A través de estas instrucciones, se manipularon las expectativas utilizando dos tipos de estímulos target: (i) infrecuentes esperados, los cuales estaban representados por las secuencias target monoaurales que los participantes debían prestar atención y (ii) secuencias infrecuentes inesperadas, es decir, secuencias target inter-aural que consistían en estímulos novedosos que no habían sido explícitamente especificados en las instrucciones.



#### 3.2.2.4. Recolección y análisis de datos de adEEG

Durante el experimento, se registró la señal de un EEG de alta densidad con 128 canales utilizando un amplificador Biosemi, sampleado a 1024 Hz y referenciado al

promedio de los mastoides. La señal fue re-sampleada a 256 Hz y se le aplicó un filtro pasabanda a 0,5-20 Hz. Las épocas fueron extraídas entre -200 ms y 1300 ms relativos al inicio de la presentación de cada secuencia. Además, las épocas fueron corregidas por una línea de base relativa al promedio durante una ventana temporal de -200 ms antes del inicio del quinto tono.

Los datos que contenían movimientos oculares o musculares excesivos fueron eliminados a través de un procedimiento cuasi-automático; los canales y épocas ruidosas fueron identificadas a través del cálculo de la varianza normalizada y luego manualmente rechazados o preservados mediante la inspección visual. Los canales rechazados fueron interpolados utilizando la función de *spherical spline interpolation* de la herramienta EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004). No se encontraron diferencias significativas en el número de canales interpolados o épocas rechazadas en las tres condiciones y grupos. Los datos conservados fueron conjuntamente re-referenciados a los electrodos mastoides. Estas etapas de procesamiento fueron llevadas a cabo utilizando scripts personalizados de MATLAB utilizando la funcionalidad de EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004).

#### 3.2.2.5. Análisis de datos

Marcadores de ERPs: los componentes MMN y el P300 fueron contrastadas intra-grupo por pares de condiciones (estándar *versus* target) e inter-grupo en las condiciones target (esperadas e inesperadas) utilizando análisis de *cluster* espacio-temporales implementados en FieldTrip (Oostenveld, Fries, Maris, & Schoffelen, 2011). En primer lugar, se seleccionaron ventanas de tiempo entre 100 y 200 ms para el marcador MMN y entre 200 y 600 ms para el marcador P300. Las épocas en la fase de habituación fueron excluidas de este análisis. En las comparaciones inter e intra-grupo, las épocas en cada condición fueron promediadas por sujeto. El número de épocas que contribuyó a los componentes de ERP de cada participante se igualaron, antes de promediar, a través del rechazo aleatorio de épocas en la condición con exceso de épocas. Estos promedios fueron sometidos al análisis de FieldTrip (Maris & Oostenveld, 2007) mediante un procedimiento que compara cada punto espacio-temporal con en el promedio por sujeto utilizando una prueba t de una cola para muestras dependientes (para las comparaciones intra-grupo) o para muestras



independientes (para las comparaciones inter-grupo). El método de cluster no-paramétrico fue utilizado para abordar el problema resultante de las comparaciones múltiples (Bullmore et al., 1999). El valor  $t$  de los puntos espacio-temporales adyacentes con un  $p$  valor de  $<.05$  fueron agrupados a través de la suma de sus valores  $t$ , y el grupo más grande fue retenido. Fue requerido pasar un umbral de un mínimo de dos electrodos vecinos (en un radio de 4 cm) para formar un *clúster* (Chennu et al. 2013). El valor  $t$  para el clúster fue calculado por la suma de los valores  $t$  individuales en los puntos dentro del clúster. Para medir la significación de un clúster espacio-temporal, se repitió este procedimiento 1000 veces, realizando combinaciones y resamplados aleatorios de los promedios por sujeto siguiendo el método Monte Carlo. Después de cada repetición, el valor  $t$  del *clúster* más grande era mantenido. La proporción de estos valores  $t$  aleatorizados 1000 veces que eran más grandes que el valor  $t$  del clúster original fue utilizado para calcular el valor  $p$  del *clúster*.

Reconstrucción de fuente: las fuentes corticales de ambos marcadores P300 de las condiciones target (tanto para los eventos esperados como inesperados) fueron reconstruidas utilizando Brainstorm (Tadel, Baillet, Mosher, Pantazis, & Leahy, 2011). Siguiendo estudios previos en niños y adolescentes (Escobar et al., 2014; Liu, Woltering, & Lewis, 2014), se realizaron calculos del modelo directo (forward model) utilizando el Open MEEG Boundary Element Method (Gramfort, Papadopoulos, Olivi, & Clerc, 2010) en la superficie cortical de un modelo promedio de MNI (colin27) con una resolución de 1 mm. En el siguiente paso, se aplicó el modelo inverso (backward model) utilizando la técnica de minimum *norm estimation* (Baillet, Friston, & Oostenveld, 2011) para estimar la activación de la fuente en picoamperes. Para trazar los mapas corticales, los promedios de activación individuales por condición fueron normalizados al través del cálculo de las puntuaciones  $z$  en cada punto temporal relativo a la actividad basal entre la ventana espacial de -200 a 0 mm. Los puntos de activación temporales fueron promediados para cada grupo en las regiones de interés (ROIs) identificadas visualmente en los mapas corticales de promedio de grupo. Finalmente, la activación para cada ROI fue comparado entre grupos utilizando un análisis basado en FieldTrip similar al utilizado para ERPs pero restringido a la agrupación en la dimensión temporal.

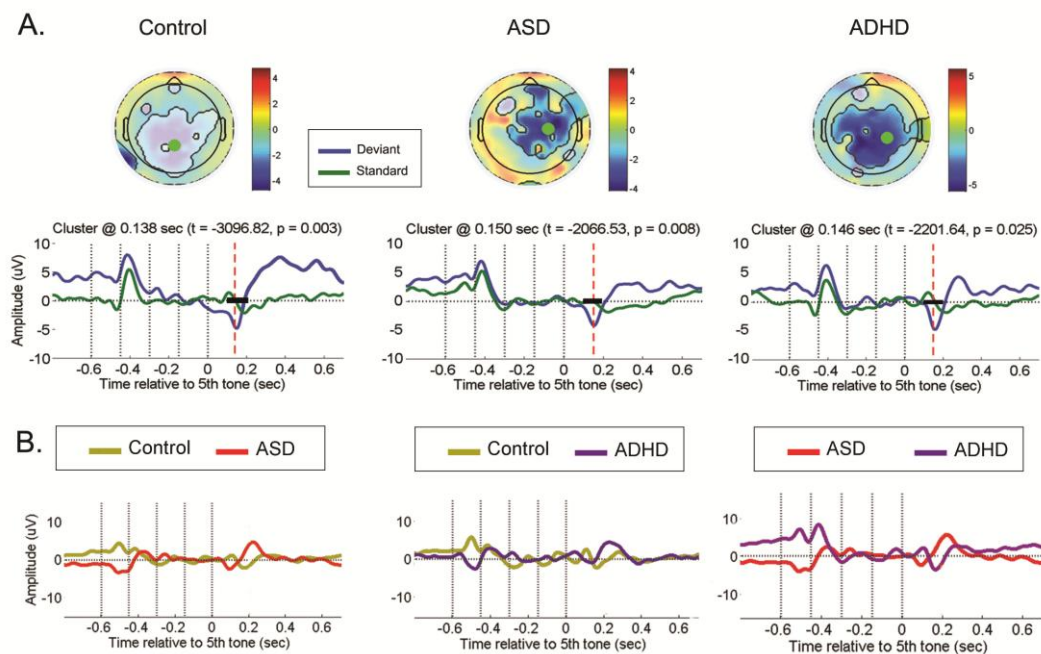
Asociaciones entre marcadores corticales y funciones ejecutivas: se llevó a cabo una correlación de Spearman para poder observar las asociaciones entre los marcadores corticales de las expectativas *top-down* y las tareas de FEs. Para obtener los marcadores corticales, primero se llevaron a cabo análisis de clúster entre las condiciones de interés por cada sujeto (secuencias estándar versus target esperados y secuencias estándar versus target inesperados). Posteriormente, los valores *t* de los clusters espacio-temporales que resultaron significativos entre ambas condiciones para cada participante fueron utilizados como marcadores de las medidas corticales. Estos puntajes fueron asociados con los desempeños en las tareas de FE (memoria de trabajo, control inhibitorio y alternancia atencional). Utilizamos la distancia de *Mahalanobis* (Tabachnick & Fidell, 2001) para la excluir casos extremos multivariantes. Se reportaron las asociaciones (luego de haber excluido los casos extremos) que fueron estadísticamente significativos, indicadas por un valor de  $\alpha < 0.05$ .

### 3.2.3. Resultados

Se investigaron los niveles sucesivos de los marcadores ERP para la codificación predictiva jerárquica: el MMN y el P300 responsable del procesamiento atencional. En ambos niveles y siguiendo estudios previos (Bekinschtein et al., 2009; Chennu et al., 2013), se compararon las condiciones estándar y target en cada grupo utilizando análisis intra-sujetos. Luego, las condiciones target fueron comparadas mediante análisis inter-grupo. Además, se analizaron las influencias de la manipulación de las expectativas al contrastar los efectos de condiciones target esperadas o inesperadas en el procesamiento *top-down*. Como se estableció en la introducción, se esperaba encontrar diferencias entre grupos en P300, en relación al procesamiento atencional superior. Para examinar profundamente esta hipótesis se llevaron a cabo comparaciones en el espacio de reconstrucción de fuente. Para ello, se realizó la reconstrucción de las fuentes corticales de las respuestas P300 asociadas con ambas condiciones target. Finalmente, se examinaron los mecanismos de control cognitivo involucrados, relacionados con las anomalías en las expectativas *top-down* a través de las correlaciones entre P300 y el desempeño en las tareas de FEs.

#### 3.2.3.1. MMN

Se compararon las respuestas tempranas de MMN generadas por las secuencias estándar y target esperadas por cada grupo (ver Figura 2A). El análisis de *cluster* espaciotemporal identificó una activación temprana MMN significativamente mayor generada por las secuencias target en los tres grupos: control (cluster  $t = -3096.82$ ,  $p = .003$ ), individuos con TEA (cluster  $t = -2066.53$ ,  $p = .008$ ), y niños con TDAH (cluster  $t = -2201.64$ ,  $p = .025$ ). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas en el análisis inter-grupo para esta condición target (ver figura 2B). Estos resultados sugieren que la predicción del error generada en las etapas tempranas del procesamiento auditivo se encuentra desarrollada normalmente en los participantes controles y ambos grupos de pacientes.



### 3.2.3.2. P300

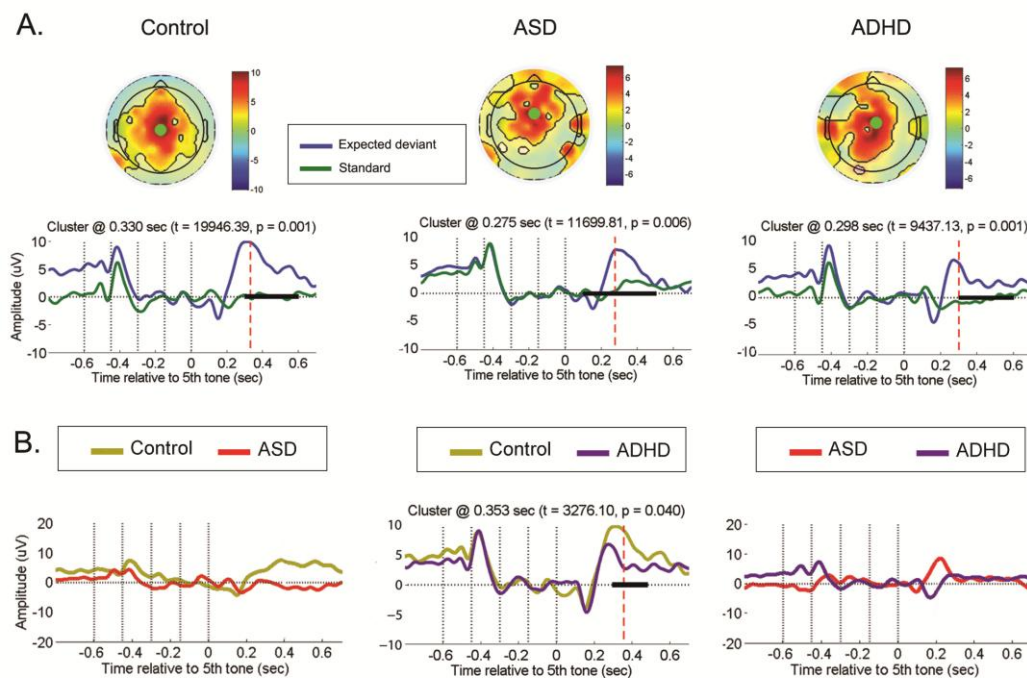
En esta sección se analizan por separado las respuestas P300 para las secuencias target esperadas e inesperada y el respectivo análisis de reconstrucción de fuente para cada una de estas condiciones.

#### Secuencias target esperadas

Los componentes de P300 evocados por secuencias target esperadas fueron significativamente mayores que en las secuencias estándar tanto en el grupo control

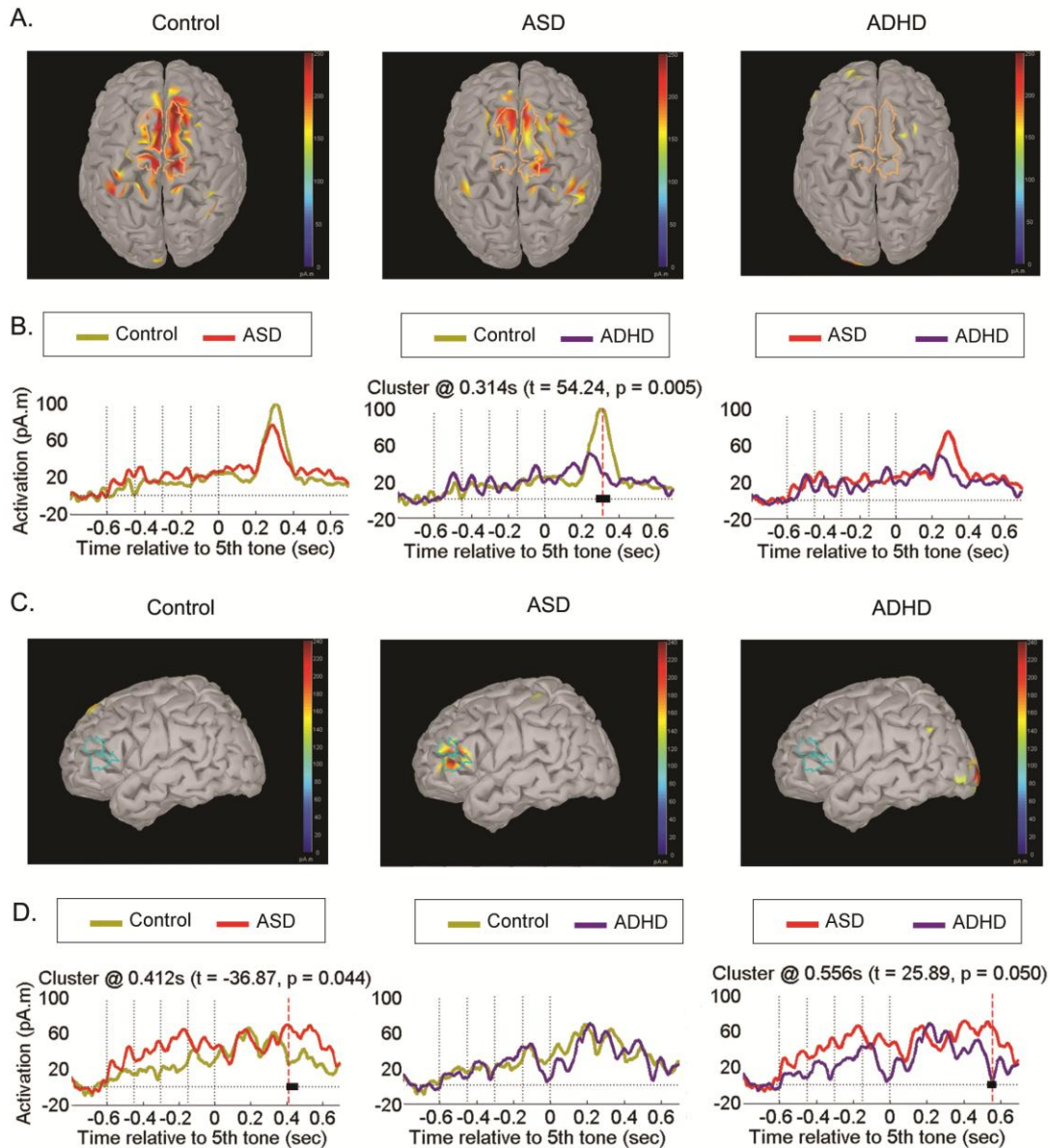
(cluster  $t = 19946.39$ ,  $p = .001$ ), el grupo con ASD (cluster  $t = 11699.81$ ,  $p = .006$ ), y el grupo con TDAH (cluster  $t = 9437.13$ ,  $p = .001$ ) (Figura 1A). Sin embargo, las comparaciones inter-grupo en esta condición target revelaron que los individuos con TDAH presentaron menor amplitud en este componente que los controles (cluster  $t = 3276.10$ ,  $p = .040$ ) (Figura 1B). No se observaron diferencias significativas en esta condición entre los grupos con TDAH y TEA, ni tampoco entre los individuos con TEA y los controles.

Estos resultados muestran que si bien todos los participantes generaron modulaciones de P300s frente a las secuencias target esperadas, el análisis inter-grupo reveló que este marcador top-down atencional se encontró reducido en el grupo con TDAH en comparación con el grupo control.



En relación al análisis de reconstrucción de fuente, como puede observarse en la figura 2A, se presentó una activación de la corteza frontal (FC) bilateral frente a las secuencias target esperadas en el pico de P300s tanto en el grupo control como en el grupo con TEA. Sin embargo, dicha activación no fue observada en los sujetos con TDAH. El *análisis de clúster* temporal inter-grupo para la activación de esta condición en este ROI (figura 2B) reveló una activación mayor en esta fuente en el grupo control

en comparación con el grupo con TDAH (clúster  $t = 54.24$ ,  $p = .005$ ). No se encontraron diferencias significativas entre el grupo control versus el grupo con TEA, ni tampoco entre el grupo con TEA versus el grupo con TDAH.



En la fase más tardía de este componente P300 ( $\approx 500$  ms), se observó una activación de la corteza dorsolateral prefrontal izquierda (DLPFC) en solo en el grupo con TEA (figura 2C). Esta activación fue mayor en este grupo que en el grupo control (clúster  $t = -36.87$ ,  $p = .044$ ) y que los participantes con TDAH (cluster  $t = 25.89$ ,  $p = .050$ ) (Figura 2D). No se encontraron clúster significativos entre el grupo control y grupo con TDAH.

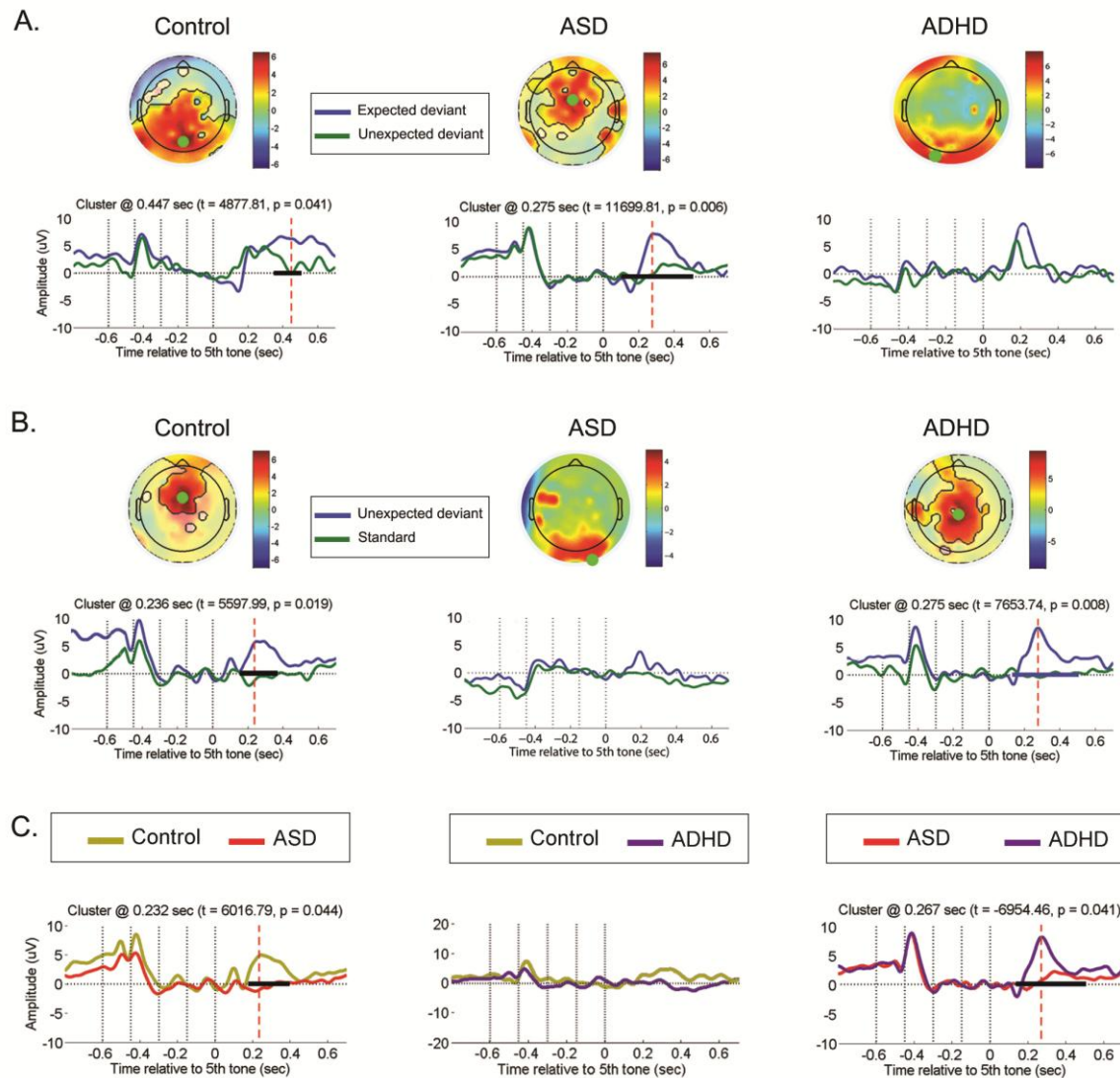
Estos resultados sugieren menor compromiso cortical en los individuos con TDAH frente a aquellos estímulos que requieren atención voluntaria (secuencias esperadas). Contrariamente, los participantes con TEA presentaron una activación frontal superior, sugiriendo habilidades en el procesamiento atencional frente a estímulos demandados en la tarea.

#### Secuencias target inesperadas

Se realizaron análisis intra-grupo para contrastar los componentes P300 entre las secuencias target esperadas e inesperadas (Figura 3 A). Tanto en el grupo control (cluster  $t = 4877.81$ ,  $p = .041$ ) como en el grupo con TEA (cluster  $t = 11699.81$ ,  $p = .006$ ), se encontraron respuestas P300 significativamente más altas frente a los estímulos target esperados en comparación con los estímulos inesperados. Sin embargo, no se encontraron clusters significativos entre estas condiciones en el grupo con TDAH. Estos resultados son consistentes con los resultados presentados anteriormente y sugieren que la respuesta cerebral frente a las expectativas generadas por los estímulos que demandan atención en la tarea (eventos target esperados) se encuentran reducidos en los niños con TDAH.

Subsiguientemente, se analizó la modulación intra-grupo de los componentes P300 para los eventos inesperados en relación a los estímulos estándar. Se encontró mayor amplitud de respuestas P300 frente a las condiciones target en comparación con las estándar en el grupo control (clúster  $t = 5597.99$ ,  $p = .019$ ) y en el grupo con TDAH (clúster  $t = 7653.74$ ,  $p = .008$ ). Sin embargo, esta modulación no estuvo presente en los sujetos con TEA (Figura 3B). Asimismo, los análisis inter-grupo para la condición de estímulos target inesperados revelaron una disminución de este componente en el grupo con TEA en relación al grupo control (clúster  $t = 6016.79$ ,  $p = .044$ ) y al grupo con TDAH (cluster  $t = -6954.46$ ,  $p = .041$ ) (Figura 3c).

Estos resultados sugieren que los niños con TEA generaron respuestas atencionales mínimas a las secuencias target inesperadas (a pesar de su novedad) y se focalizaron en las secuencias esperadas que fueron explicadas en las instrucciones de las tareas.

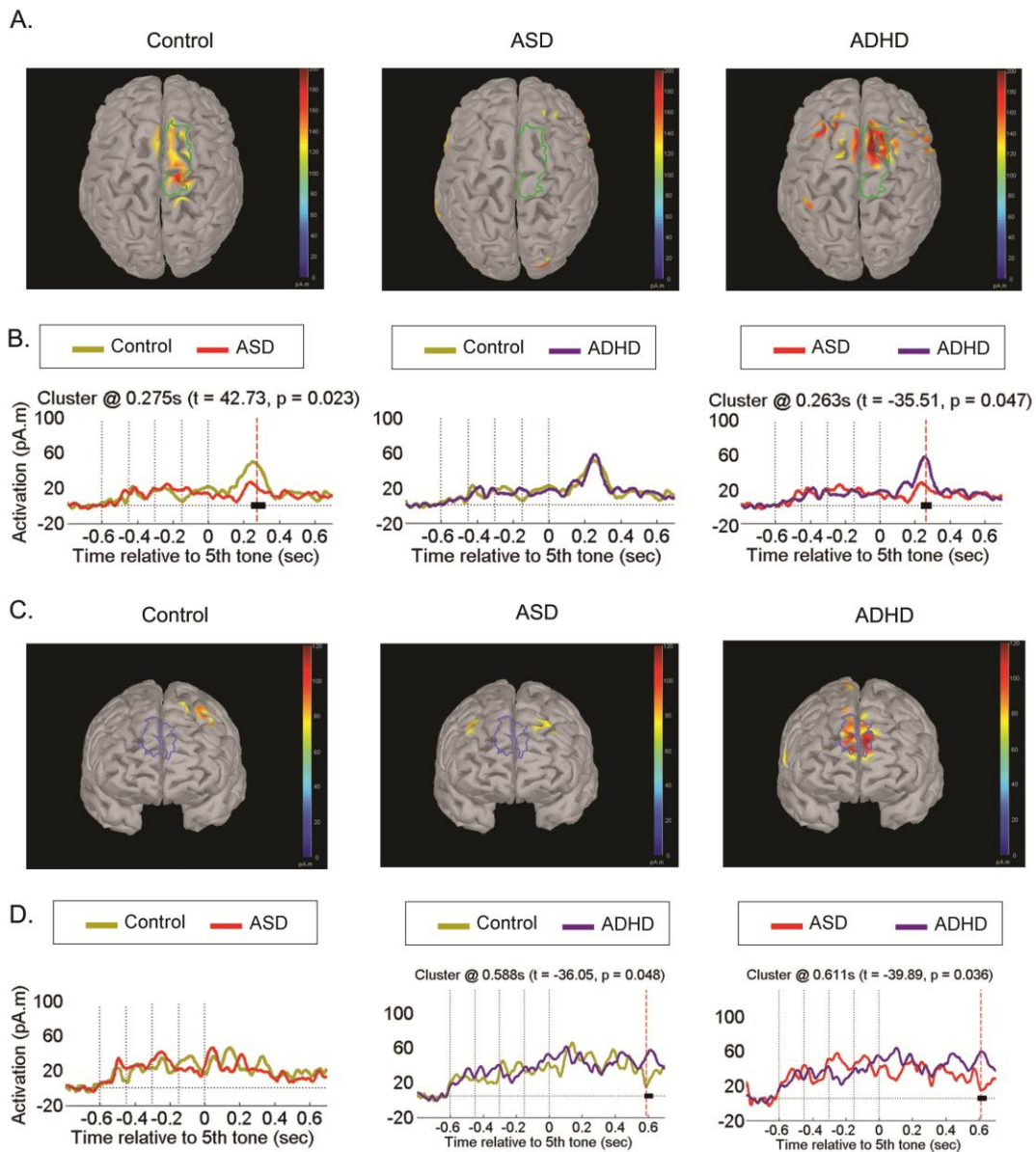


En relación al análisis de reconstrucción de fuente, se observó una activación de la FC superior derecha en el pico del componente P300 frente a estos estímulos tanto en el grupo control, como en el grupo con TDAH. Esta activación estuvo ausente en los individuos con TEA. El análisis de clúster reveló diferencias significativas entre el grupo con TEA en comparación con el grupo control (cluster  $t = 42.73, p = .023$ ) y el grupo con TDAH (cluster  $t = -35.51, p = .047$ ) (Figura 4B).

En relación a los componentes tardíos del P300, se observó una activación de la corteza prefrontal bilateral, sólo en los sujetos con TDAH (Figura 4C). El análisis de clúster inter-grupo para este ROI (Figura 4D) confirmó que el grupo con TDAH presentó

una activación significativamente mayor en comparación con los controles (cluster  $t = -36.05$ ,  $p = .048$ ) y el grupo con TEA (cluster  $t = 39.89$ ,  $p = .036$ ).

En conjunto, estos resultados indican que si bien se presentó una reducción en la activación fronto-cortical frente a los eventos inesperados en los niños con TEA, los niños con TDAH presentaron una activación superior frente a estos estímulos.



### 3.2.3.3. Asociaciones entre los marcadores corticales y FEs.



En la siguiente sección, se reportan por separado las correlaciones significativas entre los marcadores P300 de cada condición target y el rendimiento en tareas de FEs para cada grupo (ver detalles en sección de análisis de datos).

Marcadores corticales para estímulos target esperados: Se encontraron asociaciones significativas entre el marcador cortical de las secuencias esperadas y el rendimiento en FEs en el grupo control y TEA. Específicamente, un aumento en las respuestas corticales, cuantificados por el valor  $t$  del cluster temporal estadísticamente significativo, fue asociado con un mejor rendimiento en memoria de trabajo en el grupo control ( $r_s = .47, p = .043$ ) y un mayor control inhibitorio en el grupo con TEA ( $r_s = .62, p = .002$ ). No se encontraron asociaciones significativas en el grupo con TDAH.

Marcadores corticales para estímulos target inesperados: se observaron asociaciones significativas únicamente en el grupo con TDAH. Un aumento en las respuestas neurales frente a las secuencias inesperadas fue asociado con un mejor desempeño en tareas de alternancia atencional ( $r_s = .61, p = .035$ ). No se observaron asociaciones significativas en el grupo con grupo control y con TEA.

En resumen, los marcadores neurales del procesamiento atencional de expectativas se relacionaron con distintas habilidades ejecutivas en cada uno de los grupos. En los niños controles, habilidades superiores en memoria de trabajo estuvieron asociados con marcadores corticales de atención frente a los estímulos relevantes para la tarea (esperados), sugiriendo un correcto procesamiento atencional frente a estos estímulos. Con respecto a los niños con TEA, un mayor control inhibitorio se relacionó con un aumento en las respuestas neuronales frente a los estímulos esperados, indicando así un mayor control cognitivo estrechamente relacionado a las instrucciones explícitas de la tarea. Finalmente, en los individuos con TDAH, mayores habilidades en la alternancia atencional estuvieron asociadas con un aumento en las respuestas corticales frente a las secuencias inesperadas, sugiriendo que la alternancia entre distintos estímulos puede haberse visto incrementada en la tarea.

#### 3.2.4. Discusión

El presente estudio investigó las expectativas *top-down* en conjunto con la saliencia *bottom-up* utilizando marcadores ERP de codificación predictiva en niños con TEA,

TDAH y controles. Nuestros resultados mostraron que los niños con TEA y TDAH presentan una disociación en los marcadores neurales de las expectativas *top-down*. En comparación con los otros grupos, los niños con TEA presentaron repuestas fronto-corticales reducidas (localizadas en la corteza frontal superior) frente a eventos inesperados, mientras que exhibieron un aumento en la activación frontal tardía frente a los estímulos relacionados a la tarea (en la DLPFC derecha). En cambio, los niños con TDAH presentaron respuestas corticales reducidas frente a los estímulos target esperados (en FC superior) pero demostraron un aumento en la activación frontal tardía (en PFC bilateral) frente a estímulos inesperados y/o novedosos.

En los marcos actuales de codificación predictiva, la atención resulta del ajuste o precisión acerca de las creencias sobre los estímulos ambientales (Friston, 2009). En este sentido, las anomalías en las expectativas *top-down* podrían ser atribuidas a una confianza desproporcionada (precisión) depositada tanto en las creencias previas, en el caso de los niños con TEA, como en los estímulos sensoriales novedosos del entorno, como en el caso de los individuos con TDAH. Por lo tanto, este marco nos permite postular una explicación más amplia acerca de cómo las dificultades en precisión de la atención podrían subyacer a las respuestas atípicas frente a contextos impredecibles en los niños con TEA y el aumento de la captura atencional *bottom-up* en los niños con TDAH.

Además, nuestros resultados muestran que estas respuestas neurales atípicas estuvieron asociadas con diferentes correlatos conductuales. En niños con TEA, un mejor control inhibitorio se relacionó con los marcadores neurales frente a los estímulos demandados por las tareas. En los niños con TDAH, un aumento en las habilidades de alternancia atencional, se asoció a un aumento en los marcadores neurales frente a los estímulos no relevantes para la tarea (novedosos).

Según sabemos, éste es el primer estudio empírico que utilizó el marco de la codificación predictiva jerárquica para delinear los mecanismos neurales que podrían ser responsables de las anomalías atencionales en los individuos con TEA y TDAH.

#### *3.2.4.1. Marcadores tempranos de la predicción del error en niños con TEA y TDAH*

Los marcadores bottom-up relativos a los errores de predicción automáticos indexados por el MMN se encontraron modulados acorde a lo esperado en 3 grupos. Así, se presentó mayor amplitud en este componente frente a los estímulos target en comparación con los eventos estándar. Esta modulación ha sido interpretada como un marcador automático de predictibilidad bottom-up en un estadio temprano de la codificación predictiva jerárquica (Garrido, Kilner, Stephan, & Friston, 2009).

Estudios previos sobre MMN en individuos con TEA han revelado inconsistencias (Gomot & Wicker, 2012), probablemente debido a las diferencias en las demandas atencionales de las tareas (M. A. Dunn, Gomes, & Gravel, 2008). De esta manera, se presentaron modulaciones típicas de MMN en individuos con TEA frente a estímulos atendidos (tareas activas). Sin embargo, esta modulación estuvo reducida frente a estímulos desatendidos (tareas pasivas) (M. A. Dunn et al., 2008). Nuestros resultados son consistentes con estos estudios previos al mostrar modulación de MMN frente a estímulos esperados en los niños con TEA.

Con respecto a los niños con TDAH, nuestros resultados son similares a los hallazgos previos que reportan una modulación normal de MMN en estos individuos (Barry, Johnstone, & Clarke, 2003).

Desde la perspectiva de la codificación predictiva jerárquica, estos resultados sugieren que los déficits en ambos trastornos no están explicados por dificultades en el procesamiento bottom-up de los errores de predicción. De lo contrario, se podrían explicar mejor a través de las anomalías en las expectativas *top-down* y la atención, indicadas por el estadio tardío en la codificación predictiva jerárquica.

#### *3.2.4.2. Expectativas top-down en niños con TEA*

Nuestros resultados mostraron que los niños con TEA presentaron menor amplitud en el componente P300 y una reducción en la activación de la corteza frontal en respuesta a los estímulos inesperados. Asimismo, estos niños mostraron un aumento en la activación de DLPFC en la fase tardía de las respuestas P300 frente a los estímulos que demandaban atención en la tarea (esperados). Estos resultados son consistentes con estudios previos que han reportado déficits en los componentes P300 frente a estímulos novedosos y/o inesperados en estos individuos (O'Connor, 2012) y una

mayor activación de la PFC dorsomedial frente a estímulos target esperados (Dichter et al., 2009).

Basados en la codificación predictiva jerárquica, nuestros resultados sugieren que los individuos con TEA podrían presentar déficits en el ajuste flexible de la precisión frente a contextos inciertos o inesperados (Van de Cruys et al., 2014). En otras palabras, la tendencia a inhibir la influencia *bottom-up* y el sesgo atencional hacia los estímulos esperados podría desencadenar dificultades en el ajuste de la precisión en contextos cambiantes. Estos hallazgos se alinean con las investigaciones previas sobre la codificación predictiva jerárquica en los niños con TEA (Lawson et al., 2014) que sugieren que estos individuos fallan principalmente en la contextualización de la información sensorial en base a las creencias previas, y que estas dificultades emergen sobre todo en situaciones inciertas (Gomot & Wicker, 2012). Más específicamente se ha propuesto (Van de Cruys, de-Wit, Evers, Boets, & Wagemans, 2013; Van de Cruys et al., 2014) que el ajuste flexible de la precisión se encuentra afectado en el TEA, lo cual lleva a la generación de predicciones exacerbadas (*hyper priors*) y poco generalizables. También se ha propuesto que una menor confianza puesta en las expectativas (*hipo priors*) podría explicar la hipersensibilidad frente a estímulos sensoriales en los individuos con TEA (Lawson et al., 2014; Pellicano & Burr, 2012). Aunque esta teoría parece contradictoria con nuestros hallazgos, la hipersensibilidad sensorial ha sido asociada con manifestaciones severas de TEA (Tavassoli et al., 2014). Dado que se evaluaron niños con sintomatología moderada a leve de TEA, estas hipótesis podrían aplicar para niños con TEA con sintomatología más severa. Adicionalmente, tanto las predicciones atenuadas como exacerbadas indican fallas en el ajuste de la precisión (Lawson et al., 2014), y por lo tanto, ambos déficits podrían emerger frente a los contextos inciertos.

Por otra parte, los contextos altamente estructurados podrían favorecer la generación de expectativas y el control cognitivo frente a estímulos distractores. En esta línea, los individuos con TEA suelen mostrar un desempeño intacto en tareas cognitivas en donde la información es explícita, pero fallan en aquellas tareas más implícitas donde las reglas deben ser inferidas (Baez & Ibanez, 2014; Baez et al., 2012a; Senju, Southgate, White, & Frith, 2009; White, Burgess, & Hill, 2009). Posiblemente, estos

individuos utilizan estrategias de control cognitivo desproporcionadas para seguir las instrucciones de la tarea, atenuando así el procesamiento frente a los estímulos inesperados. La asociación observada entre las anomalías *top-down* y el control inhibitorio en niños con TEA apoya esta hipótesis.

Por el contrario, en contextos desestructurados, la información que ingresa por los canales sensoriales podría sobrecargarse. Dado que en el presente estudio se han utilizado tareas explícitas y estructuradas, estudios futuros deberán explorar las expectativas *top-down* utilizando paradigmas desestructurados (por ej: tareas sin instrucciones) para probar esta hipótesis.

#### 3.2.4.3. Expectativas *top-down* en sujetos con TDAH.

Los niños con TDAH exhibieron menor amplitud en el componente P300 al igual que una reducción en la activación de la corteza frontal frente a los estímulos que demandaban atención en la tarea (eventos target esperados). En cambio, frente a estímulos novedosos e inesperados, estos niños demostraron una sobre activación de la corteza prefrontal en la ventana tardía de este potencial.

Estos resultados se asemejan a estudios previos en TDAH en donde se reportan déficits en la modulación del componente P300 frente a los estímulos target (esperados)(Barry et al., 2003; Kemner et al., 1996; Marzinzik et al., 2012; Senderecka, Grabowska, Gerc, Szewczyk, & Chmylak, 2012), así como también un aumento en la alternancia atencional frente a los eventos novedosos (inesperados) (Gumenyuk et al., 2005; Keage et al., 2006; Kemner et al., 1996).

En nuestro estudio, estas anomalías se encontraron relacionadas a un mejor rendimiento en tareas de alternancia atencional en niños con TDAH. En individuos con desarrollo típico, esta habilidad permite una alternancia flexible entre ambos set atencionales. Sin embargo, una alternancia atencional inapropiada a estímulos irrelevantes/novedosos podría reducir la focalización de la atención a estímulos esperados en los niños con TDAH. Esta interpretación es consistente con estudios previos que han reportado una alternancia atencional anormal en estos individuos (Cepeda, Cepeda, & Kramer, 2000; J. T. Nigg 2005).

Basados en el marco de la codificación predictiva jerárquica, nuestros resultados sugieren que las dificultades en las expectativas *top-down* en los niños con TDAH se deben a una confianza (precisión) desproporcionada hacia la información sensorial novedosa en relación a las creencias previas. En este sentido, déficits específicos en el ajuste de las expectativas hacia las instrucciones de la tarea podrían provocar dificultades para atenuar la saliencia sensorial y, consecuentemente, aumentar la distractibilidad en estos niños.

#### *3.2.4.4. Limitaciones.*

En primer lugar, los análisis intra-grupo no revelaron dificultades en los niños con TDAH en responder a estímulos target esperados. La ausencia de estos resultados podría deberse a la corta duración de la tarea. Estudios previos han reportado déficits en la modulación del P300 en individuos con TDAH frente a estímulos target sólo en tareas con tiempos largos de duración entre estímulos, y por lo tanto de duración mas prolongada (Johnstone & Galletta, 2013; Wiersema, van der Meere, Roeyers, Van Coster, & Baeyens, 2006). Estudios futuros deberán probar la modulación atencional de estos marcadores neurales en tareas con distinta duración.

En segundo lugar, debido al tamaño reducida de la muestra y a la alta variabilidad inter-individual reportada en ambos trastornos (Geurts et al., 2008; M. L. Gonzalez-Gadea et al., 2013; M. L. Gonzalez-Gadea et al., 2014), utilizamos un análisis no-paramétrico que no consideró los efectos de las interacciones entre los grupos y las condiciones, así como la inclusión de co-variables como la edad, la sintomatología y/o la comorbilidad. Estudios futuros con muestras más amplias deberán explorar la influencia de estas variables utilizando métodos multivariados.

#### *3.2.4.5. Conclusión*

En esta investigación utilizamos los conceptos y predicciones del actual modelo de codificación predictiva jerárquica para explorar las respuestas atencionales atípicas en TDAH y TEA. Los niños con trastornos del neurodesarrollo exhibieron un patrón neural doblemente disociado; los niños con TEA estuvieron fuertemente influenciados por las instrucciones explícitas previas de la tarea y menos afectados por los estímulos novedosos e inesperados, mientras que los niños con TDAH estuvieron mayormente

influenciados por los estímulos irrelevantes de la tarea que por aquellos que habían sido anticipados en las instrucciones previas. Estos descubrimientos podrían aportar herramientas para la comprensión de los síntomas comúnmente presentes en estos trastornos. En los individuos con TEA, la influencia exacerbada de las expectativas previas pueden dar cuenta de los intereses restringidos y la hipo-reactividad a frente a los estímulos novedosos, mientras que en los individuos con TDAH, dificultades en la generación de expectativas previas podría explicar los síntomas de distractibilidad.

Desde una perspectiva teórica, la codificación predictiva jerárquica podría ayudar a revelar las bases neurales del procesamiento anormal de la información en los trastornos del neurodesarrollo. Tradicionalmente, estas dificultades han sido explicadas por los déficits en los procesos superiores tales como teoría de la mente o FEs en TEA (Baron- Cohen et al., 1985; Hill, 2004) y disfunción ejecutiva en el TDAH (Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996), o contrariamente, por fallas en los procesos básicos, como las teorías que versan sobre el funcionamiento perceptual atípico en TEA (U. Frith, 1989a; Mottron et al., 2006) y los niveles de *arousal* anormales en TDAH (Sergeant, 2005). Considerando que las teorías de codificación predictiva jerárquica han sido desarrolladas para proveer explicaciones más amplias sobre el procesamiento cortical de información, éstas podrían brindar un valioso método, teóricamente validado para reconciliar interpretaciones conflictivas de bajo y alto nivel en el TDAH y TEA.

### 3.3. Marcadores neurales de toma de decisiones monetarias y sociales

#### 3.3.1. Introducción

Enfoques emergentes en toma de decisiones (Ruff & Fehr, 2014) proponen procesos neurocognitivos similares tanto para decisiones monetarias como sociales. De manera consistente, estudios previos han demostrado que el circuito de recompensa se activa durante decisiones monetarias (selección entre opciones que implican ganancias y pérdidas monetarias) (J. D. Cohen & Blum, 2002; Kable & Glimcher, 2009; Rangel, Camerer, & Montague, 2008). Del mismo modo, este mismo circuito de recompensa se activa durante la toma de decisiones social (elegir cooperar con el otro, tomar conductas prosociales, realizar donaciones, entre otros)(Haruno & Frith, 2010; Moll et al., 2006; Rilling et al., 2002; Tricomi, Rangel, Camerer, & O'Doherty, 2010; Zaki & Mitchell, 2011). Consecuentemente, los marcos que consideran la existencia de un procesamiento común entre ambos tipos de decisiones predeciría que las dificultades en la representación de recompensas sociales y monetarias podría afectar el desarrollo de procesos cognitivos asociados a la toma de decisiones monetaria y social. Así, tanto los resultados que resultan de decisiones monetarias (ganancias versus pérdidas) como los que resulten de la toma de decisiones social (cooperar versus traicionar) implicarían el procesamiento cerebral de recompensas y castigos asociado al circuito de recompensa.

El *feedback error-related negativity* (fERN<sup>8</sup>) es un marcador electrofisiológico que modula la respuesta cerebral frente a las recompensas y castigos como así también el proceso de auto-monitoreo en respuesta al feedback. El fERN ha sido ampliamente utilizado para explorar las bases neurales en la toma de decisiones. Este componente es generado principalmente por la actividad de la corteza cingulada anterior (CCA), una región crucial para el desarrollo de procesos cognitivos como la respuesta cerebral frente a ganancias y pérdidas (Gehring & Willoughby, 2002; Kennerley, Walton, Behrens, Buckley, & Rushworth, 2006) así como la evaluación motivacional de las interacciones sociales (Moll et al., 2006; Rilling et al., 2002; Sanfey, Rilling, Aronson,

---

<sup>8</sup> Del inglés, feedback error related negativity



Nystrom, & Cohen, 2003). El fERN se presenta como una deflexión negativa mayor para las pérdidas en comparación a las ganancias durante tareas de toma de decisiones monetarias (Gehring & Willoughby, 2002; Luu, Tucker, Derryberry, Reed, & Poulsen, 2003; Miltner, Braun, & Coles, 1997; Walsh & Anderson, 2012). Adicionalmente, en tareas de toma de decisiones social, como la evaluación de decisiones justas e injustas (Boksem & De Cremer, 2010; Moser, Gaertig, & Ruz, 2014; Wu, Hu, van Dijk, Leliveld, & Zhou, 2012) y prejuicio social (Kim, Liss, Rao, Singer, & Compton, 2012; Sun & Yu, 2014) se ha evidenciado mayores respuestas de fERN frente a interacciones sociales indeseables (engañar, ser injusto, discriminar, etc.) que frente a las decisiones prosociales (cooperar, ser justo, etc.). En consideración de estos hallazgos previos (modulación de fERN en tareas de toma de decisiones monetaria y social) y la activación de la CCA frente a interacciones no-sociales y prosociales (Moll et al., 2006; Rilling et al., 2002), podría esperarse que las respuestas de fERN asociadas a la activación de la CCA podrían estar modulada frente a pérdidas monetarias individuales de la misma manera que frente a las decisiones no-cooperativas (por ejemplo: traicionar al otro).

Con el objetivo de investigar los mecanismos neurales comunes entre la toma de decisiones monetaria y social estudiamos dos trastornos neuropsiquiátricos con perfiles de déficits aparentemente diferentes en estos procesos: Trastorno por Déficit de Atención/Hiperactividad (TDAH) y Trastorno del Espectro Autista (TEA). En niños con TDAH se han observado dificultades en el procesamiento cerebral de recompensas (Groen, Gaastra, Lewis-Evans, & Tucha, 2013; Hauser et al., 2014; Luman, Tripp, & Scheres, 2010), mientras que no existen estudios previos reportados que hayan investigado los correlatos neurales de la toma de decisiones social en esta población. Sin embargo, siguiendo las predicciones de los marcos teóricos recientes en toma de decisiones (Ruff & Fehr, 2014), las dificultades de los niños con TDAH en la representación neural del valor de las recompensas podría afectar tanto a las decisiones monetarias como sociales. Por el contrario, en individuos con TEA se han reportado correlatos neurales anormales frente a decisiones sociales (P. H. Chiu et al., 2008; Edmiston et al., 2014; C. D. Frith & Frith, 2008) frente a un procesamiento conservado frente a recompensas monetarias (Delmonte et al., 2012; Larson et al.,

2011; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Stavropoulos & Carver, 2014). En consecuencia, hipotetizamos que los niños con TEA exhibirían una respuesta comparable a los niños en desarrollo normal frente al feedback monetario, pero marcadores neurales anormales frente a decisiones sociales, en donde el beneficio individual primaría por sobre el interés social en estas decisiones.

En el presente estudio testeamos estas hipótesis mediante la medición de electroencefalografía de alta-densidad (hdEEG<sup>9</sup>) mientras niños con TDAH, TEA, y niños en desarrollo normal realizan realizaban tareas de toma de decisiones monetarias y social. Para la evaluación de la toma de decisiones monetaria se utilizó la versión para niños del Iowa Gambling Task (IGT-C) adaptada para la técnica de ERP. Para la toma de decisiones social se usó una versión modificada del juego del Dilema del Prisionero (PDG<sup>10</sup>) (Axelrod & Dion, 1988; Axelrod & Hamilton, 1981). En este juego, los participantes observan un juego entre dos jugadores quienes toman decisiones de cooperación y traición entre sí para ganar puntos. Es importante señalar que en este juego, el dilema surge de tener que decidir entre traicionar al compañero, lo cual ofrece mayor recompensas, o cooperar con él, lo cual significa menor ganancia.

Se esperaba que los niños con TDAH presenten una modulación reducida de fERN entre ganancias versus pérdidas como así también entre las decisiones de cooperación versus traición acompañadas por una reducción en la activación de la CCA durante ambas tareas de toma de decisiones. En los niños con TEA se esperó encontrar una modulación normal de fERN frente a ganancias y pérdidas asociadas a la activación de la CCA durante decisiones monetarias (IGT-C) y una modulación anormal de fERN y menor activación de la CCA frente a las decisiones sociales del PDG. Específicamente, considerando que los individuos controles exhiben un sesgo frente a las interacciones pro-sociales en sus decisiones (Fehr & Fischbacher, 2003), esperamos mayor negatividad de fERN y activación de la CCA para las decisiones de traición, aunque estas ofrecen una mayor recompensa. De manera inversa, ya que los niños con TEA fallan al considerar las creencias y sentimientos de los demás (U. Frith, 2001), esperamos mayor modulación de las respuestas de fERN y una activación de la CCA

---

<sup>9</sup>Del inglés, high-density electroencephalography

<sup>10</sup>Del inglés, Prisoner's Dilemma Game

frente a las opciones de cooperación (es decir, las respuestas fERN estarían moduladas por un interés individual más que prosocial).

### 3.3.2. Materiales y métodos

#### 3.3.2.1. *Participantes*

Fueron evaluados 67 participantes, 28 niños diagnosticados con TEA (27 niños y una niña), 18 con TDAH (12 niños y 6 niñas), y 21 participantes niños en desarrollo típico (13 niños y 8 niñas). Los individuos de los grupos con TEA y TDAH fueron seleccionados de 60 pacientes ambulatorios del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO) y de sus instituciones relacionadas considerando los siguientes criterios de inclusión: (1) rango de edad entre 8-15, similar al utilizado en estudios previos (Brumback, Arbel, Donchin, & Goldman, 2012; Gumenyuk, Korzyukov, Alho, Escera, & Naatanen, 2004) (2) diagnósticos de TDAH y TEA de acuerdo con el Manual diagnóstico y estadístico de los Trastornos Mentales, quinta edición (DSM-5)(American Psychiatric Association, 2013). Ambos niños, con TEA o TDAH, fueron evaluados durante las entrevistas de admisión en una clínica especializada de trastornos del desarrollo, en los que se sometieron a un examen detallado, que incluye examen neuropsiquiátrico, neurológicos, y una evaluación neuropsicológica. Para medir los síntomas de TEA, se utilizó la Entrevista Dimensional de Desarrollo y Diagnóstico (3Di)(Santosh et al., 2009). Este instrumento es similar a la herramienta Diagnóstica de Autismo ADI-R (Lord et al., 1994) con la cual se correlaciona fuertemente (Skuse et al., 2004) y emula sus algoritmos para las medidas de deficits en comunicación social y comportamientos restringidos y repetitivos (Mandy et al., 2012). Para cuantificar los síntomas del TDAH, se utilizó la Conners' Parent Rating Scale Revised: Forma corta (CPRS-R: S) (Conners, 1997) que evalúa síntomas inatención y síntomas de hiperactividad-impulsividad (ver Tabla 1). Los sujetos con TEA y TDAH no tomaron la medicación durante las 48 horas antes de las mediciones de hdEEG.

Fueron reclutados veinticinco niños y adolescentes como grupo control. Los criterios de inclusión para este grupo fueron los siguientes: (1) rango de edad entre 8-15 (2) ausencia de antecedentes de discapacidad intelectual, enfermedades neurológicas o psiquiátricas. Utilizando un criterio de pareo por grupo (group-wise matching criteria),

21 de estos participantes fueron seleccionados al grupo control, emparejados por edad ( $F(2, 64) = 2.12, p = .129$ ) e inteligencia fluida (Test de Matrices Progresivas de Raven; (J. Raven et al., 2008)),  $F(2, 64) = 0.88, p = .916$ ), en relación a los grupos con TEA y TDAH (ver Tabla 1)

*Table 1: Means (SD) and group differences in demographics and diagnosis symptoms.*

	ADHD (N=18)	ASD (N=28)	Control (N=21)	p*
Age	11.67 (2.45)	10.39 (2.06)	11.43 (2.40)	.129
Fluid intelligence	39.89 (8.18)	40.14 (9.39)	39.10 (8.53)	.919
<b>ASD symptoms (3di)</b>				
Social communication deficits (cutoff: 10)	3.84 (3.79)	13.26 (4.17)	-	.000
Restricted and repetitive behaviors (cutoff: 3)	1.18 (1.69)	5.85 (2.54)	-	.000
<b>ADHD symptoms (CPRS-R:S)</b>				
Inattention (cutoff: 9)	11.79 (4.02)	9.75 (4.62)	-	.201
Hyperactivity (cutoff: 7)	9.36 (4.32)	5.72 (3.41)	-	.012
ADHD index (cutoff: 20)	24.07 (6.24)	18.72 (7.01)	-	.032

\* ANOVA two-tail test. 3di: Developmental, Diagnostic and Dimensional Interview. CPRS-R:S: Conner's Parent Rating Scale Revised: Short form.

### 3.3.2.2. Tarea de toma de decisiones monetarias: IGT para niños (IGT-C)

Se adaptó el IGT computarizado para su utilización para la técnica de ERP. La Figura 1A muestra un ejemplo de la secuencia de un ensayo. Cada ensayo comenzó con la presentación de dos mazos solicitando al participante que seleccione una carta de alguno de estos mazos, presionando las teclas 1 y 2 respectivamente. El tiempo para decidir entre estas opciones fue libre, pero los participantes tomaron entre 300 y 900 milisegundos (ms) aproximadamente para decidir. Luego, de la selección el estímulo fue reemplazado por una pantalla conteniendo una cruz de fijación, durante un intervalo con tiempo de duración aleatorio entre 500 y 800 ms. Luego, se presentó la pantalla con el feedback o resultado de la elección durante 500 ms. En caso de que el

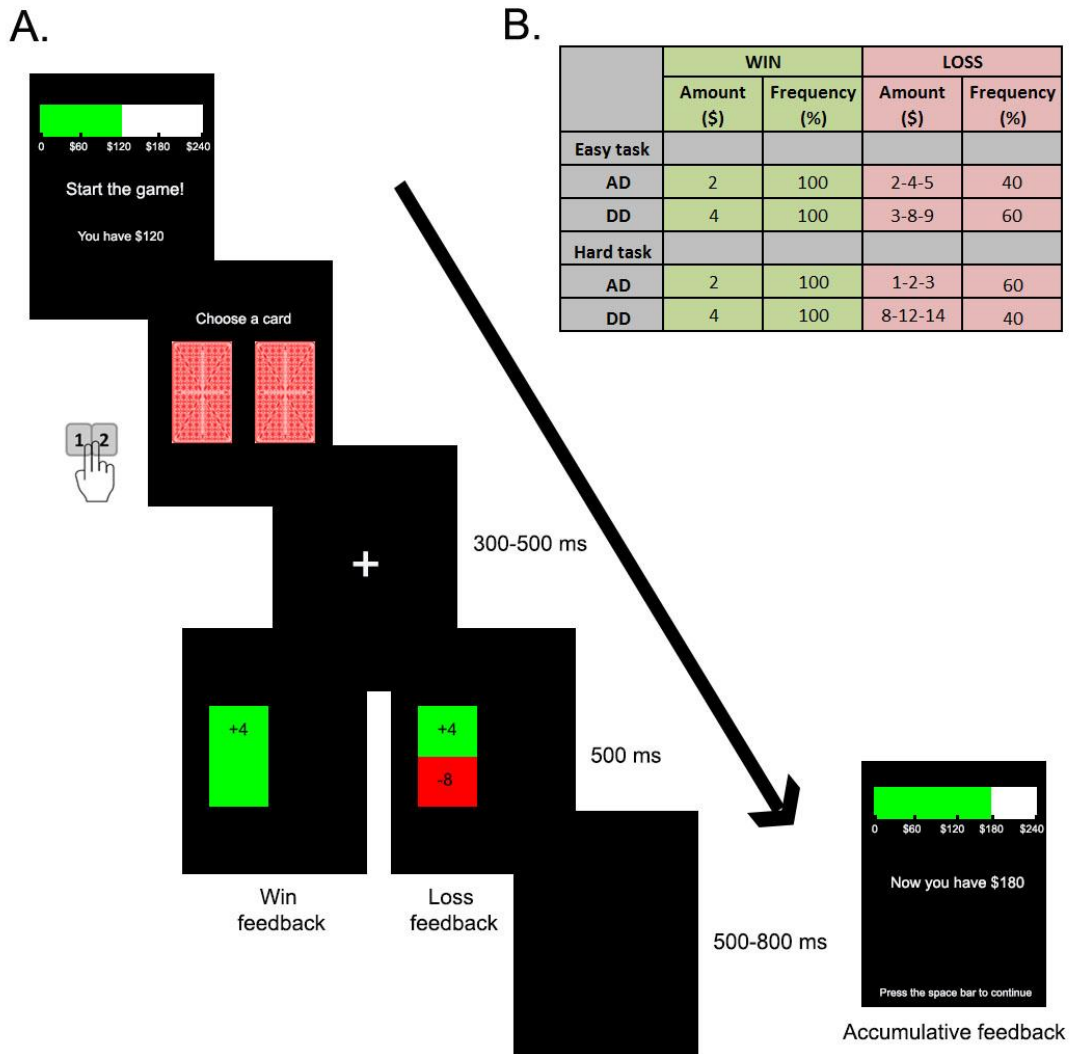
feedback fuese sólo ganancias, se presentó una carta verde mostrando el monto de ganancia en la parte superior. El feedback que incluía ganancias y pérdidas estuvo representado por una carta mitad verde, indicando el monto de ganancia en la parte superior y mitad roja, indicando el monto de pérdida en la parte inferior. Por último, una pantalla negra apareció entre 500 y 800 ms (intervalo aleatorio) indicando el comienzo de un nuevo ensayo. De esta manera la duración de cada ensayo fue entre 1300 y 2700 ms aproximadamente.

El objetivo de la tarea era maximizar un capital inicial de \$120 representado por una barra de dinero que fue presentada en una pantalla al iniciar el juego. Luego de 20 elecciones, una pantalla reflejaba el total de dinero acumulado hasta ese momento mediante esta barra (ver Figura 1A). Los participantes volvían a la tarea principal presionando la barra espaciadora del teclado. La tarea concluía al finalizar de la octava pantalla que reflejaba este total acumulado.

Se incluyeron dos tareas del IGT-C con dos mazos que diferían en su beneficio a largo plazo (MF y MD) y la frecuencia de pérdida (alta o baja) (Figura 1B). Ambas versiones contenían un MV con pequeñas ganancias (\$2) y un MD con altas ganancias (\$4). La frecuencia de ganancias permanecía constante en toda la tarea (100%), es decir, cada vez que se seleccionaba una carta, se obtenía una ganancia. Sin embargo, el monto y frecuencia de pérdidas difería entre mazos y versiones. En la versión fácil, la frecuencia de pérdidas era baja (40%) para el MV-B y alta (60%) para el MD-A. En la versión difícil, la frecuencia de pérdidas entre los mazos estaba invertida (MV-A y MD-B). Dado que estudios previos (Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; E. Crone & van der Molen, 2007; D. G. Smith et al., 2012a) han reportado que la estrategia principal de los niños en el IGT es evitar ambos MD y las opciones con alta frecuencia de pérdidas, contrastamos las respuestas fERN entre las ganancias y las pérdidas provenientes de estas opciones.

Los participantes no fueron advertidos acerca del número de ensayos ni la distribución de ganancias y pérdidas de la tarea. Los participantes fueron informados de que recibirían chocolates luego de completar la tarea, de acuerdo al dinero acumulado: uno por menos de \$120, dos por un resultado entre \$120 y \$180 y tres por más de \$180.

Todos los participantes realizaron las dos tareas y el orden de presentación de las mismas fue contrabalanceado. Antes de comenzar, los participantes realizaron una breve sesión de práctica (10 ensayos) en la cual se otorgaron las consignas (ver Anexo 1).



### 3.3.2.3. Tarea de toma de decisión social: PDG para niños (PDG-C)

Se adaptó el Juego del Dilema del Prisionero (PDG-C) (Axelrod & Dion, 1988; Axelrod & Hamilton, 1981) para niños. En el PDG-C los participantes observaron una juego virtual entre dos jugadores: Simón y Pedro. Simón fue presentado como un niño bueno y estudioso, mientras que Pedro como un niño malo y maleducado (ver instrucciones en Anexo 7). Los participantes fueron instruidos que ambos jugadores se encontraban en

diferentes habitaciones y podían elegir de manera independiente si cooperar o no (traicionar) con el otro jugador. Cada jugador ganaba puntos dependiendo de la interacción entre ambos jugadores: en caso que ambos colaborasen, ambos ganaban 3 puntos; si ambos traicionaban, ambos ganaban 1 punto; y si uno colaboraba y el otro traicionaba, el jugador que traicionó se llevaba 5 puntos mientras que el otro jugador ningún punto.

El juego estuvo diseñado de manera tal que uno de los jugadores (Simón, el jugador justo) cooperaba en el mayor número de los ensayos (72.5%) y raramente traicionaba (27.5%), mientras que el otro (Pedro, el jugador injusto) traicionaba con mayor frecuencia (67.5%) y rara vez cooperaba (32.5%) (ver Figura 2A y 2B). De acuerdo a la interacción entre ambos jugadores, se presentaron 4 resultados posibles con frecuencias fijas de ocurrencia: (1) ambos jugadores cooperaban (20%), (2) ambos jugadores traicionaban (15%), (3) el jugador justo cooperaba mientras que el jugador justo traicionaba (52,5%) o, (4) el jugador justo traicionaba y el jugador injusto cooperaba (12,5%).

Cada ensayo comenzaba con una pantalla indicando la decisión de un jugador (200 ms), seguida por otra pantalla que mostraba la decisión del otro jugador conjuntamente con la del primero (900 ms). Las caras de los jugadores estaban en verde cuando cooperaban y en rojo cuando traicionaban. El orden de aparición de cada jugador y de los 4 resultados posibles del juego estuvo contrabalanceado. La elección del jugador justo aparecía siempre en la parte superior de la pantalla, mientras que la decisión del jugador injusto en la parte inferior de la pantalla. Luego de la elección de ambos jugadores, una pantalla negra aparecía en la pantalla en un intervalo aleatorio de 50 a 100 ms. Posteriormente, se presentaba una pantalla indicando una pregunta acerca de quien había ganado en ese ensayo: Simón, Pedro o si se trató de un empate entre ambos (ver figura 2A). Los participantes debían responder utilizando las teclas correspondientes a las flechas derecha, izquierda y abajo ubicadas en la parte inferior derecha del teclado, teniendo 2000 ms como tiempo límite para otorgar su respuesta. Los participantes fueron advertidos de en caso de no responder dentro de este tiempo límite se les descontaría 1 punto en el ensayo. En caso que los participantes respondieran de manera incorrecta esta

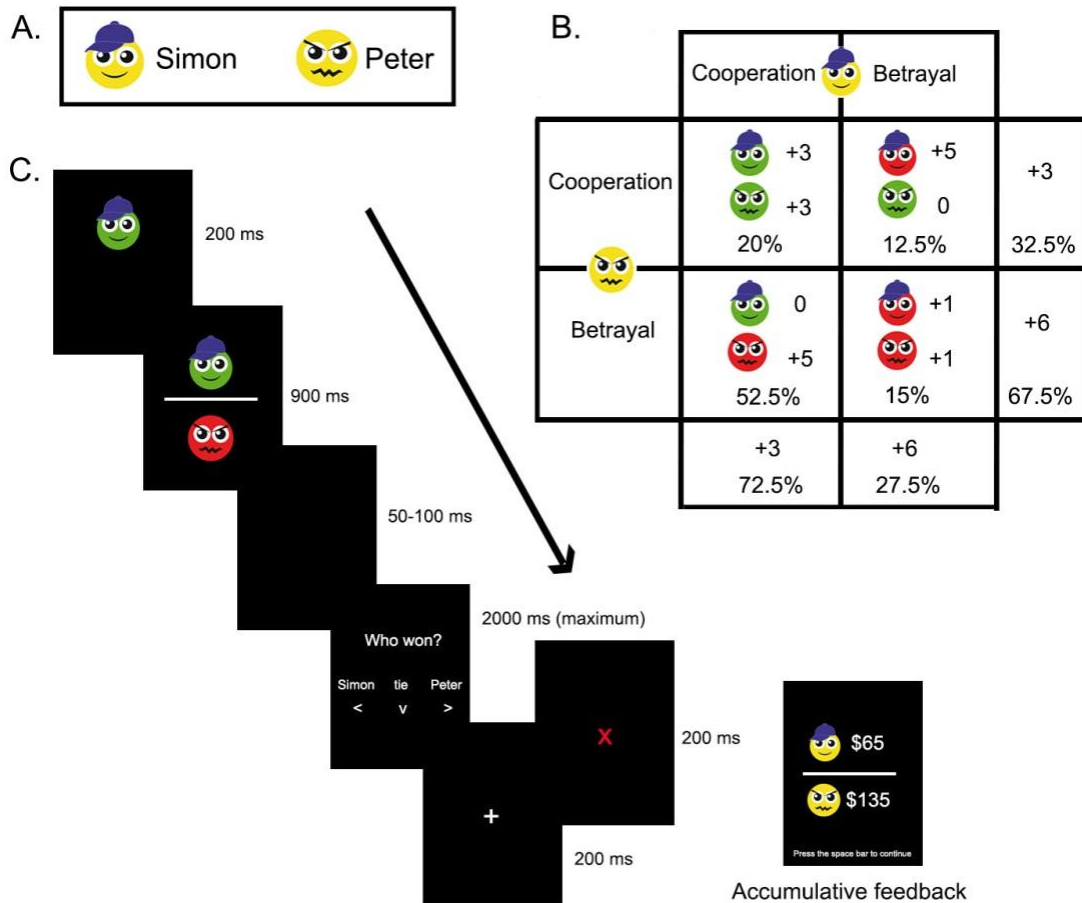
pregunta, una cruz roja aparecía por 200 ms. No se aplicaron castigos por estos errores, pero sólo las respuestas correctas fueron consideradas para el análisis de datos. Por último, una pantalla con una cruz de fijación apareció por 200 ms indicando el inicio de un nuevo ensayo. por tanto, la duración de cada ensayo fue de aproximadamente 1400 a 3500 ms.

Luego de 40 ensayos, una pantalla reflejaba el monto de puntos acumulado por cada jugador hasta ese momento del juego (ver figura 2B9. Los participantes podían continuar con la tarea presionando la barra espaciadora. El juego finalizaba luego de la cuarta pantalla mostrando estos puntos (160 ensayos).

Los participantes no fueron advertidos respecto al número de ensayos, bloques y la frecuencia de ocurrencia de los resultados posibles en este juego. En las instrucciones, los participantes fueron guiados a que identificarse con el jugador justo, al indicarse que recibirían chocolates de acuerdo con los puntos acumulados por este jugador: un chocolate si ganaban entre 200 y 400 puntos, dos chocolates si ganaban entre 400 y 600 puntos y 3 chocolates si ganaban más de 600 puntos.

Estudios previos (Bellebaum & Colosio, 2014; Koban, Pourtois, Bediou, & Vuilleumier, 2012; Yu & Zhou, 2006) han demostrado que el fERN también se modula cuando uno observa las acciones y las consecuencias de estas acciones de otras personas de la misma forma que las decisiones propias. De acuerdo con esto, esperamos observar modulaciones fERN en los participantes sobre las elecciones del jugador justo. Es importante resaltar que en este juego las opciones de cooperación del jugador justo significaban menores ganancias para el participantes (3 puntos) que las opciones de traición (6 puntos). Sin embargo, dado que esperábamos un sesgo prosocial en participantes controles, la traición generaría mayores señales de monitoreo de error que la cooperación (indicadas por fERN).





### 3.3.2.4. Registro y procesamiento de datos de hEEG

Durante el experimento, se registró la señal de un hEEG con 128 canales utilizando un amplificador Biosemi, sampleado a 1024 Hz y referenciado al promedio de los mastoides. Los datos fueron re-sampleados a 256 Hz y se le aplicó un filtro pasa banda a 0,5 y 20 Hz. Las épocas fueron extraídas entre -200 ms y 800 ms relativos al *feedback* (el resultado de la opción seleccionada en el IGT-C y ambas decisiones de los jugadores en el PDG-C). Además, las épocas fueron corregidas por la línea de base en relación al promedio de la ventana temporal de -200 ms antes del *feedback*. Los datos con movimientos oculares o musculares excesivos fueron eliminados mediante un procedimiento cuasi-automático. Se identificaron los canales y épocas ruidosa mediante el cálculo de la varianza normalizada, los cuales fueron rechazados o retenidos manualmente por inspección visual. Los canales eliminados fueron interpolados mediante el método de *spherical spline interpolation*. No hubo

diferencias significativas en el número de canales interpolados o épocas eliminados entre los tres grupos y condiciones. Los datos resultantes fueron conjuntamente re-referenciados a los electrodos mastoides. Estas etapas de procesamiento se implementaron utilizando funciones personalizadas utilizando MATLAB e EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004).

Algunos participantes fueron excluidos del análisis de datos: tres niños que realizaron el IGT-C debido a errores procedimentales (niños que no finalizaron la tarea por fatiga; uno del grupo control y dos del grupo con TDAH) y otros participantes que no completaron el PDG también por fatiga (dos del grupo con TEA), ruido excesivo en los datos (dos del grupo con TEA y uno del grupo con TDAH), o niños que obtuvieron más del 30% de respuestas incorrectas en la pregunta control (dos del grupo con TEA, uno del grupo con TDAH, y un participante control). Los grupos permanecieron emparejados por variables demográficas sin estos participantes.

#### 3.3.2.5. *Análisis de Datos*

El procesamiento *offline* de EGG y el análisis se llevaron a cabo con el software Matlab. Las épocas libres de artefactos fueron promediadas para separadamente para cada condición de interés. En base a estudios previos (M. X. Cohen, Elger, & Ranganath, 2007; Gehring & Willoughby, 2002; G. Hajcak, Moser, Holroyd, & Simons, 2006) el componente fERN fue cuantificado en el electrodo Fz entre la ventana temporal de 250 y 400 ms seguido del onset del *feedback*. En el IGT-C se calcularon promedios para las condiciones de ganancia y pérdidas de los MDs y las opciones con alta frecuencia de pérdida. En el PDG-C se promediaron las condiciones correspondientes a las decisiones de cooperación y traición realizadas por el jugador justo. Las diferencias fERN entre estas condiciones fueron analizadas de a pares (ganancia versus pérdida y cooperación versus traición) mediante análisis de permutaciones (Monte Carlo) intra-sujeto en cada grupo utilizando bootstrapping (Manly, 2007). Los datos combinados por cada condición fueron sometidos a una partición aleatoria, y una prueba-t fue calculada. Este proceso fue repetido 5000 veces para construir la distribución del valor-t bajo la hipótesis nula. La hipótesis nula se rechazó si un t-valor obtenido fue mayor al 5% de la distribución ( $p < 0,05$ ).

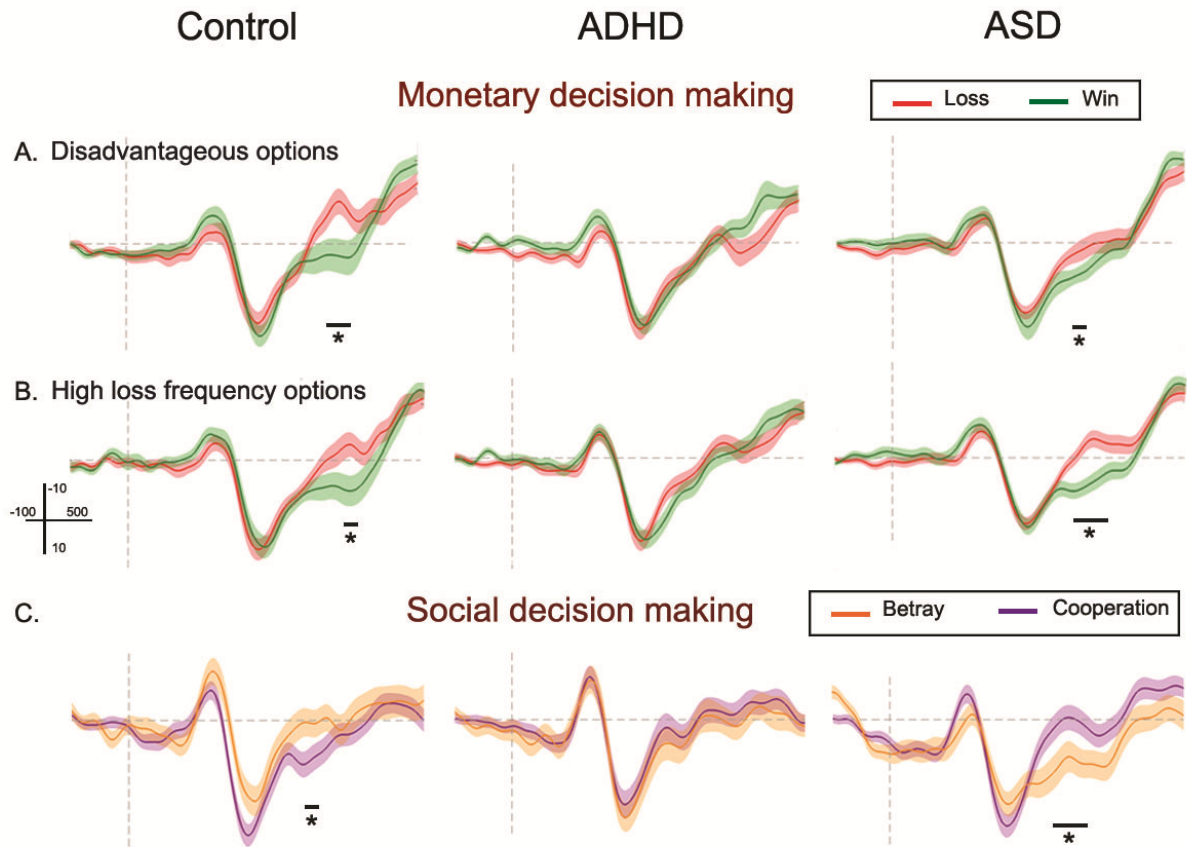
### 3.3.3. Resultados

#### 3.3.3.1. Toma de decisiones monetarias: IGT-C

Tal como esperábamos, tanto los controles como los participantes con TEA exhibieron respuestas más altas de fERN frente a las pérdidas en comparación con las ganancias después de seleccionar cartas de los MDs y opciones con alta frecuencia de pérdidas (ver Figura 3A y 3B). Sin embargo, no se observaron diferencias entre condiciones en el grupo con TDAH.

El análisis de reconstrucción de fuente reveló que el grupo control y el grupo con TEA presentaron una mayor activación en la CCA derecha para las pérdidas en comparación con las ganancias durante las elecciones de los MDs y las opciones con alta frecuencia de pérdidas (ver Figura 4A y 4B). Sin embargo, tal activación no fue observada en el grupo con TDAH. De esta manera, se observaron diferencias significativas en esta fuente entre el grupo control y el grupo con TDAH (CTRL > TDAH) así como también entre los participantes con TEA y los participantes con TDAH (TEA >TDAH). No se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y con TEA (Ver Figura 4D, 4E).

Nuestros resultados mostraron que niños con TDAH no lograron mostrar marcadores neurales de auto-monitoreo frente al feedback asociados a la CCA frente a respuestas a opciones con alto riesgo (MDs y opciones con alta frecuencia de pérdidas). Estos resultados sugieren un posible sistema de valoración de recompensas deficiente en estos niños. De manera inversa, tanto los participantes controles como los con TDAH mostraron marcadores neurales de *feedback* conservados en respuesta a estas opciones.



### 3.3.3.2. Toma de decisiones sociales: PDG-C

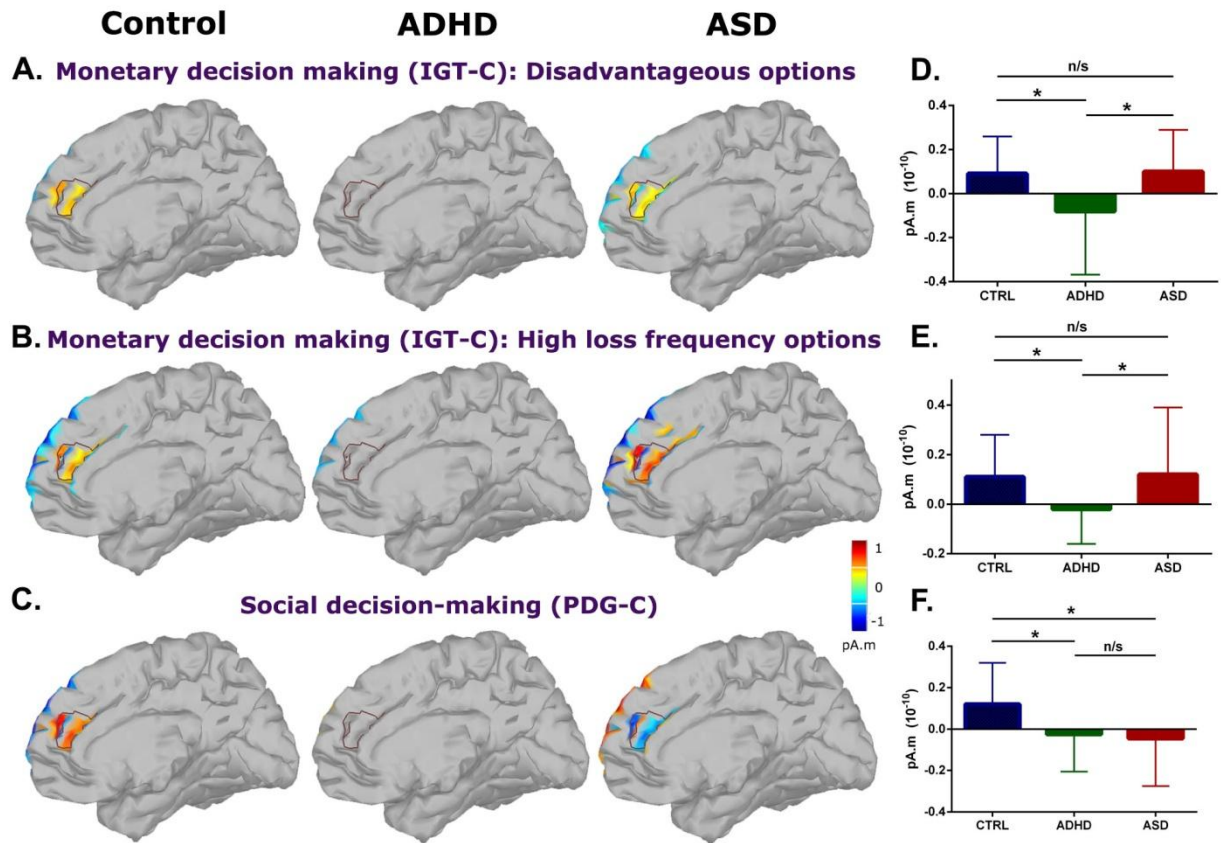
Tal como se esperaba, las respuestas de fERN en niños controles estuvieron moduladas por el interés prosocial más que por el beneficio propio del participante. En consecuencia, la Figura 3C muestra que este grupo exhibió respuestas más altas de fERN frente a las decisiones de traición (las cuales significaban mayor ganancia para el participante) en comparación con las elecciones de cooperación. Contrariamente, los niños con TEA exhibieron respuestas más altas de fERN frente a opciones de cooperación (en donde los participantes ganaban menos puntos) en comparación con las decisiones de traición. Los participantes con TDAH no mostraron diferencias significativas entre las opciones de traición y cooperación.

Del mismo modo, el análisis de reconstrucción de fuente mostró que los participantes controles exhibieron una mayor activación en la CCA derecha frente a opciones de traición en comparación con las de cooperación, mientras que se observó la activación opuesta en el grupo con TEA: mayor activación para cooperación en comparación con

elecciones de traición (ver Figura 4C). No se observó activación en esta fuente para el grupo con TDAH. De esta manera, se encontraron diferencias significativas en la fuente CCA entre el grupo control y TEA (CTRL>TEA), así como también entre el grupo control y el TDAH (CTRL>TDAH). No se encontraron diferencias entre TEA y TDAH en esta fuente (ver Figura 4F).

Estos resultados mostraron que durante las decisiones sociales, se observaron entre los grupos, marcadores neuronales diferenciales de procesamiento de *feedback* relacionados a la CCA derecha. Primero, los participantes controles mostraron señales más altas de monitoreo del error frente a elecciones de traición, sugiriendo una preferencia por las decisiones prosociales en vez de por elecciones que perseguían un beneficio individual. Por el contrario, los niños con TEA las señales neurales de monitoreo estuvieron moduladas por el beneficio propio del participante más que por sus intereses prosocial (respuestas altas de fERN y activación de la CCA frente a decisiones de cooperación). Los niños con TDAH no mostraron modulación fERN entre las decisiones de traición y las de cooperación sugiriendo un sistema deficitario de valoración para procesar recompensas.

En conjunto, estos resultados revelaron que los niños con TDAH mostraron déficits en el sistema de recompensa los cuales tal vez generaron dificultades en el procesamiento neural durante la toma de decisiones monetaria y social. Los niños con TEA solo mostraron anomalías en el procesamiento neural de toma de decisiones sociales mientras que presentaron un procesamiento de la valoración de la recompensa conservado en las elecciones monetarias.



### 3.3.4. Discusión

En el presente estudio hemos testado la hipótesis de la existencia de un sistema común de recompensa que asigna valor motivacional a las decisiones monetarias y sociales (Ruff & Fehr, 2014). Nuestros resultados muestran que los niños en desarrollo normal exhibieron una modulación del fERN y una activación de la CCA para las decisiones monetarias (pérdidas > ganancias) y las decisiones sociales (traición > cooperación). Sin embargo, estos procesos se vieron afectados de manera diferente en niños con TDAH y niños con TEA. Los sujetos con TDAH mostraron deficiencias modulaciones corticales reducidas frente a las recompensas monetarias y sociales mientras que los niños con TEA mostraron marcadores neuronales normales para las recompensas monetarias y un procesamiento anormal frente a las decisiones sociales. Estos resultados sugieren que las dificultades en el sistema básico de valoración de recompensas afecta las decisiones sociales, como ocurrió en el caso de los niños con TDAH. Sin embargo, anomalías en la toma de decisiones sociales pueden suceder

ante la ausencia de déficits en el procesamiento de recompensas monetarias, como sucedió en los niños con TEA.

En este estudio contrastamos de manera conjunta las decisiones monetarias y sociales mediante un mismo marcador de procesamiento de recompensa y auto-monitoreo del control (fERN asociado a la activación de la CCA). De este modo, se observó que los niños en desarrollo típico exhibieron una modulación fERN similar y una activación de la CCA entre las opciones de ganancia/pérdida y las opciones de cooperación/traición. Estos resultados sugieren que el sistema de auto-monitoreo responde frente a pérdidas monetarias de la misma manera que alerta sobre el valor negativo de las interacciones sociales no-deseadas, por ejemplo, las decisiones de traición durante el PDG-C. Nuestros resultados demostraron que las elecciones sociales estuvieron moduladas por el fERN y la activación de la CCA en respuesta al interés prosocial más que por el beneficio individual. De este modo, aunque las opciones de cooperación significaban menores pérdidas para los participantes, las decisiones de traición generaron respuestas fERN más altas. Estos resultados siguen la línea de estudios previos que proponen que los principios sociales normativos, como ser justo, cooperar con el otro, entre otros, influyen sobre el sistema de valoración de recompensas en contra incluso del beneficio monetario individual (Haruno & Frith, 2010; Ruff & Fehr, 2014). De esta manera, estudios previos demostraron que la distribución equitativa de las recompensas (Fliessbach et al., 2007; Haruno & Frith, 2010) y las decisiones de cooperación (Decety, Jackson, Sommerville, Chaminade, & Meltzoff, 2004; Rilling et al., 2002) activan áreas asociadas al circuito de recompensa, incluso cuando estas opciones generan un costo financiero o una pérdida monetaria para los individuos. De manera similar, las acciones de donación (Moll et al., 2006) o las decisiones de perder dinero para penar a infractores de normas sociales (altruistic punishment) (de Quervain et al., 2004) activan áreas asociadas al procesamiento de recompensas. En conjunto estos hallazgos y los resultados de nuestra investigación ofrecen evidencia a favor de la idea de que las decisiones sociales involucran un proceso de valoración similar al que subyace en la toma de decisiones monetarias.

También se testearon los marcadores de procesamiento de recompensa monetaria y social en niños con TDAH los cuales presentan usualmente anomalías en el

circuito de recompensa (Groen et al., 2013; Hauser et al., 2014; Luman et al., 2010). Nuestros resultados muestran una ausencia de modulaciones significativas de fERN entre ganancias/pérdidas y opciones de cooperación/traición así como una disminución en la activación de la en estos niños. Si bien previos estudios mostraron la existencia de modulaciones fERN reducidas frente a decisiones monetarias (Groen et al., 2008; Holroyd et al., 2008; van Meel et al., 2011) en estos niños así como también anomalías en el procesamiento neural de recompensas (Scheres, Milham, Knutson, & Castellanos, 2007; van Meel et al., 2011) en estos niños, hasta el momento este sería el primer estudio que reporta déficits similares en el procesamiento de recompensas sociales. Estos resultados sugieren que las dificultades en los niños con TDAH en el procesamiento básico de recompensas podría extenderse a las decisiones sociales. En esta línea, estudios recientes han reportado dificultades en la cognición social en niños con TDAH (Caillies, Bertot, Motte, Raynaud, & Abely, 2014; Uekermann et al., 2010). Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que las anomalías en el procesamiento básico de recompensas podrían explicar los déficits en la cognición social en niños con TDAH.

A diferencia del TDAH, los niños con TEA mostraron una respuesta normal frente a las decisiones monetarias, es decir, respuestas de fERN superiores para las pérdidas en comparación con las ganancias asociadas a la activación de la CCA. Este resultado es consistente a estudios previos (Delmonte et al., 2012; Larson et al., 2011; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Stavropoulos & Carver, 2014) y sugiere que la representación de las recompensas monetarias está conservada en el TEA. Sin embargo, estos niños mostraron una modulación anormal de fERN y una activación de la CCA durante las decisiones sociales. Así, de modo inverso a los niños controles, el grupo con TEA exhibió respuestas fERN superiores y mayor activación de la CCA para las decisiones de cooperación en comparación con las opciones de traición, sugiriendo que el sistema de monitoreo del error alerta frente a las pérdidas propias de los participantes más que ante las decisiones de traición, como sucede en controles. En otras palabras, las respuestas fERN estuvieron moduladas por propio interés individual de los participantes, como sucedió durante las decisiones monetarias, indistintamente a si estas decisiones iban en contra o no de principios socialmente correctos. Estos



resultados son consistentes con reportes previos que muestran que los individuos con TEA tienen una preferencia por las decisiones de traición que cooperación en el PDG (Tayama et al., 2012), realizan menores acciones de donación (Izuma, Matsumoto, Camerer, & Adolphs, 2011), y están menos influidos por los principios que guían las normas sociales en la toma de decisiones social (Izuma et al., 2011; Li, Zhu, & Gummerum, 2014). Adicionalmente, nuestros resultados, al igual que estudios previos (Delmonte et al., 2012; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Stavropoulos & Carver, 2014) muestran alteraciones en el procesamiento de decisiones sociales en estos individuos frente a la ausencia de dificultades en el procesamiento de recompensas monetarias. Este patrón anormal podría explicarse por dificultades en la formación de representaciones de recompensa de los estímulos sociales (Chevallier et al., 2012) que conlleva a que las decisiones sociales en los individuos con TEA estén guiadas por el beneficio individual, más que por las normas sociales. Alternativamente, este procesamiento centrado en el beneficio individual en el TEA puede explicarse por las dificultades en la comprensión de emociones y pensamientos en otros (teoría de la mente). Estudios futuros debieran explorar estas explicaciones alternativas de toma de decisiones social en TEA.

Adicionalmente, algunas limitaciones en este estudio deben ser reconocidas. Primero, el tamaño de nuestra muestra fue relativamente pequeño. Sin embargo, nuestra muestra fue lo suficientemente grande para el tipo de análisis realizado (Manly, 2007), y no fue más pequeña que la muestra utilizada en estudios previos (Escobar et al., 2014; Liu et al., 2014). Segundo, el diseño de las tareas experimentales estuvo específicamente pensado para la técnica de ERP. Si bien estudios previos (Ibanez et al., 2012) han reportado que los marcadores ERP son sensibles para detectar dificultades sub-clínicas que muchas veces no son evidentes a través de medidas comportamentales, estudios futuros debieran considerar incluir marcadores conductuales de estos procesos. Por último, aunque utilizamos reforzadores positivos (chocolates) para reforzar la identificación de los participantes con el jugador justo en el PDG, estudios futuros deben evaluar el procesamiento neural en las decisiones sociales a través de juegos activos que incluyan jugadores reales (Billeke et al., 2015; Billeke, Zamorano, Cosmelli, & Aboitiz, 2013).

En resumen, en el presente estudio hemos recurrido a la comprensión actual de modelos emergentes de toma de decisiones en diferentes contextos (Ruff & Fehr, 2014). Así, mostramos la existencia de un procesamiento neural similar de recompensa social y monetaria en niños con desarrollo normal, mientras que los niños con TDAH presentaron déficits en ambos procesos y solo anomalías en el procesamiento de decisiones sociales en niños con TEA. Estos resultados proveen evidencia para confirmar que las decisiones monetarias y sociales inducen una activación similar en el sistema cerebral de valoración de recompensas. Estos resultados sugerirían que mientras los niños en desarrollo típico responden al valor motivacional de las recompensas monetarias y la cooperación social, estas condiciones se encuentran afectadas en los trastornos del desarrollo. Estos resultados proveen evidencia para entender los mecanismos neurocognitivos subyacentes a los procesos de toma de decisiones típicos y atípicos y pueden proponer nuevas vías para explorar los déficits en la toma de decisiones en otros trastornos neuropsiquiátricos.

## **CAPÍTULO IV. Discusión general**

### **4.1. Desarrollo de toma de decisiones complejas de la infancia a la adolescencia**

La toma de decisiones es una función cognitiva compleja que depende de una serie de procesos neurocognitivos que están en desarrollo durante la infancia. Será por ello, que gran parte de los estudios previos que han explorado el desarrollo de esta función de la infancia a la adolescencia han concluido acerca de que la habilidad de considerar las consecuencias a largo plazo no se desarrollo completamente hasta la vida adulta. Mediante diversos estudios, exploramos cuales son los factores críticos y estrategias principales que utilizan los niños para tomar decisiones.

Nuestros resultados reflejan que los niños tienen una preferencia marcada por las opciones que representan baja tasa o frecuencia de pérdida y que ello tiene sus correlatos psicofisiológicos y cognitivos. Así, nuestros resultados mostraron un incremento en las respuestas psicofisiológicas anticipatorias frente a las opciones con alta frecuencia de pérdidas, que sugerimos pueda estar siendo utilizado como marcador implícito que guía las decisiones de los niños y es un correlato de la activación autonómica que alerta frente a opciones que tienen alta tasa de castigos. Asimismo, nuestros resultados reflejan que esta sensibilidad a la frecuencia elevada de pérdidas decrece con la edad, con un mejor entendimiento de la tarea (metacognición) y mayor control inhibitorio.

Utilizando un versión del IGT modificada y adaptada a niños, demostramos que los participantes entre 8 y 14 años desarrollan señales psicofisiológicas que acompañan sus preferencias por las pérdidas infrecuentes. Además, éste estudio muestra que el conocimiento metacognitivo y el control inhibitorio también juegan un rol en la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas en los participantes. En su conjunto, estos datos indican que la preferencia de los niños por las pérdidas infrecuentes se explica parcialmente por las señales psicofisiológicas, así como también por la complejidad de la tarea y el desarrollo del control cognitivo.

Investigaciones del neurodesarrollo sugieren que los niños no son capaces de considerar las consecuencias a largo plazo de sus decisiones hasta la adolescencia tardía (Aite et al., 2012; E. Cauffman et al., 2010; E. Crone et al., 2005; E. Crone et al., 2004; E. Crone & van der Molen, 2007; Hooper et al., 2004; Hilde M Huizenga et al., 2007; Prencipe et al., 2011; D. G. Smith et al., 2012b). De manera similar, nuestros resultados mostraron una asociación entre el desempeño en IGT-C y la edad. Sin embargo, los niños demostraron preferir opciones con baja frecuencia de pérdidas (Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; Cassotti et al., 2014; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007). Nuestros resultados sugieren que la habilidad para considerar los beneficios a largo plazo disminuye cuando la opción favorable contiene una alta frecuencia de pérdidas. Nuestros hallazgos son concordantes con estudios previos (Aite et al., 2014; Aite et al., 2012; Carlson et al., 2009a; E. Crone et al., 2005; Hilde M Huizenga et al., 2007; van Duijvenvoorde et al., 2010) y confirman que los niños son sensibles a la frecuencia de pérdidas.

Sugerimos que la frecuencia de pérdidas sesga la toma de decisiones en los niños. Este perfil de toma de decisiones puede deberse a una incapacidad para considerar las consecuencias futuras de las decisiones, pero también puede deberse a una aversión por experimentar emociones negativas a corto plazo. En otras palabras, los niños quieren evitar la sensación negativa inmediatos asociados con la frecuencia elevada de pérdidas.

Consistentemente con las respuestas conductuales, nuestros resultados indican la presencia de SCR anticipatorio en niños como correlato a su desempeño conductual: la evitación de opciones con alta frecuencia de pérdidas. Estos resultados siguen la línea de las teorías que interpretan al SCR anticipatorio como señales emocionales implícitas que influyen en la toma de decisiones (A. Bechara et al., 1994; Damasio, 1994). Sugerimos que estas señales psicofisiológicas puede ser utilizadas como un claves implícitas para la evitación de frecuencias altas de pérdidas, lo cual podría explicar el comportamiento preferencial de los niños.

Tradicionalmente, la respuesta de SCR *SCR posterior al feedback* ha sido asociada con el sistema de monitoreo que indica que el desempeño debe ser ajustado en los

ensayos siguientes (Greg Hajcak et al., 2003). Sin embargo, los participantes de nuestro estudio continuaron seleccionando cartas de las opciones desfavorables aún después de presentar altos SCRs como consecuencias de pérdidas. Estos resultados sugieren que el SCR posterior a montos elevados e inesperados de pérdidas pueden estar asociadas a un sistema general de respuestas frente a situaciones aversivas. Por otro lado, estos resultados pueden ser enmarcados dentro de la ley de Yerkes-Dodson (Yerkes & Dodson, 1908), la cual sugiere que aquellas señales de reforzamiento que son demasiado inesperadas y llamativas enlentecerán el desempeño subsiguiente en vez de aumentar la atención a la tarea.

En resumen, las respuestas psicofisiológicas podrían explicar la preferencia de los niños por aquellas opciones con una baja frecuencia de pérdidas. Por el contrario, las señales de SCR *posteriores al feedback* se encuentran moduladas por la magnitud de las pérdidas. Esto podría explicar la persistencia en la selección de la opción desfavorable pero con baja frecuencia de pérdida.

Por otro lado, se evaluó la influencia del conocimiento metacognitivo en el desempeño en IGT. Aunque los grupos no difirieron en la motivación frente a la tarea, los participantes con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas reportaron un pobre entendimiento de la tarea y habilidades reducidas de cálculo. Estudios previos han sugerido que el conocimiento explícito sobre las dimensiones de la tarea y estructura de las opciones durante y después del IGT es un importante predictor del desempeño de los adultos (Fernie & Tunney, 2013; Maia & McClelland, 2004; Newell & Shanks, 2014). De modo similar, estos estudios del desarrollo (Van Duijvenvoorde et al., 2012; van Duijvenvoorde et al., 2010) demostraron que los niños aprenden a preferir opciones favorables en el IGT cuando se les presenta información sobre las ganancias, pérdidas y probabilidades antes de que la tarea comience. En el presente estudio, encontramos que los niños con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdidas exhibían menor conocimiento explícito sobre los beneficios a largo plazo de los mazos. Así, errores en la comprensión de las consecuencias futuras de las opciones pueden promover preferencias por las pérdidas infrecuentes.

Adicionalmente, se encontró que los niños con alta sensibilidad a la frecuencia de pérdida mostraron menor habilidad para calcular los montos netos de ganancia en los ensayos del IGT-C. Cabe destacar que esta tarea incluyó el cálculo de números negativos. Dado que los números negativos usualmente se introducen en la currícula de matemáticas en el primer año del secundario (Aires, 2009), no resulta sorprendente que los niños pequeños fallen al momento de realizar estos cálculos. En resumen, demostramos que la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas esta influenciada por la complejidad del IGT, el cual requiere una comprensión y manipulación mental (cálculo) de diversas dimensiones de la tarea (ganancias, pérdidas y probabilidades).

Finalmente, la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas estuvo asociada a menores habilidades en el control inhibitorio. Similarmente, el bajo control inhibitorio ha sido relacionado con la alta sensibilidad a las recompensas y castigos a lo largo del desarrollo (Hare et al., 2008; Somerville et al., 2010).

#### **4.2. Alteraciones en el desarrollo: mecanismos neurales afectados en la toma de decisiones**

Procesos cognitivos complejos como la toma de decisiones se encuentran afectados en niños con trastornos en el desarrollo como el TEA y el TDAH. En el TEA se presentan dificultades en la interacción social, la comunicación y un perfil de comportamientos estereotipados e intereses restringidos. En cambio, en el TDAH se presentan dificultades en la atención, hiperactividad e impulsividad (American Psychiatric Association, 2013). Ambos trastornos aparecen durante la primera infancia y afectan el desarrollo de circuitos y estructuras cerebrales que impactan diferencialmente en síntomas y fallas en procesos cognitivos básicos y más complejos como la toma de decisiones (Proal, Gonzalez-Olvera, Blancas, Chalita, & Castellanos, 2013; Rommelse et al., 2011). Sin embargo, la superposición de síntomas y alteraciones neurales entre ambos trastornos ha sido extensamente reportada (Rommelse et al., 2011). Pese a ello, son pocas las investigaciones que han comparado los mecanismos neurales

convergentes y divergentes entre ambos trastornos (Brieber et al., 2007; A. Di Martino et al., 2013; Lim et al., 2015; Lim et al., 2013; Ray et al., 2014).

En el presente estudio testeamos en niños con estos trastornos como estaban afectados los circuitos básicos de atención y percepción. En los marcos actuales de codificación predictiva, la atención resulta del ajuste o precisión acerca de las creencias sobre los estímulos ambientales (Friston, 2009). En este sentido, las anomalías en las expectativas *top-down* podrían ser atribuidas a una confianza desproporcionada (precisión) depositada tanto en las creencias previas, en el caso de los niños con TEA, como en los estímulos sensoriales novedosos del entorno, como en el caso de los individuos con TDAH .

Así, los niños con TEA podrían presentar déficits en el ajuste flexible de la precisión frente a contextos inciertos o inesperados (Van de Cruys et al., 2014). En otras palabras, la tendencia a inhibir la influencia *bottom-up* y el sesgo atencional hacia los estímulos esperados podría desencadenar dificultades en el ajuste de la precisión en contextos cambiantes. En cambio los niños con TDAH las dificultades en las expectativas *top-down* se deben a una confianza (precisión) desproporcionada hacia la información sensorial novedosa en relación a las creencias previas. En este sentido, déficits específicos en el ajuste de las expectativas hacia las instrucciones de la tarea podrían provocar dificultades para atenuar la saliencia sensorial y, consecuentemente, aumentar la distractibilidad en estos niños.

Adicionalmente, exploramos las semejanzas y diferencias entre los circuitos neurales que subyacen a los procesos complejos de toma de decisiones en estos niños. Específicamente, hemos testeado la hipótesis de la existencia de un sistema común de recompensa que asigna valor motivacional a las decisiones monetarias y sociales (Ruff & Fehr, 2014). Nuestros resultados muestran que los niños en desarrollo normal exhibieron una modulación neural normal las decisiones monetarias sociales. Sin embargo, estos procesos se vieron afectados de manera diferente en niños con TDAH y niños con TEA. Los sujetos con TDAH mostraron déficits modulaciones corticales reducidas frente a las recompensas monetarias y sociales mientras que los niños con TEA mostraron marcadores neuronales normales para las recompensas monetarias y un procesamiento anormal frente a las decisiones sociales. Estos resultados sugieren

las dificultades en el sistema básico de valoración de recompensas afecta las decisiones sociales, como ocurrió en el caso de los niños con TDAH. Sin embargo, anomalías en la toma de decisiones sociales pueden suceder ante la ausencia de déficits en el procesamiento de recompensas monetarias, como sucedió en los niños con TEA.

Si bien previos estudios mostraron la existencia de anomalías en el procesamiento neural de recompensas (Scheres et al., 2007; van Meel et al., 2011) en niños con TDAH estos niños, hasta el momento este sería el primer estudio que reporta déficits similares en el procesamiento de recompensas sociales. Estos resultados sugieren que las dificultades en los niños con TDAH en el procesamiento básico de recompensas podría extenderse a las decisiones sociales. En esta línea, estudios recientes han reportado dificultades en la cognición social en niños con TDAH (Caillies et al., 2014; Uekermann et al., 2010). Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que las anomalías en el procesamiento básico de recompensas podrían explicar los déficits en la cognición social en niños con TDAH.

Con respecto a los niños con TEA, observamos, al igual que otros estudios previos, (Delmonte et al., 2012; Larson et al., 2011; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Stavropoulos & Carver, 2014), que la representación de las recompensas monetarias esta conservada. Sin embargo, estos niños mostraron una modulación neural anormal durante las decisiones sociales. Estos resultados son consistentes con reportes previos que muestran que los individuos con TEA tienen una preferencia por las decisiones de traición que cooperación en el PDG (Tayama et al., 2012), realizan menores acciones de donación (Izuma et al., 2011), y están menos influidos por los principios que guían las normas sociales en la toma de decisiones social (Izuma et al., 2011; Li et al., 2014). Adicionalmente, nuestros resultados, al igual que estudios previos (Delmonte et al., 2012; Richey et al., 2014; Scott-Van Zeeland et al., 2010; Stavropoulos & Carver, 2014) muestran alteraciones en el procesamiento de decisiones sociales en estos individuos frente a la ausencia de dificultades en el procesamiento de recompensas monetarias. Este patrón anormal podría explicarse por dificultades en la formación de representaciones de recompensa de los estímulos sociales (Chevallier et al., 2012) que conlleva a que las decisiones sociales en los



individuos con TEA estén guiadas por el beneficio individual, más que por las normas sociales. Alternativamente, este procesamiento centrado en el beneficio individual en el TEA puede explicarse por las dificultades en la comprensión de emociones y pensamientos en otros (teoría de la mente).

### **4.3. Conclusiones**

En este estudio se desarrolló una adaptación del IGT para explorar los procesos cognitivos y psicofisiológicos asociados a la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas en niños. Sugerimos que este diseño ayudó a resolver algunos hallazgos inconsistentes reportados previamente. Encontramos que el aumento en el SCR anticipatorio acompañó la evitación de frecuencia elevadas de pérdidas. Sugerimos que estas señales implícitas podrían sesgar la toma de decisiones en niños. Además, encontramos que dificultades en el conocimiento metacognitivo de la tarea y un bajo control inhibitorio se encontraron asociados a una mayor sensibilidad a la frecuencia de pérdidas. Esto indica que la complejidad de la tarea y el desarrollo del control cognitivo podrían explicar la preferencia por pérdidas infrecuentes.

Nuestros resultados tienen implicancias tanto para la evaluación del neurodesarrollo como para las prácticas educacionales. Primero, estudios sobre el desarrollo deben considerar en los diseños experimentales la complejidad de las tareas y los aprendizajes escolares de los niños (ej: la habilidad para resolver cálculos aritméticos). De lo contrario, el desempeño de los niños podría ser mal interpretado desde los modelos de investigación en adultos (Karmiloff-Smith, 1998). Finalmente, la sensibilidad a la frecuencia de pérdidas puede tener también implicancias en las prácticas educativas que involucran un *feedback* continuo a los alumnos. Si bien el *feedback* es crucial para mejorar y acelerar el aprendizaje (Sadler, 1998), sugerimos que las condiciones en las cuales se da el *feedback* pueden afectar el desempeño subsiguiente de los alumnos. En particular, aquellos enfoques en los cuales se marcan errores de manera continua (en contraposición a las metas logradas) podrían generar aversión a las tareas en cuestión y promover toma de decisiones desfavorables.

En este estudio también intentamos desentrañar como estos procesos se encontraban afectados en niños con un desarrollo atípico, como son los niños con TEA y TDAH. Por ellos exploramos semejanzas y diferencias en los mecanismos neurales de estos niños en tareas de procesamiento de la información atencionales básicas y tareas más complejas que implican la toma de decisiones en contextos individuales y sociales.

El marco y las predicciones provenientes de la teoría de la codificación predictiva (Friston, 2008, 2012; Friston & Kiebel, 2009), nos permitió postular una explicación más amplia acerca de cómo las dificultades en precisión de la atención podrían subyacer a las respuestas atípicas frente a contextos impredecibles en los niños con TEA y el aumento de la captura atencional *bottom-up* en los niños con TDAH.

En los individuos con TEA, la influencia exacerbada de las expectativas previas pueden dar cuenta de los intereses restringidos y la hipo-reactividad a frente a los estímulos novedosos, mientras que en los individuos con TDAH, dificultades en la generación de expectativas previas podría explicar los síntomas de distractibilidad.

Desde una perspectiva teórica, la codificación predictiva jerárquica podría ayudar a revelar las bases neurales del procesamiento anormal de la información en los trastornos del neurodesarrollo. Tradicionalmente, estas dificultades han sido explicadas por los déficits en los procesos superiores tales como teoría de la mente o FEs en TEA (Baron-Cohen et al., 1985; Hill, 2004) y disfunción ejecutiva en el TDAH (Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996), o contrariamente, por fallas en los procesos básicos, como las teorías que versan sobre el funcionamiento perceptual atípico en TEA (U. Frith, 1989a; Mottron et al., 2006) y los niveles de *arousal* anormales en TDAH (Sergeant, 2005). Considerando que las teorías de codificación predictiva jerárquica han sido desarrolladas para proveer explicaciones más amplias sobre el procesamiento cortical de información, éstas podrían brindar un valioso método, teóricamente validado para reconciliar interpretaciones conflictivas de bajo y alto nivel en el TDAH y TEA.

Adicionalmente, en el presente estudio hemos recurrido a la comprensión actual de modelos emergentes de toma de decisiones en diferentes contextos (Ruff & Fehr, 2014). Así, mostramos la existencia de un procesamiento neural similar de recompensa social y monetaria en niños con desarrollo normal, mientras que los niños con TDAH

presentaron déficits en ambos procesos y solo anomalías en el procesamiento de decisiones sociales en niños con TEA. Estos resultados proveen evidencia para confirmar que las decisiones monetarias y sociales inducen una activación similar en el sistema cerebral de valoración de recompensas. Estos resultados sugerirían que mientras los niños en desarrollo típico responden al valor motivacional de las recompensas monetarias y la cooperación social, estas condiciones se encuentran afectadas en los trastornos del desarrollo. Estos resultados proveen evidencia para entender los mecanismos neurocognitivos subyacentes a los procesos de toma de decisiones típicos y atípicos y pueden proponer nuevas vías para explorar los déficits en la toma de decisiones en otros trastornos neuropsiquiátricos.

## Referencias

- Adam, W., & Sheslow, D. (Eds.). (1990). *Wide range achievement of memory and learning*. Wilmington: Jastak Assessment System.
- Aires, G. d. I. C. d. B. (2009). *Contenidos de Matemática para el nivel medio*. Buenos Aires.
- Aite, A., Barrault, S., Cassotti, M., Borst, G., Bonnaire, C., Houde, O., . . . Moutier, S. (2014). The impact of alexithymia on pathological gamblers' decision making: a preliminary study of gamblers recruited in "sportsbook" casinos. *Cogn Behav Neurol*, *27*(2), 59-67. doi: 10.1097/WNN.0000000000000027
- Aite, A., Cassotti, M., Rossi, S., Poirel, N., Lubin, A., Houde, O., & Moutier, S. (2012). Is human decision making under ambiguity guided by loss frequency regardless of the costs? A developmental study using the Soochow Gambling Task. *Journal of Experimental Child Psychology*, *113*(2), 286-294. doi: 10.1016/j.jecp.2012.05.008
- Allman, J. M., Watson, K. K., Tetreault, N. A., & Hakeem, A. Y. (2005). Intuition and autism: a possible role for Von Economo neurons. *Trends Cogn Sci*, *9*(8), 367-373. doi: 10.1016/j.tics.2005.06.008
- Alloway, T. P. (2011). A comparison of working memory profiles in children with ADHD and DCD. *Child Neuropsychol*, *17*(5), 483-494. doi: 10.1080/09297049.2011.553590
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV-TR*: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Fifth ed.)*. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Ambery, F. Z., Russell, A. J., Perry, K., Morris, R., & Murphy, D. G. (2006). Neuropsychological functioning in adults with Asperger syndrome. *Autism*, *10*(6), 551-564. doi: 10.1177/1362361306068507
- Ames, C. S., & White, S. J. (2011). Are ADHD traits dissociable from the autistic profile? Links between cognition and behaviour. *J Autism Dev Disord*, *41*(3), 357-363. doi: 10.1007/s10803-010-1049-0
- Auyeung, B., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., & Allison, C. (2008). The Autism Spectrum Quotient: Children's Version (AQ-Child). [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Autism Dev Disord*, *38*(7), 1230-1240. doi: 10.1007/s10803-007-0504-z
- Axelrod, R., & Dion, D. (1988). The further evolution of cooperation. *Science*, *242*(4884), 1385-1390. doi: 10.1126/science.242.4884.1385
- Axelrod, R., & Hamilton, W. D. (1981). The evolution of cooperation. *Science*, *211*(4489), 1390-1396.
- Baez, S., & Ibanez, A. (2014). The effects of context processing on social cognition impairments in adults with Asperger's syndrome. *Frontiers in Neuroscience*, *3*(8). doi: 10.3389/fnins.2014.00270.
- Baez, S., Rattazzi, A., , Gonzalez-Gadea, M., Torralva, T., Vigliecca, N., Decety, J., . . . Ibanez, A. (2012). Integrating intention and context: assessing social cognition in adults with Asperger syndrome. *Frontiers in human neuroscience*, *6*:302. doi: 10.3389/fnhum.2012.00302

- Baillet, S., Friston, K., & Oostenveld, R. (2011). Academic software applications for electromagnetic brain mapping using MEG and EEG. *Comput Intell Neurosci*, 2011, 972050. doi: 10.1155/2011/972050
- Balint, S., Czobor, P., Meszaros, A., Simon, V., & Bitter, I. (2008). [Neuropsychological impairments in adult attention deficit hyperactivity disorder: a literature review]. *Psychiatr Hung*, 23(5), 324-335.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull*, 121(1), 65-94.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic-child have a theory of mind. *Cognition*, 21(1), 37-46
- Baron-Cohen, S., Hoekstra, R. A., Knickmeyer, R., & Wheelwright, S. (2006). The Autism-Spectrum Quotient (AQ)--adolescent version. *J Autism Dev Disord*, 36(3), 343-350. doi: 10.1007/s10803-006-0073-6
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *J Autism Dev Disord*, 31(1), 5-17.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *J Child Psychol Psychiatry*, 34, 163-175.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *J Child Psychol Psychiatry*, 38(7), 813-822.
- Baron-Cohen, S., Riordan, M. O., Stone, V., Jones, R., & Plaisted, K. (1999). A new test of social sensitivity : Detection of faux pas in normal children and children with Asperger syndrome :. *Autism*, 407-418.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The "Reading the Mind in the Eyes" Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *J Child Psychol Psychiatry*, 42(2), 241-251.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The "Reading the Mind in the Eyes" Test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *J Child Psychol Psychiatry*, 42(2), 241-251.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Robinson, J., & Woodbury-Smith, M. (2005). The Adult Asperger Assessment (AAA): a diagnostic method. *J Autism Dev Disord*, 35(6), 807-819. doi: 10.1007/s10803-005-0026-5
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Spong, A., Scahill, V., & Lawson, J. (2001). Are intuitive physics and intuitive psychology independent ? A test with children with Asperger Syndrome. *Learning*, 47-78.

- Barry, R. J., Johnstone, S. J., & Clarke, A. R. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II. Event-related potentials. [Review]. *Clin Neurophysiol*, *114*(2), 184-198.
- Bekinschtein, T. A., Dehaene, S., Rohaut, B., Tadel, F., Cohen, L., & Naccache, L. (2009). Neural signature of the conscious processing of auditory regularities. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *106*(5), 1672-1677. doi: 10.1073/pnas.0809667106
- Bechara, a., & Damasio, a. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, *52*, 336-372. doi: 10.1016/j.geb.2004.06.010
- 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.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, *275*(5304), 1293-1295.
- Bellebaum, C., & Colosio, M. (2014). From feedback- to response-based performance monitoring in active and observational learning. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Cogn Neurosci*, *26*(9), 2111-2127. doi: 10.1162/jocn\_a\_00612
- Bennetto, L., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1996). Intact and impaired memory functions in autism. *Child development*, *67*, 1816-1835.
- Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010). A continuous measure of phasic electrodermal activity. *J Neurosci Methods*, *190*(1), 80-91. doi: 10.1016/j.jneumeth.2010.04.028
- Billeke, P., Armijo, A., Castillo, D., Lopez, T., Zamorano, F., Cosmelli, D., & Aboitiz, F. (2015). Paradoxical Expectation: Oscillatory Brain Activity Reveals Social Interaction Impairment in Schizophrenia. *Biol Psychiatry*. doi: 10.1016/j.biopsych.2015.02.012
- Billeke, P., Zamorano, F., Cosmelli, D., & Aboitiz, F. (2013). Oscillatory brain activity correlates with risk perception and predicts social decisions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Cereb Cortex*, *23*(12), 2872-2883. doi: 10.1093/cercor/bhs269
- Boksem, M. A., & De Cremer, D. (2010). Fairness concerns predict medial frontal negativity amplitude in ultimatum bargaining. *Soc Neurosci*, *5*(1), 118-128. doi: 10.1080/17470910903202666
- Bolte, S., Holtmann, M., & Poustka, F. (2008). The Social Communication Questionnaire (SCQ) as a screener for autism spectrum disorders: additional evidence and cross-cultural validity. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *47*(6), 719-720; author reply 720-711. doi: 10.1097/CHI.0b013e31816c42bd
- Bowie, C. R., & Harvey, P. D. (2006). Administration and interpretation of the Trail Making Test. *Nature protocols*, *1*, 2277-2281. doi: 10.1038/nprot.2006.390
- Bowler, D. M., Gaigg, S. B., & Gardiner, J. M. (2008). Subjective organisation in the free recall learning of adults with Asperger's syndrome. *J Autism Dev Disord*, *38*(1), 104-113. doi: 10.1007/s10803-007-0366-4
- Bowler, D. M., Gaigg, S. B., & Gardiner, J. M. (2008). Subjective organisation in the free recall learning of adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and*
- Braver, T. S. (2012). The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework. *Trends Cogn Sci*, *16*(2), 106-113. doi: 10.1016/j.tics.2011.12.010

- Brieber, S., Neufang, S., Bruning, N., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B., . . . Konrad, K. (2007). Structural brain abnormalities in adolescents with autism spectrum disorder and patients with attention deficit/hyperactivity disorder.
- Brevers, D., Cleeremans, A., Bechara, A., Greisen, M., Kornreich, C., Verbanck, P., & Noel, X. (2013). Impaired self-awareness in pathological gamblers. *J Gambli Stud*, *29*(1), 119-129. doi: 10.1007/s10899-012-9292-2
- Brevers, D., Cleeremans, A., Bechara, A., Greisen, M., Kornreich, C., Verbanck, P., & Noel, X. (2014). Impaired metacognitive capacities in individuals with problem gambling. *J Gambli Stud*, *30*(1), 141-152. doi: 10.1007/s10899-012-9348-3
- Brooks, B. L., Weaver, L. E., & Scialfa, C. T. (2006). Does impaired executive functioning differentially impact verbal memory measures in older adults with suspected dementia? *Clin Neuropsychol*, *20*(2), 230-242. doi: 10.1080/13854040590947461
- Brumback, T. Y., Arbel, Y., Donchin, E., & Goldman, M. S. (2012). Efficiency of responding to unexpected information varies with sex, age, and pubertal development in early adolescence. *Psychophysiology*, *49*(10), 1330
- Brunsdon, V. E., & Happe, F. (2014). Exploring the 'fractionation' of autism at the cognitive level. *Autism*, *18*(1), 17-30. doi: 10.1177/1362361313499456
- Buitelaar, J. K., van der Wees, M., Swaab-Barneveld, H., & van der Gaag, R. J. (1999). Theory of mind and emotion-recognition functioning in autistic spectrum disorders and in psychiatric control and normal children. *Dev Psychopathol*, *11*(1), 39-58.
- Bullmore, E. T., Suckling, J., Overmeyer, S., Rabe-Hesketh, S., Taylor, E., & Brammer, M. J. (1999). Global, voxel, and cluster tests, by theory and permutation, for a difference between two groups of structural MR images of the brain. *IEEE Trans Med Imaging*, *18*(1), 32-42.
- Burin, D. I., Jorge, R. E., Arizaga, R. A., & Paulsen, J. S. (2000). Estimation of premorbid intelligence: the word accentuation test-- Buenos Aires version. *J Clin Exp Neuropsychol*, *22*(5), 677-685. doi: 10.1076/1380-3395(200010)22:5;1-9;FT677
- Burgess, P. W., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H., & Wilson, B. A. (1998). The ecological validity of tests of executive function. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Int Neuropsychol Soc*, *4*(6), 547-558.
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Neuropsychologia*, *34*(4), 263-272.
- Caillies, S., Bertot, V., Motte, J., Raynaud, C., & Abely, M. (2014). Social cognition in ADHD: irony understanding and recursive theory of mind. *Res Dev Disabil*, *35*(11), 3191-3198. doi: 10.1016/j.ridd.2014.08.002
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, M. P., & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends Cogn Sci*, *10*(3), 117-123. doi: 10.1016/j.tics.2006.01.011
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Scheres, A., Di Martino, A., Hyde, C., & Walters, J. R. (2005). Varieties of attention-deficit/hyperactivity disorder-related intra-

- individual variability. *BIOL PSYCHIATRY*, 57(11), 1416-1423. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.12.005
- Carlson, S. M., Zayas, V., & Guthormsen, A. (2009). Neural correlates of decision making on a gambling task. *Child Development*, 80(4), 1076-1096. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01318.x
- Cartoceti, R., Sampedro, B., Abusamra, V., & Ferreres, A. (2009). Evaluacion de la iniciación y supresión de respuesta verbal en niños . *Revista Fonoaudiologica*, 52(2), 9-24.
- Cassotti, M., Aite, A., Osmont, A., Houde, O., & Borst, G. (2014). What have we learned about the processes involved in the Iowa Gambling Task from developmental studies? [Review]. *Front Psychol*, 5, 915. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00915
- Cauffman, E., Shulman, E. P., Steinberg, L., Claus, E., Banich, M. T., Graham, S., & Woolard, J. (2010). Age differences in affective decision making as indexed by performance on the Iowa Gambling Task. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Developmental Psychology*, 46(1), 193-207. doi: 10.1037/a0016128
- Cauffman, E., Shulman, E. P., Steinberg, L., Claus, E., Banich, M. T., Graham, S., & Woolard, J. (2010). Age differences in affective decision making as indexed by performance on the Iowa Gambling Task. *Developmental psychology*, 46, 193-207. doi: 10.1037/a0016128
- Cepeda, N. J., Cepeda, M. L., & Kramer, A. F. (2000). Task switching and attention deficit hyperactivity disorder. *J Abnorm Child Psychol*, 28(3), 213-226.
- Chandler, S., Charman, T., Baird, G., Simonoff, E., Loucas, T., Meldrum, D., . . . Pickles, A. (2007). Validation of the social communication questionnaire in a population cohort of children with autism spectrum disorders. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 46(10), 1324-1332. doi: 10.1097/chi.0b013e31812f7d8d
- Chen, F., Lemonnier, E., Lazartigues, A., & Planche, P. (2008). Non-superior disembedding performance in children with high-functioning autism and its cognitive style account. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2, 739-752. doi: 10.1016/j.rasd.2008.03.003
- Chen, F., Planche, P., & Lemonnier, E. (2010). Superior nonverbal intelligence in children with high-functioning autism or Asperger's syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 4(3), 457-460.
- Chen, Y.-H., Rodgers, J., & McConachie, H. (2009). Restricted and repetitive behaviours, sensory processing and cognitive style in children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 39, 635-642. doi: 10.1007/s10803-008-0663-6
- Cherkassky, V. L., Kana, R. K., Keller, T. A., & Just, M. A. (2006). Functional connectivity in a baseline resting-state network in autism. *Neuroreport*, 17(16), 1687-1690. doi: 10.1097/01.wnr.0000239956.45448.4c
- Chennu, S., Noreika, V., Gueorguiev, D., Blenkmann, A., Kochen, S., Ibanez, A., . . . Bekinschtein, T. A. (2013). Expectation and Attention in Hierarchical Auditory Prediction. *J Neurosci*, 33(27), 11194-11205. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0114-13.2013
- Cohen, J. D., & Blum, K. I. (2002). Reward and decision. [Review]. *Neuron*, 36(2), 193-198.
- Cohen, M. X., Elger, C. E., & Ranganath, C. (2007). Reward expectation modulates feedback-related negativity and EEG spectra. *NeuroImage*, 35(2), 968-978. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.11.056



- Corbett, B. A., Constantine, L. J., Hendren, R., Rocke, D., & Ozonoff, S. (2009). Examining executive functioning in children with autism spectrum disorder, Conners, K. (1997). *Conners' rating scales-revised. Technical manual.* . New York: MHS.
- Crone, E., Bunge, S., Latenstein, H., & van der Molen, M. (2005). Characterization of children's decision making: sensitivity to punishment frequency, not task complexity. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence*, *11*, 245-263. doi: 10.1080/092970490911261
- Crone, E., Jennings, J., & Van der Molen, M. (2004). Developmental change in feedback processing as reflected by phasic heart rate changes. *Developmental psychology*, *40*, 1228-1238. doi: 10.1037/0012-1649.40.6.1228
- Crone, E., & van der Molen, M. (2007). Development of decision making in school-aged children and adolescents: evidence from heart rate and skin conductance analysis. *Child development*, *78*, 1288-1301. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01066.x
- Crone, E., Vendel, I., & Van der Molen, M. (2003). Decision-making in disinhibited adolescents and adults: Insensitivity to future consequences or driven by immediate reward? *Personality and Individual Differences*, *35*, 1625-1641. doi: 10.1016/S0191-8869(02)00386-0
- 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. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Child Neuropsychol*, *11*(3), 245-263. doi: 10.1080/092970490911261
- 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. [Clinical Trial]. *Psychophysiology*, *41*(4), 531-540. doi: 10.1111/j.1469-8986.2004.00197.x
- Crone, E. a., Somsen, R. J. M., Van Beek, B., & Van Der Molen, M. W. (2004). Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision making. *Psychophysiology*, *41*, 531-540. doi: 10.1111/j.1469-8986.2004.00197.x
- 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* (Vol. 25, pp. 251-279)
- Chen, F., Lemonnier, E., Lazartigues, A., & Planche, P. (2008). Non-superior disembedding performance in children with high-functioning autism and its cognitive style account. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *2*, 739-752. doi: 10.1016/j.rasd.2008.03.003
- Chen, F., Planche, P., & Lemonnier, E. (2010). Superior nonverbal intelligence in children with high-functioning autism or Asperger's syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *4*(3), 457-460.
- Chen, Y.-H., Rodgers, J., & McConachie, H. (2009). Restricted and repetitive behaviours, sensory processing and cognitive style in children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, *39*, 635-642. doi: 10.1007/s10803-008-0663-6
- Chevallier, C., Kohls, G., Troiani, V., Brodtkin, E. S., & Schultz, R. T. (2012). The social motivation theory of autism. *Trends Cogn Sci*, *16*(4), 231-239. doi: 10.1016/j.tics.2012.02.007
- Chiu, P. H., Kayali, M. A., Kishida, K. T., Tomlin, D., Klinger, L. G., Klinger, M. R., & Montague, P. R. (2008). Self responses along cingulate cortex reveal quantitative neural phenotype

for high-functioning autism. *Neuron*, 57(3), 463-473. doi: 10.1016/j.neuron.2007.12.020

Chiu, Y.-C., & Lin, C.-H. (2007). Is deck C an advantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral and brain functions : BBF*, 3, 37. doi: 10.1186/1744-9081-3-37

Damasio, A. (1994). *Descartes' error: emotion, reason and the human brain*. New York: Avon.

Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T., & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Nature*, 425(6960), 785-

de Jonge, M., Kemner, C., Naber, F., & van Engeland, H. (2009). Block design reconstruction skills: not a good candidate for an endophenotypic marker in autism research. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 18(4), 197-205. doi: 10.1007/s00787-008-0708-6

Delmonte, S., Balsters, J. H., McGrath, J., Fitzgerald, J., Brennan, S., Fagan, A. J., & Gallagher, L. (2012). Social and monetary reward processing in autism spectrum disorders. *Mol Autism*, 3(1), 7. doi: 10.1186/2040-2392-3-7

Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods*, 134(1), 9-21. doi: 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009

de Quervain, D. J., Fischbacher, U., Treyer, V., Schellhammer, M., Schnyder, U., Buck, A., & Fehr, E. (2004). The neural basis of altruistic punishment. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Science*, 305(5688), 1254-1258. doi: 10.1126/science.1100735

791. doi: 10.1038/nature02043

Delmonte, S., Balsters, J. H., McGrath, J., Fitzgerald, J., Brennan, S., Fagan, A. J., & Gallagher, L. (2012). Social and monetary reward processing in autism spectrum disorders. *Mol Autism*, 3(1), 7. doi: 10.1186/2040-2392-3-7

Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods*, 134(1), 9-21. doi: 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009

Desjardins, C., Scherzer, P., Braun, C. M., Godbout, L., & Poissant, H. (2010). A verbal planning impairment in adult ADHD indexed by script generation tasks. *J Atten Disord*, 14(3), 220-231. doi: 10.1177/1087054709347167

Dichter, G. S., Felder, J. N., & Bodfish, J. W. (2009). Autism is characterized by dorsal anterior cingulate hyperactivation during social target detection. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 4(3), 215-226. doi: 10.1093/scan/nsp017

Di Martino, A., Zuo, X. N., Kelly, C., Grzadzinski, R., Mennes, M., Schvarcz, A., . . . Milham, M. P. (2013). Shared and distinct intrinsic functional network centrality in autism and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 74(8), 623-632. doi: 10.1016/j.biopsych.2013.02.011

Dickerson Mayes, S., Calhoun, S., Mayes, R., & Molitoris, S. (2012). Autism and ADHD: Overlapping and discriminating symptoms. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6, 277-275.

Duncan, J., Burgess, P., & Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33(3), 261-268.

- Dunn, M. A., Gomes, H., & Gravel, J. (2008). Mismatch negativity in children with autism and typical development. *J Autism Dev Disord*,
- Dunn, L. M., & Dunn, L. M. (1981). *Peabody picture vocabulary test-III* Circles Pines, MN: American Guidance Service.
- Dyck, M. J., Ferguson, K., & Shochet, I. M. (2001). Do autism spectrum disorders differ from each other and from non-spectrum disorders on emotion recognition tests? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *10*(2), 105-116.
- Edmiston, E. K., Merkle, K., & Corbett, B. A. (2014). Neural and cortisol responses during play with human and computer partners in children with autism. *Soc Cogn Affect Neurosci*. doi: 10.1093/scan/nsu159
- Ernst, M., Kimes, A. S., London, E. D., Matochik, J. A., Eldreth, D., Tata, S., . . . Bolla, K. (2003). Neural substrates of decision making in adults with
- Escobar, M. J., Huepe, D., Decety, J., Seden, L., Messow, M. K., Baez, S., . . . Ibanez, A. (2014). Brain signatures of moral sensitivity in adolescents with early social deprivation. *Sci Rep*, *4*, 5354. doi: 10.1038/srep05354
- Fan, J., Bernardi, S., Van Dam, N. T., Anagnostou, E., Gu, X., Martin, L., . . . Hof, P. R. (2012). Functional deficits of the attentional networks in autism. *Brain Behav*, *2*(5), 647-660. doi: 10.1002/brb3.90
- Fehr, E., & Fischbacher, U. (2003). The nature of human altruism. *Nature*, *425*(6960), 785-791. doi: 10.1038/nature02043
- Fernie, G., & Tunney, R. J. (2013). Learning on the IGT follows emergence of knowledge but not differential somatic activity. *Front Psychol*, *4*, 687. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00687
- Fliessbach, K., Weber, B., Trautner, P., Dohmen, T., Sunde, U., Elger, C. E., & Falk, A. (2007). Social comparison affects reward-related brain activity in the human ventral striatum. *Science*, *318*(5854), 1305-1308. doi: 10.1126/science.1145876
- Fogelson, N., Litvak, V., Peled, A., Fernandez-Del-Olmo, M., & Friston, K. (2014). The functional anatomy of schizophrenia: A dynamic causal modeling study of predictive coding. *Schizophr Res*, *158*(1-3), 204-212. doi: 10.1016/j.schres.2014.06.011
- Figner, B., & Murphy, R. O. (2011). Using skin conductance in judgment and decision making research. In A. Schulte-Mecklenbeck, M. Kuehberger & R. Ranyard (Eds.), *A handbook of process tracing methods for decision research*. New York: Psychology Press.
- Friedman-Hill, S. R., Wagman, M. R., Gex, S. E., Pine, D. S., Leibenluft, E., & Ungerleider, L. G. (2010). What does distractibility in ADHD reveal about mechanisms for top-down attentional control? *Cognition*, *115*(1), 93-103. doi: 10.1016/j.cognition.2009.11.013
- Friston, K. (2008). Hierarchical models in the brain. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *PLoS Comput Biol*, *4*(11), e1000211. doi: 10.1371/journal.pcbi.1000211
- Friston, K. (2009). The free-energy principle: a rough guide to the brain? [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Trends Cogn Sci*, *13*(7), 293-301. doi: 10.1016/j.tics.2009.04.005
- Friston, K. (2012). Prediction, perception and agency. [Review]. *Int J Psychophysiol*, *83*(2), 248-252. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.11.014
- Friston, K., & Kiebel, S. (2009). Predictive coding under the free-energy principle. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, *364*(1521), 1211-1221. doi: 10.1098/rstb.2008.0300

- Frith, U. (1989a). *Autism: Explaining the enigma*. Oxford: Blackwell.
- Frith, U. (1989b). A new look at language and communication in autism. [Review]. *Br J Disord Commun*, 24(2), 123-150.
- Frith, U. (2001). Mind blindness and the brain in autism.. *Neuron*, 32(6), 969-979.
- Fugard, A. J., Stewart, M. E., & Stenning, K. (2011). Visual/verbal-analytic reasoning bias as a function of self-reported autistic-like traits: a study of typically developing individuals solving Raven's Advanced Progressive Matrices. *Autism*, 15(3), 327-340. doi: 10.1177/1362361310371798
- Gargaro, B. A., Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Tonge, B. J., & Sheppard, D. M. (2011). Autism and ADHD: how far have we come in the comorbidity debate? *Neurosci Biobehav Rev*, 35(5), 1081-1088. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.11.002
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain Cogn*, 55(1), 158-170. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00272-0
- Garrido, M. I., Kilner, J. M., Stephan, K. E., & Friston, K. J. (2009). The mismatch negativity: a review of underlying mechanisms. *Clin Neurophysiol*, 120(3), 453-463. doi: 10.1016/j.clinph.2008.11.029
- Gawrilow, C., Merkt, J., Goossens-Merkt, H., Bodenbug, S., & Wendt, M. (2011). Multitasking in adults with ADHD. *Atten Defic Hyperact Disord*, 3(3), 253-264. doi: 10.1007/s12402-011-0056-0
- Gawrilow, C., Merkt, J., Goossens-Merkt, H., Bodenbug, S., & Wendt, M. (2011). Multitasking in adults with ADHD. *Atten Defic H*
- Gehring, W. J., & Willoughby, A. R. (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*, 295(5563), 2279-2282. doi: 10.1126/science.1066893
- Geurts , H. M., Grasman, R. P., Verte, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., van Kammen, S. M., & Sergeant, J. A. (2008). Intra-individual variability in ADHD, autism spectrum disorders and Tourette's syndrome. *Neuropsychologia*, 46(13), 3030-3041. doi: S0028-3932(08)00259-5 [pii]10.1016/j.neuropsychologia.2008.06.013
- Geurts, Broeders, M., & Nieuwland, M. (2010). Thinking outside the executive functions box: Theory of mind and pragmatic abilities in attention deficit/hyperactivity disorder. *European Journal of Developmental Psychology*, 7(1), 131 - 151.
- Geurts, Corbett, B., & Solomon, M. (2009). The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends Cogn Sci*, 13(2), 74-82. doi: 10.1016/j.tics.2008.11.006
- Gilbert, S. J., Meuwese, J. D., Towgood, K. J., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2009). Abnormal functional specialization within medial prefrontal cortex in high-functioning autism: a multi-voxel similarity analysis. *Brain*, 132(Pt 4), 869-878. doi: awn365 [pii]10.1093/brain/awn365
- Gillberg, C., & Billstedt, E. (2000). Autism and Asperger syndrome: coexistence with other clinical disorders. [Review]. *Acta Psychiatr Scand*, 102(5), 321-330.

- Girardot, A. M., De Martino, S., Chatel, C., Da Fonseca, D., Rey, V., & Poinso, F. (2012). [Cognitive profiles in pervasive developmental disorders]. *Encephale*, *38*(6), 488-495. doi: 10.1016/j.encep.2012.01.013
- Gomot, M., & Wicker, B. (2012). A challenging, unpredictable world for people with autism spectrum disorder. [Review]. *Int J Psychophysiol*, *83*(2), 240-247. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.09.017
- Gonzalez-Gadea, M. L., Baez, S., Torralva, T., Castellanos, F. X., Rattazzi, A., Bein, V., . . . Ibanez, A. (2013). Cognitive variability in adults with ADHD and AS: disentangling the roles of executive functions and social cognition. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Res Dev Disabil*, *34*(2), 817-830. doi: 10.1016/j.ridd.2012.11.009
- Gonzalez-Gadea, M. L., Tripicchio, P., Rattazzi, A., Baez, S., Marino, J., Roca, M., . . . Ibanez, A. (2014). Inter-individual cognitive variability in children with Asperger's syndrome. *Front Hum Neurosci*, *8*, 575. doi: 10.3389/fnhum.2014.00575
- Gramfort, A., Papadopoulos, T., Olivi, E., & Clerc, M. (2010). OpenMEEG: opensource software for quasistatic bioelectromagnetics. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Biomed Eng Online*, *9*, 45. doi: 10.1186/1475-925X-9-45
- Groen, Y., Gaastra, G. F., Lewis-Evans, B., & Tucha, O. (2013). Risky behavior in gambling tasks in individuals with ADHD--a systematic literature review. *PLoS ONE*, *8*(9), e74909. doi: 10.1371/journal.pone.0074909
- Groen, Y., Wijers, A. A., Mulder, L. J., Waggeveld, B., Minderaa, R. B., & Althaus, M. (2008). Error and feedback processing in children with ADHD and children with Autistic Spectrum Disorder: an EEG event-related potential study. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Clin Neurophysiol*, *119*(11), 2476-2493. doi: 10.1016/j.clinph.2008.08.004
- Gumenyuk, V., Korzyukov, O., Alho, K., Escera, C., & Naatanen, R. (2004). Effects of auditory distraction on electrophysiological brain activity and performance in children aged 8-13 years. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Psychophysiology*, *41*(1), 30-36. doi: 10.1111/1469-8986.00123
- Gumenyuk, V., Korzyukov, O., Escera, C., Hamalainen, M., Huotilainen, M., Hayrinen, T., . . . Alho, K. (2005). Electrophysiological evidence of enhanced distractibility in ADHD children. *Neurosci Lett*, *374*(3), 212-217. doi: 10.1016/j.neulet.2004.10.081
- 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*, 895-903. doi: 10.1111/1469-8986.00107
- Hajcak, G., Moser, J. S., Holroyd, C. B., & Simons, R. F. (2006). The feedback-related negativity reflects the binary evaluation of good versus bad outcomes. [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Biol Psychol*, *71*(2), 148-154. doi: 10.1016/j.biopsycho.2005.04.001
- Happe, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: examining profiles across domains and ages. *Brain Cogn*, *61*(1), 25-39. doi: 10.1016/j.bandc.2006.03.004
- Happe, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *Nat Neurosci*, *9*(10), 1218-1220. doi: 10.1038/nn1770
- Happe, F., & Frith, U. (2006). The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*, *36*(1), 5-25. doi: 10.1007/s10803-005-0039-0

- Happé, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *Nat Neurosci*, *9*(10), 1218-1220. doi: 10.1038/nn1770
- Hartley, S. L., & Sikora, D. M. (2009). Which DSM-IV-TR criteria best differentiate high-functioning autism spectrum disorder from ADHD and anxiety disorders in
- Hare, T. A., Tottenham, N., Galvan, A., Voss, H. U., Glover, G. H., & Casey, B. J. (2008). Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go-nogo task. *Biol Psychiatry*, *63*(10), 927-934. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.03.015
- Hart, H., Radua, J., Nakao, T., Mataix-Cols, D., & Rubia, K. (2013). Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA Psychiatry*, *70*(2), 185-198. doi:
- Hartley, S. L., & Sikora, D. M. (2009). Which DSM-IV-TR criteria best differentiate high-functioning autism spectrum disorder from ADHD and anxiety disorders in older children? *Autism*, *13*(5), 485-509. doi: 10.1177/1362361309335717
- Hayashi, M., Kato, M., Igarashi, K., & Kashima, H. (2008). Superior fluid intelligence in children with Asperger's disorder. *Brain and Cognition*, *66*, 306-310. doi: 10.1016/j.bandc.2007.09.008
- Haruno, M., & Frith, C. D. (2010). Activity in the amygdala elicited by unfair divisions predicts social value orientation. *Nat Neurosci*, *13*(2), 160-161. doi: 10.1038/nn.2468
- Hauser, T. U., Iannaccone, R., Ball, J., Mathys, C., Brandeis, D., Walitza, S., & Brem, S. (2014). Role of the medial prefrontal cortex in impaired decision making in juvenile attention-deficit/hyperactivity disorder. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *JAMA Psychiatry*, *71*(10), 1165-1173. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2014.1093
- Haznedar, M. M., Buchsbaum, M. S., Metzger, M., Solimando, A., Spiegel-Cohen, J., & Hollander, E. (1997). Anterior cingulate gyrus volume and glucose metabolism in autistic disorder. *Am J Psychiatry*, *154*(8), 1047-1050.
- Haznedar, M. M., Buchsbaum, M. S., Wei, T. C., Hof, P. R., Cartwright, C., Bienstock, C. A., & Hollander, E. (2000). Limbic circuitry in patients with autism spectrum disorders studied with positron emission tomography and magnetic resonance imaging. *Am J Psychiatry*, *157*(12), 1994-2001.
- Hill. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends Cogn Sci*, *8*(1), 26-32. doi: S1364661303003152 [pii]
- Hill, E., & Bird, C. (2006). Executive processes in Asperger syndrome: patterns of performance in a multiple case series. *Neuropsychologia*, *44*(14), 2822-2835. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.007
- Hill, E. L., & Bird, C. M. (2006). Executive processes in Asperger syndrome: patterns of performance in a multiple case series. *Neuropsychologia*, *44*(14), 2822-2835. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.007
- Holroyd, C. B., Baker, T. E., Kerns, K. A., & Muller, U. (2008). Electrophysiological evidence of atypical motivation and reward processing in children with attention-deficit hyperactivity disorder. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Neuropsychologia*, *46*(8), 2234-2242. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.011

- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: age-related changes and individual differences. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Neuropsychol*, *28*(2), 617-644. doi: 10.1207/s15326942dn2802\_4
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M., & Yarger, R. S. (2004). Adolescents' performance on the Iowa Gambling Task: implications for the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Dev Psychol*, *40*(6), 1148-1158. doi: 10.1037/0012-1649.40.6.1148
- Horder, J., Wilson, C. E., Mendez, M. A., & Murphy, D. G. (2014). Autistic traits and abnormal sensory experiences in adults. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Autism Dev Disord*, *44*(6), 1461-1469. doi: 10.1007/s10803-013-2012-7
- Huepe, D., Roca, M., Salas, N., Canales-Johnson, A., Rivera-Rei, A. A., Zamorano, L., . . . Ibanez, A. (2011). Fluid intelligence and psychosocial outcome: from logical problem solving to social adaptation. *PLoS One*, *6*(9), e24858. doi: 10.1371/journal.pone.0024858
- Huizenga, H. M., Crone, E. A., & Jansen, B. J. (2007). Decision-making in healthy children, adolescents and adults explained by the use of increasingly complex proportional reasoning rules. *Dev Sci*, *10*(6), 814-825. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00621.x
- Huizenga, H. M., Crone, E. a., & Jansen, B. J. (2007). Decision-making in healthy children, adolescents and adults explained by the use of increasingly complex proportional reasoning rules. *Developmental science*, *10*, 814-825. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00621.x
- Ibanez, A., Cetkovich, M., Petroni, A., Urquina, H., Baez, S., Gonzalez-Gadea, M. L., . . . Manes, F. (2012). The neural basis of decision-making and reward processing in adults with euthymic bipolar disorder or attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *PLoS One*, *7*(5), e37306. doi: 10.1371/journal.pone.0037306
- Ibanez, A., Petroni, A., Urquina, H., Torrente, F., Torralva, T., Hurtado, E., . . . Manes, F. (2011). Cortical deficits of emotional face processing in adults with ADHD: its relation to social cognition and executive function. *Soc Neurosci*, *6*(5-6), 464-481. doi: 10.1080/17470919.2011.620769
- Izuma, K., Matsumoto, K., Camerer, C. F., & Adolphs, R. (2011). Insensitivity to social reputation in autism. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *108*(42), 17302-17307. doi: 10.1073/pnas.1107038108
- Jansen, B. R. J., van Duijvenvoorde, A. C. K., & Huizenga, H. M. (2011). Development of decision making: Sequential versus integrative rules. *Journal of experimental child psychology*, *111*, 87-100. doi: 10.1016/j.jecp.2011.07.006
- Jenkinson, P. M., Baker, S. R., Edelstyn, N. M. J., & Ellis, S. J. (2008). Does Autonomic Arousal Distinguish Good and Bad Decisions? *Journal of Psychophysiology*, *22*, 141-149. doi: 10.1027/0269-8803.22.3.141
- Johnson, S. A., Yechiam, E., Murphy, R. R., Queller, S., & Stout, J. C. (2006). Motivational processes and autonomic responsivity in Asperger's disorder: evidence from the Iowa Gambling Task. *J Int Neuropsychol Soc*, *12*(5), 668-676.
- Johnstone, S. J., & Galletta, D. (2013). Event-rate effects in the flanker task: ERPs and task performance in children with and without AD/HD. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Psychophysiol*, *87*(3), 340-348. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2012.07.170

- Kable, J. W., & Glimcher, P. W. (2009). The neurobiology of decision: consensus and controversy. *Neuron*, *63*(6), 733-745. doi: 10.1016/j.neuron.2009.09.003
- Kaland, N., Smith, L., & Mortensen, E. L. (2008). Brief report: cognitive flexibility and focused attention in children and adolescents with Asperger syndrome or high-functioning autism as measured on the computerized version of the Wisconsin Card Sorting Test. *J Autism Dev Disord*, *38*(6), 1161-1165. doi: 10.1007/s10803-007-0474-1
- Kaland, N., Callesen, K., Moller-Nielsen, A., Mortensen, E. L., & Smith, L. (2008). Performance of children and adolescents with Asperger syndrome or high-functioning autism on advanced theory of mind tasks. *J Autism Dev Disord*, *38*(6), 1112-1123. doi: 10.1007/s10803-007-0496-8
- Kaland, N., Moller-Nielsen, A., Callesen, K., Mortensen, E. L., Gottlieb, D., & Smith, L. (2002). A new 'advanced' test of theory of mind: evidence from children and adolescents with Asperger syndrome. *J Child Psychol Psychiatry*, *43*(4), 517-528.
- Kaland, N., Mortensen, E. L., & Smith, L. (2007). Disembedding performance in children and adolescents with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Autism*, *11*(1), 81-92. doi: 11/1/81 [pii]10.1177/1362361307070988
- Karmiloff-Smith, A. (1998). Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends Cogn Sci*, *2*(10), 389-398.
- Keage, H. A., Clark, C. R., Hermens, D. F., Kohn, M. R., Clarke, S., Williams, L. M., . . . Gordon, E. (2006). Distractibility in AD/HD predominantly inattentive and combined subtypes: the P3a ERP component, heart rate and performance. *J Integr Neurosci*, *5*(1), 139-158.
- Kemner, C., Verbaten, M. N., Koelega, H. S., Buitelaar, J. K., van der Gaag, R. J., Camfferman, G., & van Engeland, H. (1996). Event-related brain potentials in children with attention-deficit and hyperactivity disorder: effects of stimulus deviancy and task relevance in the visual and auditory modality. *Biol Psychiatry*, *40*(6), 522-534. doi:
- Kennerley, S. W., Walton, M. E., Behrens, T. E., Buckley, M. J., & Rushworth, M. F. (2006). Optimal decision making and the anterior cingulate cortex. [Comparative Study
- Kim, B. R., Liss, A., Rao, M., Singer, Z., & Compton, R. J. (2012). Social deviance activates the brain's error-monitoring system. *Cogn Affect Behav Neurosci*, *12*(1), 65-73. doi: 10.3758/s13415-011-0067-5
- Klein, C., Wendling, K., Huettner, P., Ruder, H., & Peper, M. (2006). Intra-subject variability in attention-deficit hyperactivity disorder. *BIOL PSYCHIATRY*, *60*(10), 1088-1097. doi: 10.1016/j.biopsych.2006.04.003
- Kofman, O., Larson, J. G., & Mostofsky, S. H. (2008). A novel task for examining strategic planning: evidence for impairment in children with ADHD. *J Clin Exp Neuropsychol*, *30*(3), 261-271. doi: 10.1080/13803390701380583
- Koban, L., Pourtois, G., Bediou, B., & Vuilleumier, P. (2012). Effects of social context and predictive relevance on action outcome monitoring. *Cogn Affect Behav Neurosci*, *12*(3), 460-478. doi: 10.3758/s13415-012-0091-0
- Koshino, H., Carpenter, P. A., Minshew, N. J., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Just, M. A. (2005). Functional connectivity in an fMRI working memory task in high-



- functioning autism. *NeuroImage*, 24(3), 810-821. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.09.028
- Koyama, T., & Kurita, H. (2008). Cognitive profile difference between normally intelligent children with Asperger's disorder and those with pervasive developmental disorder not otherwise specified. *Psychiatry Clin Neurosci*, 62(6), 691-696. doi: 10.1111/j.1440-1819.2008.01871.x
- Kuschner, E. S., Bodner, K. E., & Minshew, N. J. (2009). Local vs. global approaches to reproducing the Rey Osterrieth Complex Figure by children, adolescents, and adults with high-functioning autism. *Autism Res*, 2(6), 348-358. doi: 10.1002/aur.101
- Lamm, C., Zelazo, P. D., & Lewis, M. D. (2006). Neural correlates of cognitive control in childhood and adolescence: disentangling the contributions of age and executive function. *Neuropsychologia*, 44, 2139-2148. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.10.013
- Larson, M. J., South, M., Krauskopf, E., Clawson, A., & Crowley, M. J. (2011). Feedback and reward processing in high-functioning autism. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Psychiatry Res*, 187(1-2), 198-203. doi: 10.1016/j.psychres.2010.11.006
- Lawson, R. P., Rees, G., & Friston, K. J. (2014). An aberrant precision account of autism. *Front Hum Neurosci*, 8, 302. doi: 10.3389/fnhum.2014.00302
- Le Sourn-Bissaoui, S., Caillies, S., Gierski, F., & Motte, J. (2011). Ambiguity detection in adolescents with Asperger syndrome: Is central coherence or theory of mind impaired? *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5, 648-656. doi:
- Li, J., Zhu, L., & Gummerum, M. (2014). The relationship between moral judgment and cooperation in children with high-functioning autism. *Sci Rep*, 4, 4314. doi: 10.1038/srep04314
- Lim, L., Chantiluke, K., Cubillo, A. I., Smith, A. B., Simmons, A., Mehta, M. A., & Rubia, K. (2015). Disorder-specific grey matter deficits in attention deficit hyperactivity disorder relative to autism spectrum disorder. *Psychol Med*, 45(5), 965-976. doi: 10.1017/S0033291714001974
- Lim, L., Marquand, A., Cubillo, A. A., Smith, A. B., Chantiluke, K., Simmons, A., . . . Rubia, K. (2013). Disorder-specific predictive classification of adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) relative to autism using structural magnetic resonance imaging. *PLoS One*, 8(5), e63660. doi: 10.1371/journal.pone.0063660
- Limongi, R., Tomio, A., & Ibanez, A. (2014). Dynamical predictions of insular hubs for social cognition and their application to stroke. [Perspective]. *Front Behav Neurosci*, 8. doi: 10.3389/fnbeh.2014.00380
- Lin, C. H., Chiu, Y. C., Lee, P. L., & Hsieh, J. C. (2007). Is deck B a disadvantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behav Brain Funct*, 3, 16. doi: 10.1186/1744-9081-3-16
- Liotti, M., Pliszka, S. R., Perez, R., Kothmann, D., & Woldorff, M. G. (2005). Abnormal brain activity related to performance monitoring and error detection in children with ADHD. *Cortex*, 41(3), 377-388.
- Liss, M., Fein, D., Allen, D., Dunn, M., Feinstein, C., Morris, R., . . . Rapin, I. (2001). Executive functioning in high-functioning children with autism. *J Child Psychol*

- Liu, Z. X., Woltering, S., & Lewis, M. D. (2014). Developmental change in EEG theta activity in the medial prefrontal cortex during response control. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *NeuroImage*, *85 Pt 2*, 873-887. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.08.054
- Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders.. *J Autism Dev Disord*, *24*(5), 659-685.
- Luman, M., Oosterlaan, J., Knol, D. L., & Sergeant, J. A. (2008). Decision-making in ADHD: sensitive to frequency but blind to the magnitude of penalty? *J Child Psychol Psychiatry*, *49*(7), 712-722. doi: 10.1111/j.1469-7610.2008.01910.x
- Luman, M., Tripp, G., & Scheres, A. (2010). Identifying the neurobiology of altered reinforcement sensitivity in ADHD: a review and research agenda. [Review]. *Neurosci Biobehav Rev*, *34*(5), 744-754. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.11.021
- Luna, B., Minshew, N. J., Garver, K. E., Lazar, N. A., Thulborn, K. R., Eddy, W. F., & Sweeney, J. A. (2002). Neocortical system abnormalities in autism: an fMRI study of spatial working memory. *Neurology*, *59*(6), 834-840.
- Luu, P., Tucker, D. M., Derryberry, D., Reed, M., & Poulsen, C. (2003). Electrophysiological responses to errors and feedback in the process of action regulation. [Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *Psychol Sci*, *14*(1), 47-53.
- Mackinlay, R., Charman, T., & Karmiloff-Smith, A. (2006). High functioning children with autism spectrum disorder: a novel test of multitasking. *Brain and cognition*, *61*, 14-24. doi: 10.1016/j.bandc.2005.12.006
- 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. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *101*(45), 16075-16080. doi: 10.1073/pnas.0406666101
- Mangeot, S. D., Miller, L. J., McIntosh, D. N., McGrath-Clarke, J., Simon, J., Hagerman, R. J., & Goldson, E. (2001). Sensory modulation dysfunction in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Dev Med Child Neurol*, *43*(6), 399-406.
- Manly, B. (2007). *Randomization, bootstrap, and monte carlo methods in biology* (Vol. Third). Boca Raton, FL: Chapman & Hall.
- Mandy, W. P., Charman, T., & Skuse, D. H. (2012). Testing the construct validity of proposed criteria for DSM-5 autism spectrum disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *51*(1), 41-50. doi: 10.1016/j.jaac.2011.10.013
- Mantyla, T., Still, J., Gullberg, S., & Del Missier, F. (2012). Decision making in adults with ADHD. *J Atten Disord*, *16*(2), 164-173. doi: 10.1177/1087054709360494
- Maris, E., & Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. *J Neurosci Methods*, *164*(1), 177-190. doi: 10.1016/j.jneumeth.2007.03.024
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *44*(4), 377-384. doi: 10.1097/01.chi.0000153228.72591.73
- Masunami, T., Okazaki, S., & Maekawa, H. (2009). Decision-making patterns and sensitivity to reward and punishment in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Int J Psychophysiol*, *72*(3), 283-288.

- Maris, E., & Oostenveld, R. (2007). Nonparametric statistical testing of EEG- and MEG-data. *J Neurosci Methods*, *164*(1), 177-190. doi: 10.1016/j.jneumeth.2007.03.024
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A meta-analysis of working memory impairments in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *44*(4), 377-384. doi: 10.1097/01.chi.0000153228.72591.73
- Marzinzik, F., Wahl, M., Kruger, D., Gentschow, L., Colla, M., & Klostermann, F. (2012). Abnormal distracter processing in adults with attention-deficit-hyperactivity disorder. *PLoS One*, *7*(3), e33691. doi: 10.1371/journal.pone.0033691
- Matthies, S., Philipsen, A., & Svaldi, J. (2012). Risky decision making in adults with ADHD. *J Behav Ther Exp Psychiatry*, *43*(3), 938-946. doi: 10.1016/j.jbtep.2012.02.002
- Memari, A., Ziaee, V., Mirfazeli, F., & Kordi, R. (2012). Investigation of autism comorbidities and associations in a school-based community sample. *J Child Adolesc Psychiatr Nurs*, *25*(2), 84-90. doi: 10.1111/j.1744-6171.2012.00325.x
- Mikami, A. Y. (2010). The importance of friendship for youth with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Child Fam Psychol Rev*, *13*(2), 181-198. doi: 10.1007/s10567-010-0067-y
- Miltner, W. H., Braun, C. H., & Coles, M. G. (1997). Event-related brain potentials following incorrect feedback in a time-estimation task: evidence for a "generic" neural system for error detection. *J Cogn Neurosci*, *9*(6), 788-798. doi: 10.1162/jocn.1997.9.6.788
- Minshew, & Goldstein. (1998). Autism as a disorder of complex information processing *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *136*, 129-136.
- Miller, L. J., Nielsen, D. M., & Schoen, S. A. (2012). Attention deficit hyperactivity disorder and sensory modulation disorder: a comparison of behavior and physiology. *Res Dev Disabil*, *33*(3), 804-818. doi: 10.1016/j.ridd.2011.12.005
- Minshew, & Goldstein. (1998). Autism as a disorder of complex information processing *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *136*, 129-136.
- Minshew, J., & Goldstein, G. (2001). The pattern of intact and impaired memory functions in autism. *J Child Psychol Psychiatry*, *42*(8), 1095-1101.
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. I. (1989). Delay of gratification in children. [Review]. *Science*, *244*(4907), 933-938.
- Morsanyi, K., & Holyoak, K. J. (2010). Analogical reasoning ability in autistic and typically developing children. *Dev Sci*, *13*(4), 578-587. doi: DESC915 [pii]10.1111/j.1467-7687.2009.00915.x
- Mottron, L., & Belleville, S. (1993). A study of perceptual analysis in a high-level autistic subject with exceptional graphic abilities. *Brain Cogn*, *23*(2), 279-309. doi: 10.1006/brcg.1993.1060
- Moll, J., Krueger, F., Zahn, R., Pardini, M., de Oliveira-Souza, R., & Grafman, J. (2006). Human fronto-mesolimbic networks guide decisions about charitable donation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *103*(42), 15623-15628. doi: 10.1073/pnas.0604475103

- Moser, A., Gaertig, C., & Ruz, M. (2014). Social information and personal interests modulate neural activity during economic decision-making. *Front Hum Neurosci*, 8, 31. doi: 10.3389/fnhum.2014.00031
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: an update, and eight principles of autistic perception. *J Autism Dev Disord*, 36(1), 27-43. doi: 10.1007/s10803-005-0040-7
- Nagar Shimoni, H., Weizman, A., Yoran, R. H., & Raviv, A. (2012). Theory of mind, severity of autistic symptoms and parental correlates in children and adolescents with Asperger syndrome. *Psychiatry Res*, 197(1-2), 85-89. doi: 10.1016/j.psychres.2012.02.021
- Newell, B. R., & Shanks, D. R. (2014). Unconscious influences on decision making: a critical review. *Behav Brain Sci*, 37(1), 1-19. doi: 10.1017/S0140525X12003214
- Nelson, H. E. (1976). A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects. *Cortex*, 12(4), 313-324.
- Nigg, J. T. (2005). Neuropsychologic theory and findings in attention-deficit/hyperactivity disorder: the state of the field and salient challenges for the coming decade. *Biol Psychiatry*, 57(11), 1424-1435. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.11.011
- Nigg, J. T. (2005). Neuropsychologic Theory and Findings in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: The State of the Field and Salient Challenges for the Coming Decade *BIOL PSYCHIATRY*, 57, 1424-1435. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.11.011
- Nigg, J. T., Blaskey, L. G., Huang-Pollock, C. L., & Rappley, M. D. (2002). Neuropsychological executive functions and DSM-IV ADHD subtypes. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 41(1), 59-66. doi: 10.1097/00004583-200201000-00012
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E., & Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biol Psychiatry*, 57(11), 1224-1230. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.08.025
- Nijmeijer, J. S., Minderaa, R. B., Buitelaar, J. K., Mulligan, A., Hartman, C. A., & Hoekstra, P. J. (2008). Attention-deficit/hyperactivity disorder and social dysfunctioning. *Clin Psychol Rev*, 28(4), 692-708. doi: 10.1016/j.cpr.2007.10.003
- Nijmeijer, J. S., Hoekstra, P. J., Minderaa, R. B., Buitelaar, J. K., Altink, M. E., Buschgens, C. J., . . . Hartman, C. A. (2009). PDD symptoms in ADHD, an independent familial trait? *J Abnorm Child Psychol*, 37(3), 443-453. doi: 10.1007/s10802-008-9282-0
- Norris, M., & Lecavalier, L. (2010). Screening accuracy of Level 2 autism spectrum disorder rating scales. A review of selected instruments. [Review]. *Autism*, 14(4), 263-284. doi: 10.1177/1362361309348071
- Nyden, A., Niklasson, L., Stahlberg, O., Anckarsäter, H., Wentz, E., Rastam, M., & Gillberg, C. (2010). Adults with autism spectrum disorders and ADHD neuropsychological aspects. *Res Dev Disabil*, 31(6), 1659-1668. doi: 10.1016/j.ridd.2010.04.010

- O'Connor, K. (2012). Auditory processing in autism spectrum disorder: a review. *Neurosci Biobehav Rev*, *36*(2), 836-854. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.008
- 10.1016/j.ridd.2010.04.010
- Ogino, T., Watanabe, K., Nakano, K., Kado, Y., Morooka, T., Takeuchi, A., . . . Ohtuska, Y. (2009). Predicting executive function task scores with the Rey-Osterrieth Complex Figure. *Brain Dev*, *31*(1), 52-57. doi: 10.1016/j.braindev.2008.07.003
- Oostenveld, R., Fries, P., Maris, E., & Schoffelen, J. M. (2011). FieldTrip: Open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data. *Comput Intell Neurosci*, *2011*, 156869. doi: 10.1155/2011/156869
- Oosterlaan, J., Logan, G. D., & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD + CD, anxious, and control children: a meta-analysis of studies with the stop task. *J Child Psychol Psychiatry*, *39*(3), 411-425.
- Overman, W. H., Frassrand, K., Ansel, S., Trawalter, S., Bies, B., & Redmond, A. (2004). Performance on the IOWA card task by adolescents and adults. *Neuropsychologia*, *42*(13), 1838-1851. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2004.03.014
- Partington, J., & Leiter, R. (1949). Partington's pathway test. *The Psychological Center Bulletin*, *1*.
- Pellicano, E., & Burr, D. (2012). When the world becomes 'too real': a Bayesian explanation of autistic perception. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Trends Cogn Sci*, *16*(10), 504-510. doi: 10.1016/j.tics.2012.08.009
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *J Child Psychol Psychiatry*, *37*(1), 51-87.
- Persaud, N., McLeod, P., & Cowey, A. (2007). Post-decision wagering objectively measures awareness. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Nat Neurosci*, *10*(2), 257-261. doi: 10.1038/nn1840
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D., & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(3), 621-637. doi: 10.1016/j.jecp.2010.09.008
- Proal, E., Gonzalez-Olvera, J., Blancas, A. S., Chalita, P. J., & Castellanos, F. X. (2013). [Neurobiology of autism and attention deficit hyperactivity disorder by means of neuroimaging techniques: convergences and divergences]. *Rev Neurol*, *57 Suppl 1*, S163-175.
- Ponnet, K. S., Roeyers, H., Buysse, A., De Clercq, A., & Van der Heyden, E. (2004). Advanced mind-reading in adults with Asperger syndrome. *Autism*, *8*(3), 249-266. doi: 10.1177/1362361304045214
- Prior, M., & Hoffmann, W. (1990). Brief report: neuropsychological testing of autistic children through an exploration with frontal lobe tests. *J Autism Dev Disord*, *20*(4), 581-590.
- Rangel, A., Camerer, C., & Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nat Rev Neurosci*, *9*(7), 545-556. doi: 10.1038/nrn2357
- Raven, J., Court, J., & Raven, J. (Eds.). (2008). *Test de matrices progresivas. Manual. Escalas coloreadas, general y avanzada*. Buenos Aires: Paidós.

- Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive theories of autism. *Developmental Review, 27*, 224-260. doi: 10.1016/j.dr.2007.02.001
- Rajendran, G., Mitchell, P., & Rickards, H. (2005). How do individuals with Asperger syndrome respond to nonliteral language and inappropriate requests in computer-mediated communication? *J Autism Dev Disord, 35*(4), 429-443. doi: 10.1007/s10803-005-5033-z
- Richey, J. A., Rittenberg, A., Hughes, L., Damiano, C. R., Sabatino, A., Miller, S., . . . Dichter, G. S. (2014). Common and distinct neural features of social and non-social reward processing in autism and social anxiety disorder. *Soc Cogn Affect Neurosci, 9*(3), 367-377. doi: 10.1093/scan/nss146
- Rilling, J., Gutman, D., Zeh, T., Pagnoni, G., Berns, G., & Kilts, C. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron, 35*(2), 395-405.
- Ray, S., Miller, M., Karalunas, S., Robertson, C., Grayson, D. S., Cary, R. P., . . . Fair, D. A. (2014). Structural and functional connectivity of the human brain in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: A rich club-organization study. *Hum Brain Mapp, 35*(12), 6032-6048. doi: 10.1002/hbm.22603
- Richey, J. A., Rittenberg, A., Hughes, L., Damiano, C. R., Sabatino, A., Miller, S., . . . Dichter, G. S. (2014). Common and distinct neural features of social and non-social reward processing in autism and social anxiety disorder. *Soc Cogn Affect Neurosci, 9*(3), 367-377. doi: 10.1093/scan/nss146
- Robertson, A. E., & Simmons, D. R. (2013). The relationship between sensory sensitivity and autistic traits in the general population. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Autism Dev Disord, 43*(4), 775-784. doi: 10.1007/s10803-012-1608-7
- Robic, S., Sonie, S., Fonlupt, P., Henaff, M. A., Touil, N., Coricelli, G., . . . Schmitz, C. (2014). Decision-Making in a Changing World: A Study in Autism Spectrum Disorders. *J Autism Dev Disord*. doi: 10.1007/s10803-014-2311-7
- Roca, M., Manes, F., Chade, A., Gleichgerrcht, E., Gershanik, O., Arevalo, G. G., . . . Duncan, J. (2012). The relationship between executive functions and fluid intelligence in Parkinson's disease. *Psychol Med, 1*-8. doi: 10.1017/S0033291712000451
- Roca, M., Parr, A., Thompson, R., Woolgar, A., Torralva, T., Antoun, N., . . . Duncan, J. (2010). Executive function and fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Brain, 133*(Pt 1), 234-247. doi: awp269 [pii]
- Rommelse, N. N., Geurts, H. M., Franke, B., Buitelaar, J. K., & Hartman, C. A. (2011). A review on cognitive and brain endophenotypes that may be common in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder and facilitate the search for pleiotropic genes. *Neurosci Biobehav Rev, 35*(6), 1363-1396. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.02.015
- Ruff, C. C., & Fehr, E. (2014). The neurobiology of rewards and values in social decision making. *Nat Rev Neurosci, 15*(8), 549-562. doi: 10.1038/nrn3776
- Sadler, R. (1998). Formative Assessment: revisiting the territory. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5*(1), 77-84.
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the Ultimatum Game. *Science, 300*(5626), 1755-1758. doi: 10.1126/science.1082976

- Santosh, P. J., Mandy, W. P., Puura, K., Kaartinen, M., Warrington, R., & Skuse, D. H. (2009). The construction and validation of a short form of the developmental, diagnostic and dimensional interview. [Validation Studies]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *18*(8), 521-524. doi: 10.1007/s00787-009-0004-0
- Sadler, R. (1998). Formative Assessment: revisiting the territory. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, *5*(1), 77-84.
- Sagvolden, T., Johansen, E. B., Aase, H., & Russell, V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behav Brain Sci*, *28*(3), 397-419; discussion 419-368. doi: 10.1017/S0140525X05000075
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the Ultimatum Game. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Science*, *300*(5626), 1755-1758. doi: 10.1126/science.1082976
- Santosh, P. J., Mandy, W. P., Puura, K., Kaartinen, M., Warrington, R., & Skuse, D. H. (2009). The construction and validation of a short form of the developmental, diagnostic and dimensional interview. [Validation Studies]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *18*(8), 521-524. doi: 10.1007/s00787-009-0004-0
- Scott-Van Zeeland, A. A., Dapretto, M., Ghahremani, D. G., Poldrack, R. A., & Bookheimer, S. Y. (2010). Reward processing in autism. *Autism Res*, *3*(2), 53-67. doi: 10.1002/aur.122
- Scheres, A., Milham, M. P., Knutson, B., & Castellanos, F. X. (2007). Ventral striatal hypo-responsiveness during reward anticipation in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, *61*(5), 720-724. doi: 10.1016/j.biopsych.2006.04.042
- Schlooz, W. a. J. M., Hulstijn, W., van den Broek, P. J. a., van der Pijll, A. C. a. M., Gabreëls, F., van der Gaag, R. J., & Rotteveel, J. J. (2006). Fragmented visuospatial processing in children with pervasive developmental disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, *36*, 1025-1037. doi: 10.1007/s10803-006-0140-z
- Schmitz, N., Rubia, K., Daly, E., Smith, A., Williams, S., & Murphy, D. G. (2006). Neural correlates of executive function in autistic spectrum disorders. *Biol Psychiatry*, *59*(1), 7-16. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.06.007
- Semrud-Clikeman, M., Walkowiak, J., Wilkinson, A., & Butcher, B. (2010). Executive functioning in children with Asperger syndrome, ADHD-combined type, ADHD-predominately inattentive type, and controls. *J Autism Dev Disord*, *40*(8), 1017-1027. doi: 10.1007/s10803-010-0951-9
- Senderecka, M., Grabowska, A., Gerc, K., Szewczyk, J., & Chmylak, R. (2012). Event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder: an investigation using an auditory oddball task. *Int J Psychophysiol*, *85*(1), 106-115. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.05.006
- Senju, A., Southgate, V., White, S., & Frith, U. (2009). Mindblind Eyes: An Absence of Spontaneous Theory of Mind in Asperger Syndrome. *Science*, *325*(5942), 883-885. doi: 10.1126/science.1176170
- Sergeant, J. A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: a critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biol Psychiatry*, *57*(11), 1248-1255. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.09.010

- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder? [Review]. *Behav Brain Res*, *130*(1-2), 3-28.
- Shallice, T., & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. [Case Reports]. *Brain*, *114* ( Pt 2), 727-741.
- Shallice, T., & Evans, M. E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex*, *14*(2), 294-303.
- Shallice, T., Marzocchi, G. M., Coser, S., Del Savio, M., Meuter, R. F., & Rumiati, R. I. (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. [Comparative Study]. *Dev Neuropsychol*, *21*(1), 43-71. doi: 10.1207/S15326942DN2101\_3
- Skewes, J. C., Jegindo, E. M., & Gebauer, L. (2014). Perceptual inference and autistic traits. *Autism*. doi: 10.1177/1362361313519872
- Skuse, D., Warrington, R., Bishop, D., Chowdhury, U., Lau, J., Mandy, W., & Place, M. (2004). The developmental, dimensional and diagnostic interview (3di): a novel computerized assessment for autism spectrum disorders. *Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *43*(5), 548-558. doi:
- Siklos, S., & Kerns, K. A. (2004). Assessing multitasking in children with ADHD using a modified Six Elements Test. *Arch Clin Neuropsychol*, *19*(3), 347-361. doi: 10.1016/S0887-6177(03)00071-4
- Smith, D. G., Xiao, L., & Bechara, A. (2012). Decision making in children and adolescents: impaired Iowa Gambling Task performance in early adolescence. [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Developmental Psychology*, *48*(4), 1180-1187. doi: 10.1037/a0026342
- Soliva, J. C., Carmona, S., Fauquet, J., Hoekzema, E., Bulbena, A., Hilferty, J., & Vilarroya, O. (2009). Neurobiological substrates of social cognition impairment in attention-deficit hyperactivity disorder: gathering insights from seven structural and functional magnetic resonance imaging studies. *Ann N Y Acad Sci*, *1167*, 212-220. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04604.x
- Solomon, M., Smith, A. C., Frank, M. J., Ly, S., & Carter, C. S. (2011). Probabilistic reinforcement learning in adults with autism spectrum disorders. *Autism Res*, *4*(2), 109-120. doi: 10.1002/aur.177
- Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD--a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behav Brain Res*, *130*(1-2), 29-36.
- Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder: from common simple deficits to multiple developmental pathways. *BIOL PSYCHIATRY*, *57*(11), 1231-1238. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.09.008
- Sonuga-Barke, E. J., Sergeant, J. A., Nigg, J., & Willcutt, E. (2008). Executive dysfunction and delay aversion in attention deficit hyperactivity disorder: nosologic and diagnostic implications. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*, *17*(2), 367-384, ix. doi: 10.1016/j.chc.2007.11.008
- Somerville, L. H., Jones, R. M., & Casey, B. J. (2010). A time of change: behavioral and neural correlates of adolescent sensitivity to appetitive and aversive environmental cues. *Brain Cogn*, *72*(1), 124-133. doi: 10.1016/j.bandc.2009.07.003



doi: 10.1016/j.chc.2007.11.008

- Soulieres, I., Dawson, M., Gernsbacher, M. A., & Mottron, L. (2011). The level and nature of autistic intelligence II: what about Asperger syndrome? *PLoS One*, *6*(9), e25372. doi: 10.1371/journal.pone.0025372
- Soulieres, I., Dawson, M., Samson, F., Barbeau, E. B., Sahyoun, C. P., Strangman, G. E., . . . Mottron, L. (2009). Enhanced visual processing contributes to matrix reasoning in autism. *Hum Brain Mapp*, *30*(12), 4082-4107. doi: 10.1002/hbm.20831
- South, M., Larson, M. J., Krauskopf, E., & Clawson, A. (2010). Error processing in high-functioning Autism Spectrum Disorders. *Biol Psychol*, *85*(2), 242-251. doi: 10.1016/j.biopsycho.2010.07.009
- Spearman, C. (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, *15*, 201-293.
- Spek, A. A., Scholte, E. M., & Van Berckelaer-Onnes, I. A. (2010). Theory of mind in adults with HFA and Asperger syndrome. *J Autism Dev Disord*, *40*(3), 280-289. doi: 10.1007/s10803-009-0860-y
- Spek, A. A., Scholte, E. M., & Van Berckelaer-Onnes, I. A. (2011). Local information processing in adults with high functioning autism and asperger syndrome: the usefulness of neuropsychological tests and self-reports. *J Autism Dev Disord*, *41*(7), 859-869. doi: 10.1007/s10803-010-1106-8
- Spreen, E., Sherman, E., & Strauss, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests. Administration, Norms and Commentary. Third Edition*. New York: Oxford University Press.
- Spreen, O., & Gaddes, W. H. (1969). Developmental norms for 15 neuropsychological tests age 6 to 15. *Cortex*, *5*(2), 170-191.
- Stone, V. E., Baron-Cohen, S., & Knight, R. T. (1998). Frontal lobe contributions to theory of mind. *J Cogn Neurosci*, *10*(5), 640-656.
- Stavropoulos, K. K., & Carver, L. J. (2014). Reward anticipation and processing of social versus nonsocial stimuli in children with and without autism spectrum disorders. *J Child Psychol Psychiatry*, *55*(12), 1398-1408. doi: 10.1111/jcpp.12270
- Sun, S., & Yu, R. (2014). The feedback related negativity encodes both social rejection and explicit social expectancy violation. *Front Hum Neurosci*, *8*, 556. doi: 10.3389/fnhum.2014.00556
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2001). *Using Multivariate Statistics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tadel, F., Baillet, S., Mosher, J. C., Pantazis, D., & Leahy, R. M. (2011). Brainstorm: a user-friendly application for MEG/EEG analysis. [Research Support, N.I.H., Extramural
- Taurines, R., Schwenck, C., Westerwald, E., Sachse, M., Siniatchkin, M., & Freitag, C. (2012). ADHD and autism: differential diagnosis or overlapping traits? A selective review. *Atten Defic Hyperact Disord*. doi: 10.1007/s12402-012-0086-2
- Tavassoli, T., Miller, L. J., Schoen, S. A., Nielsen, D. M., & Baron-Cohen, S. (2014). Sensory over-responsivity in adults with autism spectrum conditions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Autism*, *18*(4), 428-432. doi: 10.1177/1362361313477246

- Tayama, M., Tateno, M., Park, T. W., Ukai, W., Hashimoto, E., & Saito, T. (2012). The study of cognitive characteristics in Asperger's disorder by using a modified Prisoner's Dilemma game with a variable payoff matrix. *PLoS One*, 7(11), e48794. doi: 10.1371/journal.pone.0048794
- Thakkar, K. N., Polli, F. E., Joseph, R. M., Tuch, D. S., Hadjikhani, N., Barton, J. J., & Manoach, D. S. (2008). Response monitoring, repetitive behaviour and anterior cingulate abnormalities in autism spectrum disorders (ASD). *Brain*, 131(Pt 9), 2464-2478. doi: 10.1093/brain/awn099
- Tomb, I., Hauser, M., Deldin, P., & Caramazza, A. (2002). Do somatic markers mediate decisions on the gambling task? [Letter]. *Nat Neurosci*, 5(11), 1103-1104; author reply 1104. doi: 10.1038/nn1102-1103
- Torralva, T., Gleichgerrcht, E., Lischinsky, A., Roca, M., & Manes, F. (2012). "Ecological" and highly demanding executive tasks detect real life deficits in high functioning adult ADHD patients. *Journal of Attention Disorders*.
- Torralva, T., Gleichgerrcht, E., Roca, M., Ibanez, A., Marengo, V., Rattazzi, A., & Manes, F. (2013). Impaired theory of mind but intact decision-making in Asperger syndrome: implications for the relationship between these cognitive domains. *Psychiatry Res*, 205(3), 282-284. doi: 10.1016/j.psychres.2012.08.023
- Torralva, T., Gleichgerrcht, E., Torrente, F., Roca, M., Strejilevich, S. A., Cetrkovich, M., . . . Manes, F. (2011). Neuropsychological functioning in adult bipolar disorder and ADHD patients: a comparative study. *Psychiatry Res*, 186(2-3), 261-266. doi: 10.1016/j.psychres.2010.08.007
- Torralva, T., Roca, M., Gleichgerrcht, E., Bekinschtein, T., & Manes, F. (2009). A neuropsychological battery to detect specific executive and social cognitive impairments in early frontotemporal dementia. *Brain*, 132(Pt 5), 1299-1309. doi: 10.1093/brain/awp041
- Towgood, K. J., Meuwese, J. D., Gilbert, S. J., Turner, M. S., & Burgess, P. (2009). Advantages of the multiple case series approach to the study of cognitive deficits in autism spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 47, 2981-2988. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.028
- Tremont, G., Halpert, S., Javorsky, D. J., & Stern, R. A. (2000). Differential impact of executive dysfunction on verbal list learning and story recall. *Clin Neuropsychol*, 14(3), 295-302. doi: 10.1076/1385-4046(200008)14:3;1-P;FT295
- Tricomi, E., Rangel, A., Camerer, C. F., & O'Doherty, J. P. (2010). Neural evidence for inequality-averse social preferences. *Nature*, 463(7284), 1089-1091. doi: 10.1038/nature08785
- Tripp, G., & Wickens, J. R. (2008). Research review: dopamine transfer deficit: a neurobiological theory of altered reinforcement mechanisms in ADHD. *J Child Psychol Psychiatry*, 49(7), 691-704. doi: 10.1111/j.1469-7610.2007.01851.x
- Uekermann, J., Kraemer, M., Abdel-Hamid, M., Schimmelmann, B. G., Hebebrand, J., Daum, I., . . . Kis, B. (2010). Social cognition in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). [Review]. *Neurosci Biobehav Rev*, 34(5), 734-743. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.10.009

- Van de Cruys, S., Evers, K., Van der Hallen, R., Van Eylen, L., Boets, B., de-Wit, L., & Wagemans, J. (2014). Precise minds in uncertain worlds: Predictive coding in autism. *Psychol Rev*, *121*(4), 649-675. doi: 10.1037/a0037665
- Van Eylen, L., Boets, B., Steyaert, J., Evers, K., Wagemans, J., & Noens, I. (2011). Cognitive flexibility in autism spectrum disorder: Explaining the inconsistencies? *Research in Autism Spectrum Disorders*, *5*, 1390-1401.
- van Meel, C. S., Heslenfeld, D. J., Oosterlaan, J., Luman, M., & Sergeant, J. A. (2011). ERPs associated with monitoring and evaluation of monetary reward and punishment in children with ADHD. *J Child Psychol Psychiatry*, *52*(9), 942-953. doi: 10.1111/j.1469-7610.2010.02352.x
- 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. [Randomized Controlled Trial]. *Developmental Psychology*, *48*(1), 192-203. doi: 10.1037/a0025601
- van Duijvenvoorde, A. C., Jansen, B. R., Visser, I., & Huizenga, H. M. (2010). Affective and cognitive decision-making in adolescents. *Dev Neuropsychol*, *35*(5), 539-554. doi: 10.1080/87565641.2010.494749
- van Meel, C. S., Heslenfeld, D. J., Oosterlaan, J., Luman, M., & Sergeant, J. A. (2011). ERPs associated with monitoring and evaluation of monetary reward and punishment in children with ADHD. *J Child Psychol Psychiatry*, *52*(9), 942-953. doi: 10.1111/j.1469-7610.2010.02352.x
- Verte, S., Geurts, H. M., Roeyers, H., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2006). The relationship of working memory, inhibition, and response variability in child psychopathology. *J Neurosci Methods*, *151*(1), 5-14. doi: 10.1016/j.jneumeth.2005.08.023
- Watanabe, K., Ogino, T., Nakano, K., Hattori, J., Kado, Y., Sanada, S., & Ohtsuka, Y. (2005). The Rey-Osterrieth Complex Figure as a measure of executive function in childhood. *Brain Dev*, *27*(8), 564-569. doi: 10.1016/j.braindev.2005.02.007
- Walsh, M. M., & Anderson, J. R. (2012). Learning from experience: event-related potential correlates of reward processing, neural adaptation, and behavioral choice. *Neurosci Biobehav Rev*, *36*(8), 1870-1884. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.05.008
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler intelligence scale for children, fourth edition* San Antonio: Psychological Corporation.
- White, S. J., Burgess, P. W., & Hill, E. L. (2009). Impairments on "open-ended" executive function tests in autism. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Autism Res*, *2*(3), 138-147. doi: 10.1002/aur.78
- Wiersema, R., van der Meere, J., Roeyers, H., Van Coster, R., & Baeyens, D. (2006). Event rate and event-related potentials in ADHD. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Child Psychol Psychiatry*, *47*(6), 560-567. doi: 10.1111/j.1469-7610.2005.01592.x
- Willcutt, E., Sonuga-Barke, E., Nigg, J., & Sergeant, J. (2008). Recent Developments in Neuropsychological Models of Childhood Psychiatric Disorders. In T. Banaschewski & L. A. Rohde (Eds.), *Biological child psychiatry: recent trends and developments* (Vol. 24, pp. 195-226): Karger.

- Willcutt, E., Sonuga-Barke, E., Nigg, J., & Sergeant, J. (2008). Recent Developments in Neuropsychological Models of Childhood Psychiatric Disorders. In T. Banaschewski & L. A. Rohde (Eds.), *Biological child psychiatry: recent trends and developments* (Vol. 24, pp. 195-226): Karger.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biol Psychiatry*, *57*(11), 1336-1346. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006
- Wittmann, M., & Paulus, M. P. (2008). Decision making, impulsivity and time perception. *Trends Cogn Sci*, *12*(1), 7-12. doi: 10.1016/j.tics.2007.10.004
- Woodbury-Smith, M. R., & Volkmar, F. R. (2009). Asperger syndrome. [Review]. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *18*(1), 2-11. doi: 10.1007/s00787-008-0701-0
- Wu, Y., Hu, J., van Dijk, E., Leliveld, M. C., & Zhou, X. (2012). Brain activity in fairness consideration during asset distribution: does the initial ownership play a role? *PLoS One*, *7*(6), e39627. doi: 10.1371/journal.pone.0039627
- Yerkes, R., & Dodson, J. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, *18*, 459-482.
- Yu, R., & Zhou, X. (2006). Brain responses to outcomes of one's own and other's performance in a gambling task. *Neuroreport*, *17*(16), 1747-1751. doi: 10.1097/01.wnr.0000239960.98813.50
- Zaki, J., & Mitchell, J. P. (2011). Equitable decision making is associated with neural markers of intrinsic value. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *108*(49), 19761-19766. doi: 10.1073/pnas.1112324108
- Zalla, T., Sav, A. M., Stopin, A., Ahade, S., & Leboyer, M. (2009). Faux pas detection and intentional action in Asperger Syndrome. A replication on a French samp
- Zelazo, P. D. (2004). The development of conscious control in childhood. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Trends Cogn Sci*, *8*(1), 12-17.

## 5.1. Instrucciones IGT-C

*Las instrucciones de este juego se explican durante la sesión de práctica, que contiene 10 trials, el evaluador realizará 6 de ellos y dejará los 4 que siguen al niño. El evaluador seleccionará primero 4 veces la opción de la izquierda y luego 2 veces la opción de la derecha*

Instrucciones:

Este es un juego de cartas en donde tenés que elegir cartas de estos dos mazos (señalar) con el numero 1 (señalar en el teclado) elegís una carta de este mazo (señalar mazo izquierdo) y con el 9 (señalar en el teclado) elegís una carta de este otro (señalar mazo derecho).

Vamos a empezar... (presionar la barra del teclado)

Aquí en la pantalla dice “Elegí una carta” yo voy a elegir una del mazo izquierdo, (presionar 1) ves aquí he ganado \$5, la cara contenta me indica que gané. Cada vez que gano dinero la barra verde que esta aquí arriba (señalar) aumenta, ¿ves que aumentó?.

Voy a seguir probando con el mismo mazo, (presiona 1) ahora gané \$5 y también perdí \$5 que apareció con una cara triste, ¿entonces con esa carta perdí o gané algo? (esperar que responda, debe responder que no gano ni perdió nada, si no llega a hacerlo aclararlo: “si gano \$5 y pierdo \$5 en realidad no pierdo nada, porque 5-5 es igual a cero). ¿Se movió para algún lado la barra verde? (esperar que el niño responda que no, sino aclarar, NO se movió porque como no gané ni perdí la barra quedó en el mismo lugar)

Sigamos jugando, aprieto 1, (presionar 1) ahora solo gano \$5 y la barra verde aumentó de nuevo.

Vuelvo a elegir una carta de este mazo (presiono 1) ¿Qué pasó ahora? (esperar que el niño responda: gané \$5 y perdí \$10, sino decirlo uno) Entonces con esa carta, ¿gané o perdí dinero? (esperar que el niño responda correctamente perdí 5, sino aclararlo aquí perdí 5, porque gané \$5 pero perdí \$10 entonces pierdo \$5) ¿se movió la barra verde? (esperar que responda que se movió a la izquierda, sino aclarar, cuando pierdo la barra se mueve hacia la izquierda porque ahora tengo menos dinero).

El objetivo del juego es que trates de ganar la mayor cantidad de dinero que puedas, para que esta barra (señalar) llegue a 240, para eso hay un mazo que te va a convenir y otro que no, es decir que uno te hará ganar más que otro y vos tenés que tratar de ver cual de los dos mazos te conviene más para tratar de no perder dinero.

Vamos a seguir probando, ahora con el otro mazo, ahora aprieto el 9 (presionar), gané \$1, ¿por ahora pensás que gano más en este mazo o en el otro? (esperar que responda que en el otro mazo ganaba \$5, osea que ganaba más, pero en este gano \$1, entonces ahora gano menos, sino aclararlo).

La ultima vez y te dejo que pruebes vos, aprieto 9 (presionar) ¿Qué paso? (esperar que responda que gané \$1 y perdí \$2, sino aclararlo) ¿gané o perdí dinero con esa carta? (esperar que responda que perdí \$1, porque gané \$1 pero perdí \$2, entonces perdí \$1, sino aclararlo).

Ahora seguí vos, acordate elegís con el 1 el mazo de la izquierda y con el 9 el de la derecha (dejar que el niño realice 4 trials). Bueno así vas eligiendo hasta que te dice FIN, eso quiere decir que terminó.

Ahora va a empezar el juego, acordate que tenés que tratar de ver que mazo te conviene más para tratar de ganar y no perder dinero, vas eligiendo hasta que te aparezca el cartel que dice FIN, ¿estas listo?

## 5.2. Cuestionarios piloto IGT-C

### Cuestionario ICGT(mitad del juego)

- 1) Por ahora ¿Cuál de los dos mazos te parece que es mejor? ¿Por qué?
- 2) ¿Qué pasa con el mazo de la izquierda?
- 3) ¿Qué pasa con el mazo de la derecha?
- 4) ¿Cuál de los dos mazos te hace ganar más dinero?
- 5) ¿Cual mazo te hace perder dinero?

### Cuestionario ICGT (al finalizar el primer juego)

- 1) ¿Cuál de los mazos te pareció mejor? ¿Por qué?
- 2) ¿Qué pasaba con el mazo de la izquierda?
- 3) ¿Qué pasaba con el mazo de la derecha?

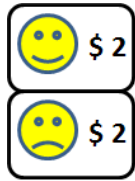
### Cuestionario F2 (al finalizar el segundo juego)

- 1) En este último juego: ¿Cuál de los mazos te pareció mejor? ¿Por qué?
- 2) ¿Cuál de los dos mazos te hacía **ganar** más dinero?
- 3) ¿Cual mazo te hacía **perder** dinero?
- 4) ¿En cuál de los mazos aparecían **más veces** pérdidas con caras tristes
- 5) Estas pérdidas ¿eran grandes o pequeñas
- 6) ¿En cual de los mazos aparecían **menos veces** pérdidas con caras tristes
- 7) Estas pérdidas ¿eran grandes o pequeñas

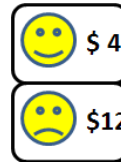
### Cuestionario ICGT (para ser completado por los niños y adolescentes)

- 1) Este juego te pareció: (marca con una cruz ⊗)
  - Muy divertido
  - Mas o menos divertido
  - Aburrido
  - Muy aburrido

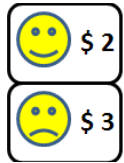
2) Ahora vas a ver algunas de las cartas que elegiste en los juegos, marca  el resultado correcto de cuánto dinero ganaste o perdiste **en total** con esa carta. SOLAMENTE UNA OPCIÓN ES CORRECTA.



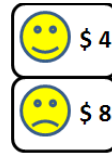
- No gané nada
- Gané \$2
- Perdí \$2



- Gané \$4
- Perdí \$8
- Perdí \$16



- Perdí \$1
- Gané \$2
- Perdí \$3



- Gané \$4
- Perdí \$8
- Perdí \$4

3) Imagínate que estas por empezar un juego nuevo en donde hay dos mazos de cartas, escribí  en el mazo que elegirías y  en el mazo que **no** te gustaría elegir

- Mazo 1: puedo ganar poco dinero y a veces también puedo perder poco d
- Mazo 2: puedo ganar mucho dinero y a veces también puedo perder mucho  dinero



### 5.3. Cuestionario IGT-C - (Estudio 3: orden de presentación de tareas)

1) Este juego te pareció: (marcá con una cruz ⊗)

- Muy divertido
- Mas o menos divertido
- Aburrido
- Muy aburrido

2) ¿Cómo crees que te fue en el primer juego? : (marcá con una cruz ⊗)

- Muy bien
- Bien
- Mas o menos bien
- Mal

3) ¿Cómo crees que te fue en el segundo juego? : (marcá con una cruz ⊗)

- Muy bien
- Bien
- Mas o menos bien
- Mal

#### **5.4. Reconocimiento emocional no-consciente mediante medidas de skin conductance: un estudio de caso único de atrofia cortical posterior**

##### **Introducción**

Mediante el siguiente estudio, utilizamos la medida de skin conductance response (SCR) para evaluar el reconocimiento emocional no-consciente en un paciente con dificultades en el reconocimiento explícito. Mediante este estudio evaluamos la sensibilidad de la medida de SCR para detectar emociones y cambios fisiológicos ante estímulos emocionales. Asimismo, mediante este estudio evaluamos las características del diseño experimental requeridas para la técnica de SCR, a saber: tiempo entre los estímulos, duración de estímulos, número de ensayos, efectos de habituación y sensibilización en la respuesta, entre otros.

De esta manera, se evaluaron tres niveles de reconocimiento visual en una mujer de 67 años diagnosticada con Atrofia Cortical Posterior (del inglés, Posterior Cortical Atrophy), en comparación con sujetos controles sanos. La paciente observaba dificultades en la percepción visual (dimensiones pre-categoriales), fallas en la descripción de los objetos (forma, orientación) y un déficit severo en el reconocimiento de imágenes visuales (letras, objetos y caras), lo cual sugería la presencia de agnosia visual aperceptiva en este paciente.

Durante el estudio, se evaluaron tres niveles de reconocimiento: (1) *Explicit awareness*: habilidad para reconocer explícitamente el contenido emocional de las imágenes, (2) *implicit awareness*: el reconocimiento implícito de la de valencia y *arousal* de las imágenes, y (3) *Reconocimiento no-consciente*: las modulaciones de SCR en relación a la valencia emocional de las imágenes.

Tanto la paciente como los participantes controles observaron imágenes con contenido emocional provenientes del International Affective Picture System (IAPS) mientras se realizaban registros de SCR.

Los resultados mostraron que la paciente mostró dificultades en el reconocimiento explícito de las imágenes en relación a los participantes controles. Sin embargo, no se

presentaron diferencias en el reconocimiento emocional implícito y el reconocimiento no-consciente (SCR) entre la paciente y los individuos controles. Estos resultados indicarían que pese a las fallas en el reconocimiento visual explícito, la paciente con PCA encuentra relativamente conservadas las funciones asociadas al reconocimiento emocional implícito y no-consciente mediante los marcadores de SCR.

Los resultados de este estudio permiten concluir acerca de que las medidas de SCR son una herramienta útil para la evaluación del reconocimiento no-consciente. A continuación se brinda información detallada respecto a este estudio.

### **Marco teórico del estudio**

El reconocimiento visual no-consciente ha sido estudiado tanto en individuos sanos como en pacientes con trastornos neuronales. Estos pacientes muestran un reconocimiento implícito frente a los estímulos, incluso cuando este reconocimiento no se encuentra disponible para la conciencia (Lazarus & McCleary, 1951; McGinnes, 1949; Miller, 1939). La evidencia más fuerte sobre este tipo de reconocimiento no-consciente proviene de los pacientes con prosopagnosia, un trastorno en el cual se ve afectado el reconocimiento de caras familiares. Los pacientes con prosopagnosia muestran una respuesta galvánica de la piel (SCR) más pronunciada frente a caras familiares en comparación con las no familiares, pese a que no logran identificar explícitamente estos rostros (Bauer, 1984; Tranel & Damasio, 1985). Este fenómeno ha sido estudiado por distintos autores bajo el nombre de “reconocimiento sin consciencia” (recognition without awareness).

Otros ejemplos sobre este procesamiento emocional no-consciente en ausencia de reconocimiento visual puede encontrarse en pacientes con lesiones en la corteza visual primaria. Estos pacientes exhiben una “ceguera afectiva” (affective blindness): son capaces de discriminar la valencia emocional de las expresiones faciales a pesar de las dificultades en la percepción visual consciente de las mismas (Tamiotto & de Gelder, 2008). Un patrón similar se ha observado en pacientes con negligencia visual. Por ejemplo, en un caso reportado por Marshall and Halligan (1988), se le presentó a una

mujer dos dibujos de una casa, una de estas casas se estaba quemando el lado izquierdo. Ella dijo que las dos casas eran idénticas; sin embargo, cuando se le preguntaba cual casa preferiría para vivir, seleccionaba consistentemente la casa que no tenía fuego.

El reconocimiento visual no-consciente también ha sido observado en pacientes con PCA, un extraño síndrome de demencia de inicio precoz se presenta con un deterioro progresivo de las habilidades viso-espaciales, incluyendo el reconocimiento visual (Crutch et al., 2012). Inicialmente, Filoteo, Friedrich, Rabbel, and Stricker (2002) reportaron el caso de un paciente que mostraba un aumento en los tiempo de reacción para las condiciones incongruentes en tareas de reconocimiento global-local, acompañado de fallas en la identificación explícita de estos estímulos. Recientemente, Denburg, Jones, and Tranel (2009) utilizaron marcadores psicofisiológicos (SCR) para examinar un paciente con PCA. Los resultados de este estudio, mostraron un aumento en la amplitud del SCR frente a imágenes negativas frente a la ausencia del reconocimiento explícito. Sin embargo, este diseño experimental omitió la inclusión de estímulos con valencia positiva y la diferenciación entre estímulos que caractericen objetos y personas.

Asimismo, particularidades en el reconocimiento no-consciente también han sido observadas en pacientes con anosognosia. Estos pacientes presentan dificultades en el reconocimiento consciente de sus síntomas y fallas, pero sin embargo, exhiben reacciones emocionales frente al fracaso y ajustan su comportamiento posterior en función a sus fallas (Mograbi, Brown, Salas, & Morris, 2012; Mograbi & Morris, 2013). Mograbi y Morris (2013) interpretaron estos resultados como marcadores de “implicit awareness”, un estado intermedio entre la conciencia y el reconocimiento no-consciente el cual modula el afecto y el comportamiento. A la fecha, sin embargo, ningún estudio ha explorado el papel de estos estados intermedios en el PCA.

Este estudio investiga tres niveles de reconocimiento visual en una paciente mujer de 67 años con diagnóstico de PCA comparada con un grupo control. Específicamente, se estudió: (1) la habilidad de la paciente de reconocer explícitamente el contenido emocional de las imágenes (*Explicit awareness*); (2) el reconocimiento implícito de la valencia y del *arousal* de las imágenes (*implicit awareness*); y (3) la modulación SCR

entre la valencia emocional de las imágenes (reconocimiento no-consciente). De este modo, nuestra investigación es la primera en evaluar un estado intermedio (*implicit awareness*) entre el reconocimiento consciente y no-consciente en PCA. Además, en este estudio se intentaron superar algunas limitaciones metodológicas presentes en estudios previos en PCA. Primero, se incluyó un grupo control con el objetivo de mejorar la categorización de los resultados de la paciente. Segundo, nuestros estímulos contenían imágenes de personas y objetos, que variaban en valencia afectiva (negativa, neutral o positiva).

## **Materiales y métodos**

### **Participantes:**

Se evaluó una paciente mujer de 67 años, con diagnóstico de PCA. La paciente contaba con 12 años de educación formal, y no reportó problemas académicos. Se presentó a la primera entrevista con tres años de historia de dificultades visuales progresivas y una historia médica circunscrita de hipertensión arterial adecuadamente controlada. Presentaba quejas sobre dificultades en la vida cotidiana, en la lectura y el reconocimiento de espacios y caras conocidas, las cuales fueron confirmadas a través de sus relatos y durante la observación clínica (fallos en el reconocimiento de formas e imágenes). Un año después de que los síntomas comenzaron, estudios cerebrales de MRI<sup>11</sup> y SPECT<sup>12</sup> no mostraron una atrofia o hipoperfusión significativa. En el examen oftalmológico mostró la preservación de los campos visuales y agudeza visual normal. En concordancia con los hallazgos clínicos, los estudios de PET revelaron hipometabolismo en la región biparietal, temporal posterior y occipital.

La paciente fue evaluada con una batería neuropsicológica completa, la cual incluía pruebas de atención, funciones ejecutivas, lenguaje, habilidades viso-espaciales, y memoria. El desempeño en estas tareas fue examinado a través de la media de puntuaciones Z, y comparado con datos sobre sujetos normales de su misma edad y género (Tabla 1). Si bien la orientación temporal, la memoria, la atención general, el

---

<sup>11</sup> Dél inglés, Magnetic resonance imaging

<sup>12</sup> Dél inglés, single photon emission computed tomography

lenguaje, y las funciones ejecutivas se encontraban relativamente conservadas, la paciente mostró dificultades en funciones viso-perceptivas. Estos déficits fueron evidentes en la copia de la figura simple y compleja, así como en el Trail Making Test (que se basa en la atención visual).

Además, se llevó a cabo una evaluación de habilidades visuo-perceptivas del paciente siguiendo modelo de procesamiento de objetos visuales de Humphreys y Riddoch (1993). Este modelo propone que el procesamiento visual implica una serie de procesos jerárquicamente estructurados, incluyendo la percepción de dimensiones básicas del objeto (por ejemplo: el tamaño, longitud, orientación y ubicación) la segmentación de figura y fondo, y la construcción final de la imagen para la percepción invariante de la misma. Al finalizar estos procesos visuales pre-categoriales, la percepción invariante permitiría el acceso al almacenamiento de los conocimientos sobre las formas de los objetos, los cuales son esenciales para el reconocimiento visual.

*Table 1: Scores obtained by PCA patient in her neuropsychological assessment*

	<b>Normative Mean (SD)</b>	<b>Patient's Score</b>	<b>Z score</b>
<b>Cognitive Screening Tests</b>			
Addenbroke's Cognitive Examination ( <i>max. 100; Cut off, 85</i> )		79	
Minimental State Examination ( <i>max. 30; Cut off, 25</i> )		27	
<b>Attention and Executive Functions</b>			
Forward Digit Span	6.28 (1.42)	7	0.51
Backward Digit Span	4.48 (1.44)	4	-0.33
Trail Making Test Part A	35.8 (11.9)	176	-11.78
Trail Making Test Part B	81.2 (38.5)	300	-5.86
<b>Language</b>			
Boston Naming Test ( <i>max. 20; Cut off, 17</i> )		18	
Phonological Verbal Fluency	15.2 (4.0)	21	1.45
Categorical Verbal Fluency	19.2 (5.2)	15	-0.81
<b>Memory</b>			
Rey Auditory Verbal Learning Test			
- Immediate Recall	49.9 (7.5)	44	-0.79
- Delayed Recall	10.2 (2.5)	5	-2.08
- Recognition	11.3 (2.8)	11	-0.11
Delayed Recall of Complex Rey Figure	14.21 (7.5)	1	-1.76

## Visuo-constructional abilities

Copy of Complex Rey Figure	30.79 (4.21)	2.5	6.72
----------------------------	--------------	-----	------

En los términos de este modelo, la paciente mostró dificultades en la dimensión pre-categorial de la percepción visual. Falló a la hora de dar información apropiada acerca del objeto, esto se evidencio en su bajo rendimiento en relación a la longitud, el tamaño, la orientación y la tarea de emparejar posiciones . Además, tuvo problemas con las figuras posteriores y la segmentación de la línea de base de las figuras. Estas dificultades son resultado de un déficit severo para el reconocimiento visual de las imágenes (incluyendo letras, objetos y caras), el cual sugiere una agnosia visual aperceptiva.

Como grupo control, se evaluaron nueve sujetos controles sanos. Estos participantes fueron pareados con la paciente según edad ( $M= 49.66$ ,  $DS= 17.76$ ;  $t = .93$ ,  $p=.18$ ,  $zcc= .98$ ), años de educación ( $M= 14.55$ ,  $DS=2.69$ ;  $t = -.89$ ,  $p=.19$ ,  $zcc= -.84$ ) y género (7 mujeres y 2 hombres;  $t = .49$ ,  $p=.31$ ,  $zcc= .52$ ). En todos los casos se solicitó consentimiento informado por escrito, aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurología Cognitiva (INECO), siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki.

### Tarea Experimental

Se presentaron cuatro bloques de nueve imágenes seleccionas del International Affective Picture System (IAPS). Las mismas fueron clasificadas en términos de valencia (negativa, neutral o positiva), siguiendo estudios previos (Gantiva Diaz, Guerra Muñoz, & Vila Castelar, 2011; Leite et al., 2012). Un bloque presentaba imágenes de personas y otro imágenes de objetos. La tarea empezaba con tres estímulos de práctica seguidos por bloques de personas y bloques de objetos. Los bloques borrosos eran presentados antes de las imágenes nítidas, y la secuencia de imágenes entre los bloques fue aleatorizada. Cada ensayo comenzaba con la presentación de estímulos (3 segundos) seguidos por una pantalla negra (3 segundos). Acto seguido, se les pidió a los participantes que identificaran la imagen (*explicit awareness*) a través de una descripción verbal, o que adivinaran su contenido en caso de que no poder reconocerla. La descripción fue registradas palabra por palabra y analizadas por dos

jueces que evaluaban si el reconocimiento de cada ensayo podía ser calificado como explícito. Posteriormente, los participantes categorizaban la valencia de cada imagen como positiva, negativa, o neutral. Además, calificaban el *arousal* subjetivo de cada estímulo en una escala Likert de nueve puntos (*implicit awareness*). Los estímulos y modulaciones SCR asociadas fueron validados en un estudio piloto con participantes sanos.

#### Registro de SCR

Las respuestas psicofisiológicas (reconocimiento no-consciente) fueron registradas utilizando un voltaje constante (.5V) con electrodos AgAg/Cl colocados en la superficie de la región central del falange mayor e índice de la mano no dominante. La SCR fue amplificada a través del sistema BIOPAC (MP 100) y el *software* AcqKnowledge utilizando una frecuencia de muestreo de 200 Hz.

#### Análisis de Datos

Para las medidas de *explicit awareness* y la categorización de la valencia se utilizó una prueba de Mann-Whitney para comparar los pacientes con los controles (ya que el desvío estándar de la muestra control era igual a 0). Las comparaciones de SCR y los *rankings* subjetivos de arousal entre la paciente y la muestra control fueron realizadas utilizando una prueba *t de Crawford (one-tailed)* (Crawford & Garthwaite, 2002, 2012; Crawford, Garthwaite, & Howell, 2009). Esta metodología permite medir la significancia a través de las comparaciones de múltiples puntuaciones en los test con normas derivadas de muestras pequeñas. También, para la versión modificada de la prueba *t*, se reportaron, tal como lo sugiere un estudio previo, los tamaños del efecto ( $z_{cc}$ ) (Crawford, Garthwaite, & Porter, 2010). Los datos de SCR fueron evaluados utilizando Matlab 7.1 y Ledalab toolbox (<http://www.ledalab.de/>). Para descomponer la señal bruta de SCR en componentes fásicos, utilizamos un análisis de descomposición discreta, el cual capta las desviaciones intra-individuales de la forma de respuesta general (Benedek & Kaernbach, 2010). El área de SCR por debajo de la curva fue calculado definiendo una ventana temporal de 1 a 6 segundos posteriores al



inicio del estímulo. Se consideraron significativas solo a aquellas SCRs que fueron mayores a 0,01 m $\mu$ s.

## **Resultados**

### Explicit awareness

La paciente falló en identificar precisamente la mayoría de las imágenes. Pudo reconocer verbalmente solo tres de las 18 imágenes presentadas (una neutral, una imagen positiva del bloque de personas y una neutral del bloque de objetos). Los participantes controles pudieron identificar todas las imágenes. Un análisis de Mann-Whitney de los ensayos que comparó el reconocimiento explícito reveló diferencias significativas entre la paciente y el grupo control ( $U = 1789.50, p = .00$ ) así como también entre las repuesta de la paciente dentro de cada categoría).

### Implicit awareness

#### *Categorización de la valencia*

A pesar de su incapacidad para reconocer los estímulos, la paciente pudo categorizar correctamente la valencia emocional de la mayoría de las imágenes. Fue capaz de asignar correctamente la valencia de 4 de 6 estímulos negativos y 5 de 6 estímulos positivos. Sin embargo, pudo categorizar solo uno de los 6 estímulos neutrales. Por su parte, los controles pudieron categorizar correctamente la valencia emocional de la mayoría de las imágenes positivas y negativas, pero también fallaron en categorizar varias de las neutrales (ver tabla 2). Un análisis de Mann-Whitney sobre el reconocimiento de la valencia reveló diferencias significativas para las imágenes negativas de personas ( $U = 27.00, p = .00$ ) en el reconocimiento de la paciente de menos figuras que los participantes control. No se observaron diferencias significativas en las demás categorías (imágenes neutrales de personas:  $U = 27.00, p = .23$ ; imágenes positivas de personas:  $U = 28.50, p = .05$ ; imágenes de objetos negativas:  $U = 33.00, p = .42$ ; imágenes de objetos neutrales:  $U = 34.50, p = .63$  e imágenes positivas de objetos:  $U = 40.50, p = 1.00$ ).

Table 2: Patient's score and controls' mean of images accurately categorized (maximum three for each condition).

Block	Valence	Patient's score	Controls' mean	Patient /vs/ Controls*
Persons	negative	2	3 (.00)	.00
	neutral	0	1.20 (.91)	.23
	positive	2	2.90 (.31)	.05
Objects	negative	2	2.60 (.51)	.42
	neutral	1	1.60 (1.17)	.63
	positive	3	3 (.00)	1

\* Mann-Whitney analyses of trials.

### *Arousal Ratings*

En relación con los controles, la paciente reportó ratings más bajos sobre la intensidad del *arousal* para las imágenes con valencia negativa de personas ( $t = -3.98, p=.00, z_{cc} = -4.19$ , ver tabla 3). Para el resto de los estímulos, aunque la paciente seleccionó niveles de *arousal* inferiores que los controles, estas diferencias no fueron significativas (personas neutrales :  $t = 1.07, p=.15, z_{cc} = 1.13$ ; imágenes positivas con personas:  $t = .00, p=.50, z_{cc} = .00$ ; imágenes negativas con objetos:  $t = .85, p=.20, z_{cc} = .89$ ; imágenes neutras con objetos:  $t = 1.03, p=.16, z_{cc} = 1.09$ ; imágenes positivas con objetos:  $t = .65, p=.26, z_{cc} = .69$ ).

En resumen, aunque la paciente falló en el reconocimiento explícito del contenido de las imágenes, si pudo reconocer implícitamente su valencia emocional. Con excepción de las imágenes negativas con personas, en el resto de los estímulos la paciente pudo ubicar adecuadamente la intensidad del *arousal* para todas las imágenes, aún mejor que los controles.

Table 3: Means, DS, and differences between the patient and controls in arousal ratings.

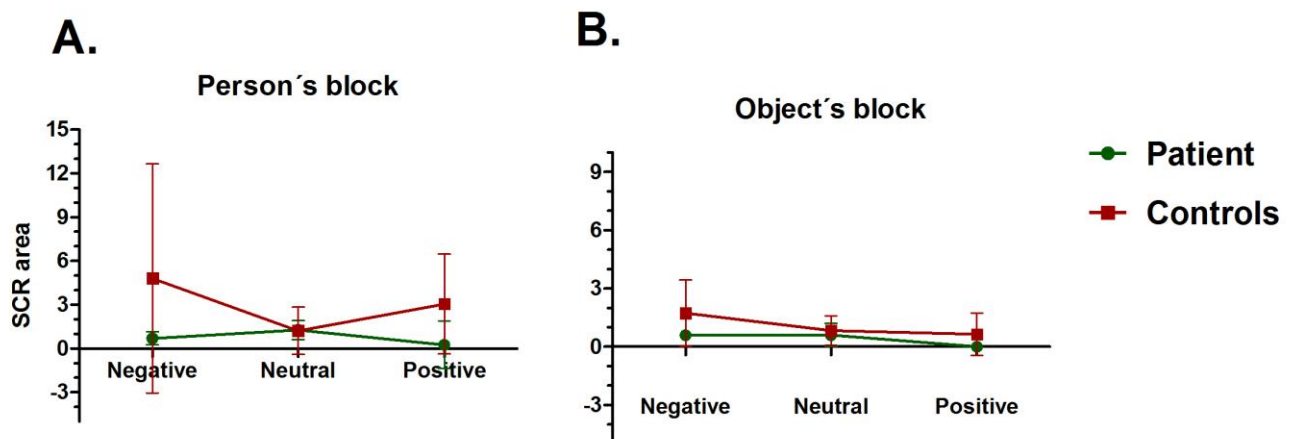
Block	Valence	Patient's mean	Controls' mean	Patient /vs/ Controls*
Persons	negative	5 (1.00)	8.40 (.81)	.00
	neutral	7 (.57)	3.93 (2.70)	.15
	positive	6.5 (2.08)	6.50 (1.97)	.50
Objects	negative	7 (1.73)	5.66 (1.48)	.20
	neutral	6.5 (1.73)	3.73 (2.54)	.16
	positive	7.33 (.57)	5.76 (2.27)	.26

\* A modified Crawford's t-test (Crawford & Garthwaite, 2002)

### SCR (Reconocimiento no-consciente)

Aunque la paciente presentó SCRs inferiores que los controles (ver Figura 1), esta diferencia no fue significativa ni en los bloques con imágenes de personas (negativas:  $t = -.49, p=.31, z_{cc} = -0.52$ ); neutrales:  $t = -.33, p=.37, z_{cc} = -.35$ ; y positivas  $t = -.39, p=.35, z_{cc} = -.41$ ) ni en aquellos con objetos (imágenes negativas:  $t = -.80, p=.22, z_{cc} = -.85$ ; imágenes neutrales:  $t = -.31, p=.38, z_{cc} = -.32$  y estímulos positivos:  $t = -.55, p=.29, z_{cc} = -.58$ ).

En síntesis, estos resultados indican que la paciente presenta respuestas psicofisiológicas similares frente a los estímulos no-reconocidos, tal como lo hacen lo hacen los controles frente a los estímulos reconocidos.



## Discusión

Este estudio investigó tres niveles de reconocimiento visual desde la conciencia hasta el reconocimiento emocional implícito en una paciente con PCA. En comparación con los sujetos sanos, la paciente confirmó el perfil de deterioro en el reconocimiento explícito y respuestas psicofisiológicas intactas en este síndrome. Además, nuestros resultados resaltan el rol de la conciencia implícita como un estado de procesamiento intermedio que contribuye a la identificación de la valencia emocional y la intensidad del *arousal* en imágenes no reconocidas.

Según nuestro conocimiento, solo dos estudios (Denburg et al., 2009; Filoteo et al., 2002) han presentado evidencias preliminares informando acerca de que el reconocimiento no-consciente está preservado en los pacientes con PCA, pese a las fallas en el reconocimiento explícito visual. Sin embargo, estos estudios no incluyeron un grupo control de participantes para reforzar estadísticamente sus resultados. En primer lugar, Filoteo et al. (2002) demostró un procesamiento no-consciente preservado en un paciente con PCA. En el reporte de otro paciente con PCA, Denburg et al. (2009) mostró una respuesta psicofisiológica intacta entre imágenes negativas y neutras. Además, el paciente reportado en este estudio identificó correctamente la valencia emocional de algunas imágenes, lo que los autores interpretan como evidencia de una percepción (relativamente) conservada sin una identificación precisa. Sugerimos que estos descubrimientos también evidencian un conocimiento emocional implícito en el paciente.

En el presente estudio reportamos el caso de una paciente con PCA incluyendo un grupo control y mostrando tres niveles de reconocimiento visual: *Explicit awareness*, *implicit awareness* (categorización de la valencia y calificación del *arousal*), y reconocimiento no-consciente (SCR). En consistencia con estudios previos (Denburg et al., 2009), la respuesta psicofisiológica de nuestra paciente frente a imágenes no reconocidas fue similar a los controles, sugiriendo que la paciente conserva el reconocimiento no-consciente de los estímulos visuales. Además, la paciente fue capaz de reconocer implícitamente la valencia emocional de la mayoría de las imágenes y asignar con precisión la intensidad de *arousal* de las mismas. Estos últimos

hallazgos sugieren que nuestra paciente conserva el reconocimiento implícito emocional de las imágenes presentadas: Este perfil de reconocimiento emocional implícito es similar al observado en pacientes con síntomas de anosognosia, incluyendo pacientes con hemiplejía, enfermedad de Alzheimer (EA) y otras demencias (Fotopoulou, Pernigo, Maeda, Rudd, & Kopelman, 2010; Martyr et al., 2011; Mograbi, in press; Mograbi et al., 2012). Estos pacientes no eran capaces de reconocer explícitamente sus déficits, pero mostraban una reacción emocional frente al fracaso y un ajuste comportamental consecuente al mismo. Asimismo, nuestra paciente exhibió déficits visuales pero fue capaz de procesar implícitamente las características emocionales (*valencia* y *arousal*) de los estímulos.

Ha de destacarse que la mayoría de estas evidencias que sugieren un procesamiento emocional implícito en la paciente están basadas en la ausencia de diferencias significativas entre la paciente y sujetos controles. Sin embargo, la alta variabilidad observadas en estas mediciones podrían explicar parcialmente los estos resultados. Este asunto debe ser estudiado en profundidad en investigaciones futuras incluyendo una muestra más grande de pacientes y controles.

Finalmente, aunque la paciente fue similar a los controles en la habilidad de reconocer la valencia emocional y el *arousal* de la mayoría de los estímulos, demostró una capacidad reducida a la hora de categorizar la valencia y calificar el *arousal* de imágenes negativas de personas. Por el contrario, en controles, este tipo de imágenes arrojó valores máximos de precisión en el reconocimiento emocional de la valencia (ver Tabla 2) y el *arousal* (ver Tabla 3). La ausencia de tales efectos en la paciente puede haber influido en las diferencias significativas entre ella y el grupo de control.

#### Implicaciones teóricas y clínicas

Nuestros resultados sugieren que el procesamiento visual implícito no solo es una función cognitiva básica sino que también se extiende a estímulos más complejos, incluyendo un nivel emocional. Además, las evidencias obtenidas de pacientes con PCA apoyan la noción de que la información visual consciente podría producirse por vías alternativas: (1) una “vía rápida”, la cual conecta la corteza visual de orden-superior a centros automáticos en la amígdala o el hipotálamo (SCR), y (2) un mecanismo de

orden-superior apoyado por la integración de redes mnémicas, atencionales y ejecutivas (Mograbí & Morris, 2013). Esta última vía podría promover el acceso implícito al contenido emocional de los *targets* visuales, basado en información parcialmente disponible. Este mecanismo podría subyacer al efecto global conservado en los tiempos de reacción (Filoteo et al., 2002), reconocimiento parcial de la valencia de las imágenes (Denburg et al., 2009), y la sensibilidad conservada a la intensidad del *arousal* (como se demostró en el presente estudio).

La noción de procesamiento emocional implícito de la información visual en pacientes con PCA podría tener importantes implicaciones clínicas. Los programas de rehabilitación en PCA podrían ayudar a los pacientes a desarrollar estrategias compensatorias haciendo hincapié en la conciencia emocional implícita conservada y enseñando reglas implícitas para interpretar las imágenes visuales (Ibanez, Velasquez, Martorell, & Manes, in press). En estos pacientes, el uso de sentidos alternativos, como el tacto, ha demostrado ser una estrategia exitosa para restaurar las actividades de la vida cotidiana (Roca, Gleichgerrcht, Torralva, & Manes, 2010). Nuestros resultados muestran que los pacientes que no pueden confiar en el reconocimiento exacto del material visual, pueden sin embargo, obtener información emocional de él. Pacientes con PCA pueden ser entrenados para utilizar esta información emocional con el fin de compensar los déficits viso-perceptuales en los escenarios de cada día (por ejemplo: para evitar situaciones que pueden ser nocivas).

## Conclusión

Este estudio introduce un abordaje novedoso para disociar la percepción visual del reconocimiento emocional implícito en PCA. Específicamente, utilizando métodos que involucran tres niveles de procesamiento, se reveló el siguiente patrón en nuestra paciente: (1) un deterioro en el reconocimiento explícito de escenas visuales, (2) un conocimiento implícito parcialmente conservado de la valencia emocional y de la calificación del *arousal* y (3) respuestas psicofisiológicas conservadas (SCR). Así, este estudio confirma y extiende la evidencia preliminar del reconocimiento implícito en PCA, superando las limitaciones metodológicas presentadas en estudios previos. Sin

embargo, estudios futuros deberán incluir una muestra más grande de pacientes para corroborar estos resultados.

Nuestros resultados sugieren que, en PCA, los déficits en la percepción explícita visual coexistirían con un reconocimiento no-consciente conservado y un conocimiento emocional implícito a través de la identificación de la valencia y el *arousal*. El reconocimiento implícito emocional ha sido identificado previamente en pacientes anosagnósicos con hemiplejía y EA. Sin embargo, nuestros descubrimientos indican que este fenómeno no se limita a la conciencia de enfermedad propia; sino que, el reconocimiento emocional implícito constituiría una propiedad general del procesamiento cognitivo global, abriendo caminos hacia nuevas investigaciones relevantes para la evaluación clínica y los modelos neurocognitivos del acceso a la conciencia.

## Referencias

- Bauer, R. M. (1984). Autonomic recognition of names and faces in prosopagnosia: a neuropsychological application of the Guilty Knowledge Test. [Case Reports]. *Neuropsychologia*, 22(4), 457-469.
- Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010). Decomposition of skin conductance data by means of nonnegative deconvolution. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Psychophysiology*, 47(4), 647-658. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00972.x
- Crawford, J. R., & Garthwaite, P. H. (2002). Investigation of the single case in neuropsychology: confidence limits on the abnormality of test scores and test score differences. *Neuropsychologia*, 40(8), 1196-1208.
- Crawford, J. R., & Garthwaite, P. H. (2012). Single-case research in neuropsychology: a comparison of five forms of t-test for comparing a case to controls. [Comparative Study]. *Cortex*, 48(8), 1009-1016. doi: 10.1016/j.cortex.2011.06.021
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Howell, D. C. (2009). On comparing a single case with a control sample: an alternative perspective. [Comment].

*Neuropsychologia*, 47(13), 2690-2695. doi:  
10.1016/j.neuropsychologia.2009.04.011

Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cogn Neuropsychol*, 27(3), 245-260. doi: 10.1080/02643294.2010.513967

Crutch, S. J., Lehmann, M., Schott, J., Rabinovici, G., Rossor, M., & Fox, N. (2012). Posterior cortical atrophy. *The Lancet Neurology*, 11(2), 170-178. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70289-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70289-7)

Denburg, N. L., Jones, R. D., & Tranel, D. (2009). Recognition without awareness in a patient with simultanagnosia. [Case Reports

Research Support, N.I.H., Extramural

Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Psychophysiol*, 72(1), 5-12. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.02.012

Filoteo, J. V., Friedrich, F. J., Rabbell, C., & Stricker, J. L. (2002). Visual perception without awareness in a patient with posterior cortical atrophy: impaired explicit but not implicit processing of global information. [Case Reports]. *J Int Neuropsychol Soc*, 8(3), 461-472.

Fotopoulou, A., Pernigo, S., Maeda, R., Rudd, A., & Kopelman, M. A. (2010). Implicit awareness in anosognosia for hemiplegia: unconscious interference without conscious re-representation. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Brain*, 133(Pt 12), 3564-3577. doi: 10.1093/brain/awq233

Gantiva Diaz, C. A., Guerra Muñoz, P., & Vila Castelar, J. (2011). Validación colombiana del sistema internacional de imágenes afectivas: evidencias del origen transcultural de la emoción. *Acta colombiana de psicología*, 14(3), 103:111.

Ibanez, A., Velasquez, M., Martorell, M., & Manes, F. (in press). Implicit emotional awareness in frontotemporal dementia. *Cognitive Neuroscience*.



- Lazarus, R., & McCleary, R. (1951). Autonomic discrimination without awareness: a study of subception. *Psychological Review*, *58*(2), 113-122. doi: 10.1037/h0054104
- Leite, J., Carvalho, S., Galdo-Alvarez, S., Alves, J., Sampaio, A., & Goncalves, O. F. (2012). Affective picture modulation: valence, arousal, attention allocation and motivational significance. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Psychophysiol*, *83*(3), 375-381. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.12.005
- Marshall, J. C., & Halligan, P. W. (1988). Blindsight and insight in visuo-spatial neglect. [Case Reports  
Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Nature*, *336*(6201), 766-767. doi: 10.1038/336766a0
- Martyr, A., Clare, L., Nelis, S. M., Roberts, J. L., Robinson, J. U., Roth, I., . . . Morris, R. G. (2011). Dissociation between implicit and explicit manifestations of awareness in early stage dementia: evidence from the emotional Stroop effect for dementia-related words. [Multicenter Study  
Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Int J Geriatr Psychiatry*, *26*(1), 92-99. doi: 10.1002/gps.2495
- McGinnies, E. (1949). Emotionality and perceptual defense. *Psychol Rev*, *56*(5), 244-251.
- Miller, J. (1939). Discrimination without awareness *The American Journal of Psychology*, *52*(4), 562-468.
- Mograbi, D. C. (in press). Implicit awareness in anosognosia: clinical observations, experimental evidence and theoretical implications. *Cognitive Neuroscience*.
- Mograbi, D. C., Brown, R. G., Salas, C., & Morris, R. G. (2012). Emotional reactivity and awareness of task performance in Alzheimer's disease. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Neuropsychologia*, *50*(8), 2075-2084. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.05.008

- Mograbi, D. C., & Morris, R. G. (2013). Implicit awareness in anosognosia: clinical observations, experimental evidence, and theoretical implications. [Review]. *Cogn Neurosci*, 4(3-4), 181-197. doi: 10.1080/17588928.2013.833899
- Roca, M., Gleichgerrcht, E., Torralva, T., & Manes, F. (2010). Cognitive rehabilitation in posterior cortical atrophy. [Case Reports]. *Neuropsychol Rehabil*, 20(4), 528-540. doi: 10.1080/09602011003597408
- Tamietto, M., & de Gelder, B. (2008). Affective blindsight in the intact brain: neural interhemispheric summation for unseen fearful expressions. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Neuropsychologia*, 46(3), 820-828. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.11.002
- Tranel, D., & Damasio, A. R. (1985). Knowledge without awareness: an autonomic index of facial recognition by prosopagnosics. [Case Reports Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *Science*, 228(4706), 1453-1454.

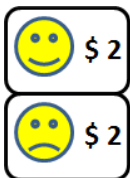
5.5. Cuestionario IGT-C (Estudio principal)

**Cuestionario ICGT**

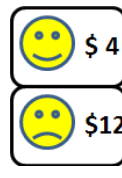
1) Este juego te pareció: (marca con una cruz)

- Muy divertido
- Mas o menos divertido
- Aburrido
- Muy aburrido

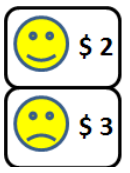
2) Ahora vas a ver algunas de las cartas que elegiste en los juegos, marca  el resultado correcto de cuánto dinero ganaste o perdiste **en total** con esa carta. SOLAMENTE UNA OPCIÓN ES CORRECTA.



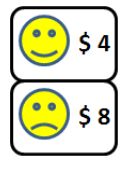
- No gané nada
- Gané \$2
- Perdí \$2



- Gané \$4
- Perdí \$8
- Perdí \$16



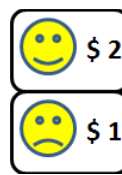
- Perdí 1
- Gané \$2
- Perdí \$3



- Gané \$4
- Perdí \$8
- Perdí \$4



- Perdí \$60
- Perdí \$56
- Gané \$4



- Gané \$3
- Perdí \$1
- Gané \$1

3) Imagínate que estas por empezar un juego nuevo en donde hay dos mazos de cartas, escribe  en el mazo que elegirías y  en el mazo que **no** te gustaría elegir

- Mazo 1: puedo ganar poco dinero y a veces también puedo perder poco dinero

- Mazo 2: puedo ganar mucho dinero y a veces también puedo perder mucho dinero

## 5.6. Instrucciones para test de evaluación cognitiva

### Matrices Progresivas de Raven

#### Consigna:

*Voy a mostrarte una serie de dibujos en los que les falta una parte (señalar ejemplo). De las opciones que vemos aquí vos me tenés que decir cual es la parte que completa la figura, me decís el numero: 1, 2, 3, 4, 5 o 6. ¿Cuál pensás que es?*

Nota: Si se presentan dudas, le parece que ninguna de las opciones corresponde o esta entre dos opciones se dice que es la opción que a él más le parezca, que cada uno responde de acuerdo a la opción que le parece más posible.

#### Criterios por edad:

- Escala coloreada (power point): Niños entre 8 y 11 años
- Escala general (cuadernillo): Niños entre 12 y 14 años

#### Puntuación:

- Total de respuestas correctas de todas las series

Escala coloreada max. 36 puntos

Escala general max. 60 puntos

#### Procesamiento de datos:

Los puntajes brutos de la escala coloreada deben ser extrapolados utilizando la siguiente tabla:

MPColoreada	MPGeneral	MPColoreada	MPGeneral
0	0	19	19
1	1	20	20
2	2	21	21
3	3	22	22
4	4	23	24
5	5	24	26
6	6	25	27
7	7	26	29
8	8	27	30
9	9	28	32
10	9	29	35
11	10	30	36
12	11	31	39
13	12	32	41
14	13	33	44
15	14	34	48
16	15	35	52
17	16	36	57
18	17		

**MATRICES RAVEN (VERSION COLOREADA)**  
(Niños hasta 10 años)

A			AB			B		
1	4		1	4		1	2	
2	5		2	5		2	6	
3	1		3	1		3	1	
4	2		4	6		4	2	
5	6		5	2		5	1	
6	3		6	1		6	3	
7	6		7	3		7	5	
8	2		8	4		8	6	
9	1		9	6		9	4	
10	3		10	3		10	3	
11	5		11	5		11	4	
12	4		12	2		12	5	
TOT			TOT			TOT		

**MATRICES RAVEN (VERSION GENERAL)**  
(Niños mayores de 11 años)

A			B			C			D			E		
1	4		1	2		1	8		1	3		1	7	
2	5		2	6		2	2		2	4		2	6	
3	1		3	1		3	3		3	3		3	8	
4	2		4	2		4	8		4	7		4	2	
5	6		5	1		5	7		5	8		5	1	
6	3		6	3		6	4		6	6		6	5	
7	6		7	5		7	5		7	5		7	1	
8	2		8	6		8	1		8	4		8	6	
9	1		9	4		9	7		9	1		9	3	
10	3		10	3		10	6		10	2		10	2	
11	4		11	4		11	1		11	5		11	4	
12	5		12	5		12	2		12	6		12	5	
TOT			TOT			TOT			TOT			TOT		

**Versión infantil del Test de Hayling.**

**Parte A: Completamiento coherente**

- Ejemplos:** a) *El actor comenzará a filmar un nuevo programa de...*  
 b) *En el desayuno, me gusta tomar café con...*

Estímulo	Producción	Punt.
1) A Laura le gusta lavarse la cara con agua y ...		
2) No es fácil leer al mismo tiempo dos ...		
3) El capitán dio órdenes precisas a sus ...		
4) Julián se tomó una aspirina porque le dolía mucho la ...		
5) Los hinchas fueron a la cancha para alentar a su ...		
6) En otoño, las veredas se llenan de ...		
7) Apenas comenzó el incendio, llamaron a los ...		
8) La maestra copió la tarea en el ...		
9) Sólo diez alumnos aprobaron la ...		
10) El ladrón resultó herido y fue llevado al ...		
11) En Brasil se organiza el carnaval más grande del ...		
12) Los chicos están leyendo un nuevo ...		
13) Caminaron hasta la parada del ...		
14) Los elefantes agarran los alimentos con su ...		
15) Decidieron salir a cenar a un nuevo ...		

**Parte B: Completamiento no coherente**

- Ejemplos:** a) *María saludó a su tía con un...*  
 b) *En primavera todos los jardines se llenan de...*

**Puntuación:** Se tabula con 0 cuando la respuesta es absolutamente incoherente.

Se tabula con 1 cuando la respuesta es sinónimo del verbo o sustantivo.

Se tabula con 2 cuando la respuesta excede los 60 segundos de tiempo.

Se tabula con 3 cuando la respuesta es coherente con la oración.

Estímulo	Producción	Punt.			
1) Para pagar el cliente sacó dinero de su...		0	1	2	3
2) Me levanté temprano y sin hacer ruido fui a la cocina a preparar...		0	1	2	3
3) Cuando llegó la hora de la torta, Matías sopló las...		0	1	2	3
4) Mi hermana estuvo horas hablando por...		0	1	2	3
5) Los gatos persiguen a los...		0	1	2	3
6) Antes de irse a dormir, la mujer apaga todas las...		0	1	2	3
7) Hubo 20 heridos en un...		0	1	2	3
8) Cerramos las ventanas porque hacía mucho...		0	1	2	3
9) El cantante comenzó una gira por...		0	1	2	3
10) Le preguntaron la hora y entonces miró el...		0	1	2	3
11) A causa de la fuerte lluvia se produjeron muchas...		0	1	2	3
12) La modelo lució una minifalda y par de...		0	1	2	3
13) Como estaba muy nervioso no pudo dormir en toda la...		0	1	2	3
14) Para estar bien informado, todas las mañanas leo el...		0	1	2	3
15) El policía apuntó al sospechoso con su...		0	1	2	3
	<b>Total</b>				

## TMT (A y B)

### TMT-A

#### Consigna:

Se presenta la hoja de ejemplo: *“En esta página hay varios números. Tenés que empezar uniéndolo con el lápiz desde el número 1 al número 2, del número 2 al número 3, del número 3 al número 4 y continuar así hasta el final. A ver como te sale...”*

En la hoja de ejemplo se realiza la unión entre 1 – 2 - 3 y se le dice que continúe. Si resuelve bien, se pasa a la hoja de evaluación. Allí se le indica que debe comenzar ahora con el 1 y finalizar por el 15. Se le dice que intente hacerlo lo más rápido que pueda.

#### Puntuación:

Se computa el tiempo en segundos que demora la persona en realizar la hoja de evaluación.

### TMT-B

Con los niños menores de 10 años aproximadamente pedirles en primer lugar que mencionen el abecedario, interrumpirlos cuando llegan hasta la “J”.

#### Consigna:

Se presenta la hoja de ejemplo: *“En esta página ahora además de números también hay letras. Tenés que empezar uniéndolo desde el número 1 a la letra A, de la letra A al número 2, del número 2 a la letra B y de aquí al número 3 y a la letra C y continuar así hasta el final. Recordá que siempre primero va el número y después la letra, luego un número y otra letra ¿Preparado?”*

En la hoja de ejemplo se realiza la unión entre 1 – A – 2 y se le dice que continúe. Si resuelve bien, se pasa a la hoja de evaluación. Allí se le indica que debe comenzar ahora con el 1 y finalizar por el 10. También se recuerda que tiene que intentar ir lo más rápido que pueda.

#### Puntuación:

Se computa el tiempo en segundos que demora la persona en realizar la hoja de evaluación.

Nota: En ambos ensayos controlar si el niño comete errores y corregirlo en tal caso, se puede aclarar que no importa la prolijidad ni el que se crucen la línea, no hace falta tachar si se equivoca. La idea es que lo haga lo más rápido posible. En el ensayo B se puede recordar si es necesario que primero son los números y después las letras. Si se olvida de alguna de las letras del abecedario, pedirle que repetida desde el inicio el mismo para identificar la letra que sigue.

## Battersea Multitask Paradigm (BMP)

### **Materiales:**

1) Juegos completos:

-Gusanos (fibrones amarillo y rojo destapados y hoja para colorear con cabezas de los gusanos ya pintadas).

-Bolitas (tablero y recipiente con bolitas sin tapa)

-Frutas (6 envases para rellenar y envase con frutas sin tapa)

2) Hoja de registro de respuestas, lápiz y goma de borrar

3) Cuestionario para niños y lápiz.

4) Modelo de hoja de gusanos.

### **Antes de comenzar:**

Ubicar los materiales sobre una mesa de manera que puedan ser fácilmente accesibles para el participante comenzando de izquierda a derecha por: Gusanos, bolitas y frutas. Presentar los envases del juego de frutas mezclando colores y tamaños.

### **Instrucciones:**

*En esta tarea tenemos 3 juegos para hacer, el juego de los gusanos, de las bolitas y el juego de las frutas.*

*En el juego de los **gusanos** tenés que pintar los círculos de cada gusano por dentro, de acuerdo a su color, amarillos o rojos. No es necesario que estén pintados perfectos, pero si tiene que estar la mayor parte del círculo pintado (mostrar con modelo).*

*En el juego de las **bolitas** tenés que colocar cada bolita dentro de un agujero, de acuerdo a su color también (mostrar con un ejemplo).*

*Por último el juego de las **frutas** hay que ir guardando frutas en estos recipientes, también de acuerdo al color (mostrar con un ejemplo).*

*En todos los juegos tenés **dos colores: rojo y amarillo** (señalar en cada juego) y **distintos grupos** (señalar grupo para cada caso). También hay grupos que son mas grandes o largos, otros más cortos o pequeños y otros medianos (pedir al niño que señale algunos ejemplos de grupos grandes, pequeños y medianos)*

*Tenés solo **3 minutos** para hacer estos juegos, el tiempo lo vas a poder ver en este reloj (mostrar cronómetro en la computadora), empieza en cero y va corriendo hasta llegar a 3:00, allí termina el juego, tu puedes ir mirando el reloj para saber cuánto tiempo te queda o sino cuando acabe el tiempo yo te voy a avisar.*

*Ahora bien, hay algunas consignas para hacer este juego... (se van leyendo una a una, lentamente y repitiendo si es necesario, puede ejemplificarse mostrando).*

### **RULE LEARN FREE RECALL (FR)**

*“Ahora antes de empezar me gustaría que me dijeras tu estas consignas para ver si las recuerdas, no importa el orden en que me las digas ni que las repitas exactamente a como los vimos”*



En esta instancia se requiere que el niño aprenda las consignas lo mejor posible, por ello en primer lugar se escucha las consignas que el participante menciona.

Se consigna 2 puntos por cada consigna correctamente recordada.

En caso que alguna de las consignas esté incompleta se corrige y otorga 1 punto.

Si el participante omite mencionar alguna consigna se otorga una pista o facilitación de la misma (por ejemplo si no recuerda la consigna “los grupos completos valen más puntos” puede preguntarse: ¿te acuerdas que pasaba con los grupos?). Si mediante la facilitación el participante logra recordar la consigna se otorga 1 punto.

Si el participante no recuerda una consigna luego de la facilitación, el evaluador menciona la consigna y coloca cero en la puntuación de la misma.

### **RULE LEARN CUE RECALL (CR)**

*“Ahora te voy a hacer algunas preguntas....”*

Al igual que antes, se colocan 2 puntos por respuesta correcta, 1 punto por respuesta incompleta y cero por respuesta incorrecta. En caso que la respuesta sea incompleta o incorrecta se debe corregir.

En caso que existan dudas respecto a que puntuación otorgar en el protocolo de registro hay una columna en la que puede escribirse en detalle lo que el participante menciona en forma de texto para poder utilizar esta información para completar la tabla.

### **PLANNING STRATEGIES**

Se pide al participante que realice un plan de como va realizar el juego. Aquí se registra el orden en que el mismo planea ejecutar las tareas como así también las estrategias explícitas (priorizar o comenzar por los colores rojos y completando grupos) e implícitas (comenzar por los grupos pequeños y medianos).

*“Ahora voy a pedirte que hagas un plan de como vas a jugar, es decir, por donde vas a empezar, por donde vas seguir. También cual es la estrategia que vas a seguir, que vas a priorizar, que partes del juego intentarás hacer en primer lugar, etc...”*

Aquí es posible que el participantes sólo señale el orden (ejemplo: primero voy a hacer el juego de los gusanos, después el de las bolitas y después las frutas). Es importante solicitar información respecto a las estrategias, pero evitando preguntar específicamente sobre las mismas. Procuraremos que el participante planifique espontáneamente las mismas. De esta manera se indagará que se planifica desarrollar en cada juego o tarea:

*“Perfecto, entonces cuando hagas el juego de los gusanos....¿Por donde vas a empezar?”*

*“¿Qué harás luego en este juego?”*

*“¿y en el siguiente?”*

En el protocolo de registro puede escribirse en detalle lo que el participante menciona en forma de texto para poder utilizar esta información para completar la tabla.

En la tabla se registrará para cada uno de los juegos o tareas las siguientes variables:

1. **Orden:** se colocarán números correspondiente al orden en que el participante mencionó que realizará los juegos.
2. **Va a intentar todos los juegos...** si el participante menciona que va a realizar al menos una actividad en cada una de los juegos.

3. **Va a priorizar los colores rojos...** si en cada una de las tareas menciona su intención de comenzar a completar las partes que corresponden a los colores rojos
4. **Va a priorizar grupos enteros...** si en cada una de las tareas menciona su intención de comenzar a completar grupos enteros.
5. **Va a priorizar grupos pequeños...** si en cada una de las tareas menciona su intención de comenzar a completar los grupos de menor tamaño.
6. **Va a priorizar grupos medianos...** si en cada una de las tareas menciona su intención de comenzar a completar los grupos medianos.

En cada uno de estos casilleros se colocará 1 punto si se menciona la actividad correspondiente. En el total correspondiente a planificación se sumarán los puntos correspondientes a las estrategias explícitas (variables 2, 3 y 4; puntuación máxima 9) e implícitas (variables 5 y 6; puntuación máxima 6)

Finalmente se preguntara por los errores que piensa puede cometer durante el juego y en caso positivo el numero de los mismos.

### **PUNTUACION DURANTE EL JUEGO**

El evaluador tomara registro del comportamiento del participante en cada uno de los 3 juegos. Para ello registrará las respuestas de cada juego en tablas independientes y luego de terminado el juego computará los totales en la tabla resumen.

En cada una de las tablas se registrarán los siguientes aspectos:

**Orden:** se registrará de manera sucesiva con un número las veces que el participante juega a cada una de las tareas.

**Prioriza rojo:** se anotará con una marca las veces que el participante opta por un grupo de color rojo en cada uno de los juegos (independientemente de si completa o no el mismo)

**Prioriza grupo:** se registran las veces que el participante completa un grupo en cada uno de los juegos (independientemente del color).

**Prioriza pequeño:** se registran las veces que el participante opta por el grupo que contiene menor cantidad de elementos (cada juego contiene 1 grupo pequeño de color rojo y 1 grupo pequeño color amarillo).

**Prioriza mediano:** se registran las veces que el participante opta por el grupo mediano (cada juego contiene 1 grupo mediano de color rojo y 1 grupo mediano color amarillo).

**Error vs elementos:** se registran las veces que el participante utiliza varios elementos en cada uno de los juegos (ejemplo: pinta varios gusanos en una misma línea y no circulo por circulo como se ha indicado o cuando agarra varias bolitas o frutas a la vez).

**Error color:** se registran las veces que el participante comete errores con los colores (ejemplo: coloca una bolita roja en un agujero amarillo).

**Otro error:** se registran las veces que el participante comete otros errores como tirar elementos al piso o por fuera de la mesa (se registran los errores gruesos y no sutiles como el que se corra una bolita de su agujero).

**Importante:** una vez finalizado el tiempo y antes de retirar el material debe registrarse en cada tabla, el numero de grupos iniciados en cada juego, esto corresponde a la cantidad de grupos completos e incompletos en cada juego.

### **RULE MEMORY FREE RECALL (FR)**

Inmediatamente finalizado el tiempo se detiene el juego y pregunta por las 4 consignas, si las recuerda (no es necesario corregir o decir las que olvida en este caso).

“Lo hiciste muy bien, ahora te voy a preguntar si recuerdas las cuatro consignas que vimos al comienzo... ¿Podrias decírmelas?”

Luego se entrega la hoja de cuestionario para que complete el niño

“Ahora te voy a dar una hoja para que completes algunas preguntas del juego que hiciste... Si no entiendes alguna parte, me preguntas”

**Importante:** con niños pequeños es conveniente llenar el cuestionario con ellos o seguir de cerca que los mismos van contestando y entendiendo correctamente las preguntas.

## Multitasking paradigm for children

### RULE LEARN FREE RECALL (FR)

Consignas	Puntos		
1) Intentar <b>todos</b> los juegos al menos una vez (hacer de todos los juegos un poquito)	0	1	2
2) Los <b>colores rojos valen más</b> que los verdes.	0	1	2
3) <b>Grupos completos</b> también <b>valen más puntos</b> .	0	1	2
4) <b>Levantar los elementos uno por uno</b> .	0	1	2
<b>TOTAL RULE LEARN FR</b>	(max.8)		

0= regla no recordada; 1=regla recordada de manera incompleta o con errores; 2= regla correctamente recordada.

### RULE LEARN CUE RECALL (CR)

PREGUNTAS	RESPUESTA CORRECTA	RESPUESTA	CORRECCION		
¿Cuántos juegos hay?	3		0	1	2
¿Qué tienen de especial los colores rojos?	Dan mas puntos		0	1	2
¿Cuántos juegos tienes que intentar jugar?	Todos/3		0	1	2
¿Cuánto tiempo tienes para jugar?	3 minutos		0	1	2
¿Piensas que podrás terminar los 3 juegos antes de que se acabe el tiempo?	No		0	1	2
¿Cuándo termina el juego?	Después de 3 m.		0	1	2
¿Puedes tener más de un elemento en tus manos?	No		0	1	2
¿Por qué tienes que tratar de hacer los juegos lo más rápido posible?	Para ganar		0	1	2
¿Por qué tienes que tratar de completar grupos enteros?	Para ganar		0	1	2
<b>TOTAL RULE LEARN CR</b>			(max.18)		

### PLANNING STRATEGIES

Ahora antes de empezar a jugar, tienes que armar un plan de cómo vas a jugar

.....

.....

.....

.....

.....

	Gusanos	Bolitas	Frutas	
¿En qué orden vas a hacer los juegos?				

Va intentar todos los juegos....				Plan-task (0-3)
Va a priorizar los colores rojos...				Plan-estrategias explicitas (0-6)
Va a completar grupos enteros...				
Va a priorizar grupos pequeños...				Plan-estrategias implicitas (0-6)
Va a priorizar grupos medianos...				

¿Crees que te puedes equivocar alguna vez? ----- ¿Cuántas? --  
-----

**PLAN FOLLOW**

	Gusanos	Bolitas	Frutas	
Va intentar todos los juegos....				Plan-task (0-3)
Va a priorizar los colores rojos...				Plan-estrategias explicitas (0-6)
Va a completar grupos enteros...				
Va a priorizar grupos pequeños...				Plan-estrategias implicitas (0-6)
Va a priorizar grupos medianos...				

**Plan.Follow order:** ¿Respetó el orden planificado? 1 - 0

**Plan.Follow errors:** ¿Cumplió con los errores previstos? 1 - 0

**PERFORMANCE (durante el juego)**

	Orden	ESTRATEGIA				ERRORES		
		Prioriza rojo	Prioriza grupo	Prioriza pequeño (3)	Prioriza mediano (4)	Varios elementos	Error color	Error Otro
<b>GUSANOS</b>								
		/tot	/tot	/2	/2			
<b>Total:</b> (tareas iniciadas) Max.12								

	Orden	ESTRATEGIA				ERRORES		
		Prioriza rojo	Prioriza grupo	Prioriza pequeño (4)	Prioriza mediano (5)	Varios elementos	Error color	Error Otro
<b>BOLITAS</b>								
		/tot	/tot	/2	/2			
<b>Total:</b> (tareas iniciadas) Max.8								

	Orden	ESTRATEGIA				ERRORES		
		Prioriza rojo	Prioriza grupo	Prioriza pequeño	Prioriza mediano	vs elem.	Error color	Error Otro
<b>FRUTAS</b>								
		/tot	/tot	/2	/2			
<b>Total:</b> (tareas iniciadas) Max.6								

<b>Total:</b> (tareas iniciadas)	<b>SHIFTING:</b> (max. nº en orden de tareas)	ESTRATEGIA				ERRORES		
		Prioriza	Prioriza	Prioriza	Prioriza	vs	Error	Error

Max.26		rojo	grupo	pequeño	mediano	elem.	color	Otr
<b>Task-attempted:</b> juegos completados (gusanos-bolitas-frutas) 0-3								
<b>PERFORMANCE:</b> (Task-attempted+estrat.explic+estr.impl)-errores		Estrategia explícita (max.6)		Estrategia implícita (max.6)		Total errores:		

MEMORY FRE-RECALL (después del juego)	Puntos		
1) Intentar <b>todos</b> los juegos al menos una vez (hacer de todos los juegos un poquito)	0	1	2
2) Los <b>colores rojos valen más</b> que los amarillos.	0	1	2
3) <b>Grupos completos</b> también <b>valen más puntos</b> .	0	1	2
4) <b>Levantar los elementos uno por uno.</b>	0	1	2
<b>TOTAL RULE MEMORY FR</b>			(max.8)

Performance percibida:

5) Excelente	4) muy bien	3) bien	2) mas o menos	1) mal
--------------	-------------	---------	----------------	--------

<b>Recount-tasks:</b> ¿Recordó las tareas realizadas?	1 – 0
---	-------

<b>Recount-order:</b> ¿Recordó el orden efectuado?	1 – 0
--	-------

<b>Recount.errors:</b> ¿Recordó los errores cometidos?	1 – 0
--	-------

<b>MEMORY EXPLICIT STRATEGIES:</b> (Max.5)	1) F – 2) V – 3) F – 5) F – 6) V
---	----------------------------------

<b>MEMORY IMPLICIT STRATEGIES:</b> (Max.2)	4) V – 7) F
---	-------------

¿Cómo crees que te fue en el juego?

- Excelente
- Muy bien
- Bien
- Mas o menos
- Mal

¿Te faltó jugar a alguno de los juegos? ..... ¿A cual?

.....

¿Crees que tuviste errores en el juego? .....

¿Cuántos?.....

Contesta Verdadero (V) o Falso (F)

- 1. Las partes verdes daban MÁS puntos que las rojas.
- 2. Tenía MÁS puntos cuando completaba grupos enteros.

- 3. Podía levantar 2 bolitas o frutas a la vez.
- 4. Me convenía empezar por los grupos más pequeños.
- 5. Había 5 minutos para jugar.
- 6. Tenía que jugar un poquito de cada juego.
- 7. Me convenía empezar por los grupos más grandes

**Escribe en el orden que recuerdas que fuiste haciendo los juegos:** (escribe los nombres de los juegos: Gusanos, Bolitas, Frutas)

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- 4) .....
- 5) .....
- 6) .....
- 7) .....
- 8) .....

## 5.7. Instrucciones PDG-C

Dos compañeros de colegio van a participar de un juego para ganar puntos



**SIMÓN:**

Tiene muchos amigos y siempre ayuda a sus compañeros. El año pasado salió elegido como mejor compañero.



**PEDRO:**

Suele pelear con alumnos mas chicos del colegio. El año pasado estuvo suspendido por robar dinero a sus compañeros.

En este juego ellos van a elegir entre colaborar o engañar a su compañero


La elección de SIMÓN  aparecerá siempre ARRIBA de la pantalla

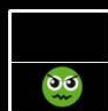


En **VERDE** si eligió **COLABORAR**



En **ROJO** si eligió **ENGAÑAR**

La elección de PEDRO  aparecerá siempre ABAJO de la pantalla



En **VERDE** si eligió **COLABORAR**

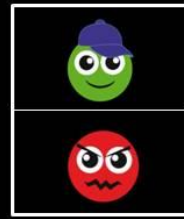


En **ROJO** si eligió **ENGAÑAR**

Primero aparece la decisión de un jugador:



Y después la decisión del otro jugador.



Ellos están jugando en habitaciones diferentes y **NO** pueden saber lo que su compañero eligió.

Así, puede pasar que:

1- Ambos jugadores **colaboran**:



«EMPATE»  
cada uno gana 3 puntos

2- Ambos jugadores **engañan**:



«EMPATE»  
cada uno gana 1 punto

3- **Uno engaña y el otro colabora**: «GANA EL QUE ENGAÑÓ»



el que **engañó** gana 5 puntos  
el que **colaboró** no gana nada



Los jugadores van a ir acumulando puntos que aparecerán de vez en cuando en una pantalla.

	20
	50

Vos vas a observar el juego,  
prestando atención a los puntos que gana **PEDRO**  
porque al final del juego te vas a llevar los puntos que él ganó.

Los jugadores van a ir acumulando puntos que aparecerán de vez en cuando en una pantalla.

	50
	20

Vos vas a observar el juego,  
prestando atención a los puntos que gana **SIMÓN**  
porque al final del juego te vas a llevar los puntos que él ganó.

Cuando termine el juego podrás canjear los puntos que ganó 😡 PEDRO por distintos premios:



Entre 800 y 600 puntos



Entre 600 y 400 puntos



Entre 400 y 200 puntos