



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

*Evaluación de la Conducta de Búsqueda en el*

*Trastorno del Espectro Autista*

T E S I S

PARA OPTAR POR EL GRADO DE

**LICENCIADA EN PSICOLOGÍA**

P R E S E N T A:

**Itzel Cadena Alvear**

Director de Tesis: Dr. Tom Froese

Revisor de Tesis: Dr. Marcos Francisco Rosetti Sciotto

Jurado:

Dra. Azalea Reyes Aguilar

Dra. Melina Gastélum Vargas

Dr. Ángel Eugenio Tovar Romo

Miércoles 10 de marzo del 2021

Ciudad Universitaria, CD. MX.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ***Agradecimientos***

A mi madre, Josefina. Gracias por tu trabajo incansable, tu amor y cuidado incondicional, tu identidad como mujer rebelde y valiente que ante cada obstáculo se fortalece. Gracias a ti soy.

A las amigas y compañeras de lucha cuyo acompañamiento, palabras de aliento, resistencia colectiva, abrazos y continua motivación hicieron posible tanta resiliencia ante las circunstancias que obstaculizaban mi proceso. Particularmente a Brigett Hernández, Ana Valencia, Cristina Horcasitas, Carolina León, Paulina Grimaldo, Ale Iñiguez, Nicté García, Ivonne Lazcano y Carolina Aragón. Gracias por estar y coexistir durante este lapso de vida. A todas, por creer en mí.

A mis compañeras del CEIICH, que me ofrecieron apoyo y contención, así como un espacio de enriquecedores saberes.

Gracias a Ana Celia Chapa, por las enseñanzas, el compañerismo y el soporte durante la pandemia.

Gracias a mis asesores de tesis Marcos Rosetti y Tom Froese. Por su conjunta labor pedagógica, por la paciencia y el constante apoyo a mi carrera para que este proyecto fuera posible.

Gracias a las visiones, comentarios y retroalimentación de Melina Gastélum, Azalea Aguilar, Ángel Tovar, Patricia Zavaleta, Tania Moreno, José Luis Baroja y Gail Tripp.

Gracias a Daniela Hernández y Montserrat Ponce de la “Clínica de Autismo”, así como a Elia y Frida del centro pedagógico “Caritas de Amistad”, por apoyarme en el reclutamiento de participantes.

Gracias a los niños, niñas y familias que formaron parte del presente estudio. Llenaron de luz cada espacio.

Este trabajo posibilitó miradas hacia nuevas trayectorias, diferentes tejidos sobre cómo nos situamos-en-el-mundo al explorarlo.

## ÍNDICE

RESUMEN	7
CAPITULO I. Introducción	9
CAPÍTULO II. Marco Teórico	11
<i>Trastorno del Espectro Autista</i>	11
<i>Epidemiología Descriptiva</i>	12
<i>Aproximación Tradicional al TEA</i>	13
<i>Triada de Disfunción</i>	15
<i>Teoría de la Mente</i>	15
<i>Teoría de Coherencia Central Débil</i>	20
<i>Teoría de Disfunción Ejecutiva</i>	24
<i>Fortalezas Cognitivas en el TEA</i>	30
<i>Teoría de Sistematización-Empatía</i>	31
<i>Teoría Enactiva y Encarnada sobre el Trastorno del Espectro Autista</i>	38
<i>Aproximación Sensoriomotriz</i>	44
<i>Teoría de Sistemas Dinámicos del Desarrollo</i>	53
<i>Autismo: Diferente Comprensión del Mundo</i>	57
<i>Conducta de Búsqueda</i>	65
<i>Validez Ecológica en el Estudio de la Conducta de Búsqueda</i>	67
<i>Conducta de Búsqueda en el Trastorno del Espectro Autista</i>	69
Justificación	71

<b>CAPITULO III. Metodología</b>	<b>73</b>
<i>Pregunta de Investigación</i>	73
<i>Objetivos</i>	73
<i>Objetivo General</i>	73
<i>Objetivo Específico</i>	73
<i>Hipótesis</i>	73
<i>Hipótesis General</i>	74
<i>Hipótesis Nula</i>	74
<i>Variables</i>	74
<i>Variables de Respuesta</i>	74
<i>Variables Predictoras</i>	74
<i>Diseño de Investigación</i>	74
<i>Participantes</i>	74
<i>Grupo de niños con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista</i>	74
<i>Grupo de niños de Desarrollo Típico</i>	76
<i>Contexto y Escenarios</i>	76
<i>Procedimiento</i>	76
<i>Instrumentos</i>	76
<i>Formato de Datos Sociodemográficos</i>	76
<i>Test de Vocabulario PEABODY (PPVT-III)</i>	77

<i>Entrevista Diagnóstica de Autismo-Revisada (ADI-R)</i>	78
<i>Escala de Sensibilidad Social (SRS-II)</i>	79
<i>Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT</i>	81
<i>Consideraciones Éticas</i>	83
<i>Procedimiento de la BSFT en el grupo TEA</i>	83
<i>Procedimiento de la BSFT en el grupo DT</i>	84
<b>CAPITULO IV. Análisis de Datos</b>	<b>85</b>
<i>Análisis Conductual</i>	85
<i>Descriptores conductuales de la Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT</i>	87
<i>Análisis Estadístico</i>	90
<i>Comparación del desempeño en la BSFT entre muestras: Factor de Bayes</i>	90
<b>CAPITULO V. Resultados</b>	<b>93</b>
<i>Características del grupo TEA</i>	93
<i>Características del grupo DT</i>	96
<i>Desempeño general en la BSFT: grupo TEA y grupo DT</i>	97
<i>Comparación del desempeño en la BSFT con Factor de Bayes para los grupos TEA y DT.</i>	98
<i>Trayectorias de Búsqueda en el grupo TEA: Revisitas a parches previos</i>	104
<i>Probabilidad de abandonar el parche en función de cantidad estimada: TEA y DT</i>	105
<i>Secuencia de parches por cantidad de colecta en el grupo TEA</i>	107

<b>CAPITULO VI. Discusión</b>	<b>108</b>
<i>Desempeño general en la Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT</i>	<b>108</b>
<i>Comparación del desempeño en la BSFT entre TEA y DT con Factor de Bayes</i>	<b>109</b>
<i>Estrategias de búsqueda en el grupo TEA</i>	<b>111</b>
<i>Limitaciones</i>	<b>120</b>
<i>Futuras Direcciones</i>	<b>121</b>
<i>Conclusiones</i>	<b>126</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>126</b>
<b>MATERIAL SUPLEMENTARIO</b>	<b>157</b>
<b>Apéndice 1.</b>	<b>157</b>
<b>Apéndice 2.</b>	<b>160</b>

## RESUMEN

El Trastorno del Espectro Autista es un conjunto de desórdenes del neurodesarrollo, típicamente definido en términos de dificultades en la comunicación social, intereses restringidos y comportamiento repetitivo y estereotipado. El TEA ha sido asociado también a fortalezas cognitivas en habilidades visuoespaciales, sin embargo, los hallazgos experimentales son inconsistentes. Con el propósito de evaluar la conducta de búsqueda, se evaluó y comparó el desempeño y estrategia de exploración en 10 niños con diagnóstico de TEA y 56 niños de Desarrollo Típico de 6 a 12 años de edad en el paradigma de Búsqueda de Pelotas, que involucra actividad exploratoria biológicamente relevante inspirada en el forrajeo. Se les pidió a los participantes recolectar pelotas escondidas en conos ordenados en configuración de 5 parches de 30 conos cada uno. Cada parche contiene el mismo número de pelotas en un patrón agrupado, por lo cual, la estrategia de búsqueda podría ser mejorada al identificar y aplicar el patrón o estimando la cantidad de pelotas disponibles por parche. En promedio, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en la mayoría de los descriptores de desempeño de la BSFT. Por otro lado, los participantes con diagnóstico de TEA mostraron diferencias en el promedio de pelotas recolectadas después de la última colecta en cada parche, por lo cual, se evaluaron las estrategias de la muestra de niños con TEA, donde, se mostró que los participantes se dividieron en dos subgrupos de buenos exploradores y poco exploradores de acuerdo con el grado en que basaron sus estrategias de búsqueda con base en una estimación precisa de colectas posibles por parche. Las estimaciones de colecta sobre las cuales basaron sus estrategias de búsqueda fueron más contundentes en comparación con los niños de desarrollo típico, lo cual podría ser indicador de restricción conductual al explorar. A pesar de que los resultados no son



concluyentes, el presente estudio implica una posible aproximación más interactiva y cercana a lo que se encuentra en la vida cotidiana para evaluar los patrones conductuales presentes en los trastornos del neurodesarrollo como es el TEA.

*Palabras clave:* Trastorno del Espectro Autista, conducta de búsqueda, exploración, cognición encarnada; Factor de Bayes.

## CAPITULO I. Introducción

El Trastorno del Espectro Autista es un conjunto de desórdenes del desarrollo caracterizado por dificultades en la comunicación verbal y no verbal, conductas repetitivas y estereotipadas e intereses restringidos (American Psychiatric Association, 2013).

El estudio del TEA ha sido mayoritariamente desde paradigmas tradicionales cuya aproximación a la cognición divide habilidades sensoriales, motrices, lingüísticas, emocionales y sociales como módulos de procesamiento de información, predispuestos de forma innata representando al mundo de manera abstracta. A partir de esta visión se han planteado metodologías mayoritariamente observacionales, con estímulos inertes, aislados, sin involucrar la participación y con poca validez ecológica, abarcando evaluaciones lejanas a lo que los organismos enfrentan en la vida cotidiana (Redcay y Schilbach, 2019; Schilbach, Timmermans, Reddy, Costall, Bente, Schlicht y Vogeley, 2013; Gallagher, 2008). Aunado a esto, es frecuente que se ignore incorporar los aspectos sensoriomotrices, que se encuentran diferenciados de múltiples formas en condiciones del desarrollo cognitivo como el TEA (Torres, Brincker, ISENHOWER, Yanovich, Stigler, Nurnberger, Metaxas y José, 2013).

En contraste, la Teoría Encarnada y Enactiva sugiere volver la mirada a la interacción y la exploración situada de los agentes cognitivos, proponiendo que, en el caso del TEA, con base en las diferencias de organización de sus componentes sensoriomotrices, presentarán distintas formas de comprender e interactuar con el mundo y con otros.

Para empezar, realizo una revisión teórica de las principales aproximaciones teóricas y metodológicas en torno al TEA, desde la Triada de Disfunción hasta teorías sobre las fortalezas

cognitivas en el autismo. Posteriormente, presento las principales premisas de teorías alternas, esto, ante las problemáticas conceptuales y de aplicación encontradas desde los paradigmas tradicionales. Dentro de la pluralidad de teorías más integrales sobre el desarrollo cognitivo, destaco la Teoría Enactiva y Encarnada, cuya base para comprender el desarrollo es la Teoría de Sistemas Dinámicos y las premisas de la Psicología Ecológica y la fenomenología. De la Teoría Enactiva y Encarnada surgen la Aproximación Sensoriomotriz y la hipótesis sobre diferente comprensión del mundo en el autismo.

En este sentido, al englobar un marco teórico desde paradigmas más interactivos para el estudio de habilidades cognitivas, sugiero la importancia de utilizar paradigmas con mayor validez biológica y ecológica para el estudio de la exploración ambiental en niños y niñas con diagnóstico de TEA, lo cual, nos permitiría aproximarnos de manera más realista a las limitantes y posibilidades de acción que presentan para explotar la información ambiental. Es por ello, que, el propósito de la presente investigación fue evaluar la conducta de búsqueda en niños con TEA empleando una prueba válida ecológicamente en términos de movilidad corporal, desplazamientos y costos energéticos.

A su vez, a través del análisis de estrategia y desempeño de exploración del espacio, comparamos la conducta de búsqueda en niños de desarrollo típico y con diagnóstico de TEA, esto, con el objetivo de responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Tendrán los niños diagnosticados con TEA un desempeño y estrategia diferentes en comparación con los niños de desarrollo típico en una prueba de conducta de búsqueda válida ecológicamente?

## CAPÍTULO II. Marco Teórico

### *Trastorno del Espectro Autista*

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un grupo de desórdenes del neurodesarrollo caracterizado por dificultades en la comunicación e interacción social; patrones de conducta repetitivos y estereotipados; e intereses restringidos (American Psychiatric Association, 2013).

El TEA es una condición altamente heterogénea, cuya denominación como “espectro” ha sido asociada a la variación entre individuos en un continuo graduado a lo largo del amplio fenotipo, desarrollo y clasificación clínica (Lombardo et al., 2019). Dicha heterogeneidad es multinivel y ha guiado a determinar categorías diagnósticas definidas en grados de severidad o modelos estratificados, establecidas en función del nivel de funcionamiento del individuo en términos de comunicación e interacción social y habilidades cognitivas (Lombardo et al., 2019). Los predictores de funcionamiento de los individuos que se encuentran en el espectro son: estado de las habilidades cognitivas, edad de adquisición del lenguaje, presencia o no de regresiones en el desarrollo y edad en la que recibieron el diagnóstico (Newschaffer et al., 2013). Es a partir de la indagación con respecto a dichos predictores que aumenta la necesidad de crear herramientas para la evaluación y tratamiento en personas con diagnóstico de TEA de formas más específicas con respecto a las necesidades de cada caso.

La etiología específica del autismo aún es desconocida. Hasta ahora, se argumenta que el TEA es producto de numerosos factores en convergencia: genéticos, ambientales (Grabruker, 2013), epigenéticos (Nardone y Elliot, 2016) e inmunológicos durante etapas prenatales (Malkova et al., 2012; Nardone y Elliot, 2016; Hutton, 2016).

## *Epidemiología Descriptiva*

El TEA es una condición cuya prevalencia ha ido en aumento a nivel global. Las razones específicas de este incremento aún no se elucidan por completo. Sin embargo, se ha asociado a la modificación de los criterios diagnósticos, metodologías clínicas y al aumento del reconocimiento público de la condición. También se ha relacionado con el posible sobrediagnóstico, definido como la identificación de cierta condición o trastorno a nivel poblacional que resulta desfavorable en términos del balance entre beneficios y limitantes posibles en el tratamiento de las personas diagnosticadas -e.g. tratamientos o intervenciones innecesarias- (Carter, 2016); falsos positivos y/o la ausencia de diagnóstico diferencial (Merten, Cwik, Margraf y Schneider, 2017), ya sea por el cambio en los criterios diagnósticos y su subsecuente reducción del umbral para detectar el trastorno y/o la adherencia por parte de los profesionales clínicos a los criterios diagnósticos establecidos, así como a las características del sistema para establecer diagnósticos, el o la informante (típicamente son las/los cuidadores principales).

La literatura sugiere múltiples sesgos con respecto al sobrediagnóstico y a los diagnósticos erróneos o falsos positivos, por ejemplo: comorbilidades o síntomas que se sobreponen, falta de acceso a centros de salud con personal capacitado para diagnóstico diferencial y las regulaciones o limitantes establecidos por el sistema de salud nacional (Volkmar y Wiesner, 2018). Los factores descritos podrían guiar a dificultades con respecto al establecimiento de planes de tratamiento y el pronóstico general de las personas que reciben el diagnóstico.

De acuerdo con la Red de Monitoreo de Desórdenes de Desarrollo y Autismo (ADDM, por sus siglas en inglés; Baio, et al., 2018), la prevalencia del TEA a nivel mundial se encuentra en un rango de 1 por cada 59 niños. Es cuatro veces más común en individuos del sexo masculino, abarcando un rango de 4.3:1, en comparación con la población del sexo femenino (Newschaffer et al., 2013). En México, el TEA es uno de los desórdenes del desarrollo más consultado en el sistema de salud neurológica y genética, no obstante, es común su diagnóstico erróneo, demorado y/o la falta de tratamiento para los individuos afectados (Oro, Esmer y Navarro-Calvillo, 2014; Albores-Gallo et al., 2008).

En este sentido, el diagnóstico e intervención temprana son cruciales para ayudar a las personas diagnosticadas con TEA a lidiar con las demandas diarias que se presentan en el contexto social en el que viven y así mejorar su pronóstico de vida digna (Volkmar y Wiesner, 2017; Albores-Gallo et al., 2008).

La incidencia del TEA en México aún es desconocida, los estudios actuales marcan un aproximado de 1 a 4 por cada 10,000 habitantes a nivel nacional (Oro et al., 2014), dando un total de 40,000 niños afectados, mientras que el número de adultos se desconoce. Un estudio realizado en León, Guanajuato, se estimó que la prevalencia de TEA es de 0.87% en la población infantil de dicha ciudad; éste recurso provee un estimado consistente con estudios previos a nivel mundial (Fombonne, Marcin, Manero, Bruno, Díaz, Villalobos, Ramsay y Nealy, 2016).

### *Aproximación Tradicional al TEA*

El autismo fue inicialmente descrito por Grunya Sukhareva, psiquiatra infantil, quien realizó la primera caracterización detallada del TEA en 1926 como un trastorno infantil de

psicopatía esquizoide con tendencias a la evitación de compañía de otros, apatía afectiva, falta de expresividad corporal y facial, conductas repetitivas, inflexibilidad y dificultades para adaptarse a nuevos eventos (Manouilenko y Bejerot, 2015). Posteriormente, Leo Kanner (Kanner, 1943) describió al autismo como un desorden caracterizado por la presencia de ecolalia, lenguaje idiosincrático, rutinas repetitivas y habilidades visuoespaciales aisladas. Un año después, Hans Asperger<sup>1</sup> (Asperger, 1944) expuso la conducta de una muestra de adolescentes y niños como “inapropiada” durante la interacción social, con un lenguaje correcto, intereses restringidos, poco lenguaje corporal, pobre coordinación motriz y coeficiente intelectual dentro, en el límite o por encima de la puntuación considerada normal. Después, en 1980, Lorna Wing, psiquiatra británica y madre de una niña con diagnóstico de TEA, sugirió el reconocimiento del patrón observado por Asperger como parte de la condición autista, considerándola como una variante menos grave, sin retraso en el lenguaje verbal y con una capacidad intelectual dentro de la norma (Albores-Gallo et al., 2008). Actualmente el Síndrome de Asperger es catalogado como un tipo de condición autista de alto funcionamiento, sin deficiencias en el lenguaje verbal (Fiebich, 2016).

A partir de las descripciones mencionadas surgieron múltiples teorías acerca del origen y entendimiento del TEA, desde ideas en el plano socioafectivo como a niveles biológicos y conductuales. Ulteriormente, a partir de estudios con muestras más amplias, se comenzó a

---

<sup>1</sup> He de destacar que Hans Asperger participó activamente en el infanticidio masivo de niños que eran diagnosticados con TEA o cualquier otro trastorno psiquiátrico durante la Segunda Guerra Mundial; para una revisión histórica sobre este suceso: Sheffer, E. (2018). *Asperger's Children. The origins of Autism in Nazi Vienna*. WW Norton & Company.

considerar al autismo como un espectro de condiciones del neurodesarrollo, donde, la sintomatología varía en intensidad y frecuencia a lo largo de la vida (Wing, 1997).

Desde la teoría tradicional, caracterizada por metáforas computacionales y de manipulación de representaciones simbólicas, se ha definido al espectro autista como un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por las deficiencias en tres aspectos de habilidades sociales y del procesamiento de información (Rajendran y Mitchel, 2007; Wing, 1997; Leslie, 1987), también denominada: *Triada de Disfunción*.

### *Triada de Disfunción*

La *Triada de Disfunción* consiste en el siguiente conjunto de hipótesis teóricas: la *Teoría de la Mente* (ToM, por sus siglas en inglés), la *Teoría de Coherencia Central Débil* (WCC, por sus siglas en inglés) y la *Teoría de Disfunciones Ejecutivas* (EF, por sus siglas en inglés).

### *Teoría de la Mente*

La ToM se define como una propiedad interna, innata y basada en el procesamiento de información (Leslie, 1994) para inferir y predecir atribuciones de estados mentales –deseos, emociones y creencias- en uno mismo y en otros (Baron-Cohen 1991; Premack y Woodruff, 1978). Esta capacidad también es referida como *mentalizar* o *mindreading*. La ToM ha sido construida con base en las siguientes propuestas (Lillard, 1998; Fiebich, 2016): (1) Teoría de Teoría (TT, *Theory Theory*), la cual propone que el entendimiento de la conducta de otros surge a partir de la observación de la conducta del otro, la consulta del previo conocimiento teórico sobre los estados mentales y como producto, la comprensión sobre la otra persona en términos de psicología del sentido común (también denominada Folk Psychology; Baron-Cohen, 1991); (2)



Teoría de Simulación (ST, *Simulation Theory*), donde, se asume que leemos a los demás a partir de un proceso de simulación donde nos proyectamos y/o pretendemos estar en las circunstancias de los otros (Goldman, 2006).

La ToM, desde las nociones de teorización y simulación, concibe que la capacidad para comprender a otros surge de la inferencia de intenciones a partir de la observación de sus acciones. Dicha inferencia es después identificada con las representaciones de acciones e intenciones propias antes almacenadas en la memoria (Blakemone y Decety, 2001; Leslie, 1987; Leslie, 1994). Estas atribuciones son computadas y preservadas de forma interna en la arquitectura cerebral, teniendo un procesamiento de dominio específico (e.g. para elementos de carácter lingüístico, habrá un sistema interno neuronal correspondiente para su almacenamiento y procesamiento; Leslie, 1994). De esta manera, a partir de la ToM, se sugiere que el autismo es una condición cuyas dificultades en términos de comunicación e interacción social son resultado de la falta o el déficit en la capacidad de “mentalizar” (Frith, Morton y Leslie, 1991) al encontrar que las personas diagnosticadas parecen no comprender ni utilizar atribuciones de estados mentales.

Los paradigmas experimentales basados en la ToM involucran un gran rango de actividades relativas a conceptos como la decepción, el sabotaje y la mentira (Gallagher y Frith, 2003). Dichos paradigmas se han denominado de *falsa creencia* o *False-belief understanding tasks*. El primer arreglo implementado en población con TEA fue realizado por Baron-Cohen en 1985, donde, de manera verbal se narraba una historia al participante con el propósito de evaluar si éste es capaz de inferir las intenciones de dos personajes ficticios. Los resultados de dicha

evaluación marcaron una gran diferencia entre la muestra de niños diagnosticados con autismo y niños de desarrollo típico, siendo los primeros incapaces de inferir los estados mentales de los personajes presentados (Baron-Cohen, 1985).

Los paradigmas de simulación en torno a la ToM se han vinculado con la actividad de las denominadas *neuronas espejo*. El Sistema de Neuronas Espejo (MNS, por sus siglas en inglés), en la corteza parietal y premotora en el ser humano, específicamente en el opérculo frontal y en la corteza parietal anterior (Oberman y Ramachandran, 2007), fue denominado de esta forma ya que su activación está presente cuando el sujeto observa y ejecuta simultáneamente la acción del otro y parece ser simulada por el sistema motriz de éste, teniendo entonces un tipo de actividad en espejo a nivel cerebral con respecto a la conducta observada. Se argumenta así que los individuos de desarrollo típico automáticamente proyectan las acciones del otro de vuelta a las propias representaciones internas -emocionales, cognitivas y motrices- con el propósito de correr una simulación interna de la situación, permitiendo generar un entendimiento propio de la acción que se está observando, relacionando ésta con un estado mental ya almacenado, mientras que los individuos con TEA, teóricamente, podrían presentar disfunciones en el MNS, siendo incapaces de imitar y aplicar la ToM (Gallese, 2003; Dapretto et al., 2005). Aunado a lo anterior, se ha sugerido que las personas con autismo carecen de la habilidad de mapeo de las acciones propias y de los otros como representaciones internas, guiando entonces a déficits en imitación y en comunicación social (Oberman y Ramachandran, 2007).

Otro correlato neural asociado a la simulación y la ToM, es la supresión de ritmos *mu* (índice de actividad eléctrica neural en espejo que se ha asociado con el funcionamiento del

MNS), la cual, inicialmente se asumía reducida en sujetos con TEA durante la observación de acciones ajenas (Oberman et al., 2005). No obstante, los hallazgos con respecto a la MNS y la supresión de ondas *mu* es inconsistente (Oberman et al., 2013), habiendo grupos con TEA que no demuestran actividad eléctrica cerebral atípica durante evaluaciones que requieren de la observación de movimientos (Fan et al., 2010 en Becchio y Castiello, 2012).

En general, la imitación y la observación de acciones ajenas es parte del desarrollo temprano de la socialización (Meltzoff y Decety, 2003), sin embargo, no es suficiente por sí sola para explicar la complejidad de la intersubjetividad en los seres humanos en etapas posteriores del desarrollo que involucran otras habilidades de interacción y afectividad (Reshcke, Walle, Dukes, 2017; Gallagher, 2008). Esta cuestión es también referida como el *problema de unicidad*, puesto a la luz de los hallazgos, se pone en cuestión si el autismo se trata de una condición donde la ToM como cuerpo unitario de conocimiento se encuentra nulo o deficiente de forma inherente o si el autismo es producto de la afección significativa en características múltiples del desarrollo (Perner y Leekam, 2008), en otras palabras, el problema de unicidad refiere a cuestionar la suposición de que el autismo es producto del déficit único y específico de la ToM.

Como observamos previamente, los paradigmas tradicionalmente utilizados con base en la ToM requieren de la observación pasiva del individuo, sin incluir la interacción entre agentes que caracteriza a la socialización en la vida real (Fiebich, 2016). Aunado a ello, utilizando dichos paradigmas, sujetos de diferentes rangos de edad diagnosticados con TEA, han demostrado ser capaces de resolver tareas que requieren niveles básicos de ToM generando estrategias compensatorias para atribuir emociones y deseos en otros (Grossman et al., 2000; Happé, 1994).

Sin embargo, dichas estrategias podrían estar limitadas para lidiar con los retos presentes en la socialización común del día a día (Fiebich, 2016).

Por tanto, queda en duda si la imitación y la simulación de acciones son equiparables a la complejidad de lo que enfrentamos los seres humanos en la vida cotidiana. Incluso, hay controversia con respecto a la ToM debido a estudios que demuestran que habilidades sociales como la mentira y la decepción -consideradas como habilidades que derivan de la habilidad de “mentalizar”- están ya presentes en infantes menores de 3 años sin necesariamente pasar tareas de falsa creencia (Newton, Reddy y Bull, 2000 en Wilson, Smith y Ross, 2003; Reddy y Morris, 2004), cuando defensores de la ToM asumían que no era hasta la edad de 3-4 años que los seres humanos comprenden y utilizan dichos conceptos consolidando la ToM (Baron-Cohen, 2001).

En contraste, situados en contextos más reales, los juicios sobre los estados mentales de los otros suceden al momento y son parte de la interacción inmediata, no como juicios en tercera persona, tal como se prescribe en las tareas de falsa creencia (Schneider et al., 2019). Lo anterior pone de nuevo en duda si la ToM, junto con las evaluaciones creadas para asesorarla, son útiles para aproximarnos a la complejidad y riqueza contextual presente en las demandas cognitivas de la vida cotidiana en situaciones sociales.

Otra problemática también mencionada en literatura previa es que la ToM se trata de una propuesta cuya premisa parte del *innatismo*, corriente teórica fundada desde René Descartes (1985) con concepciones del conocimiento como producto de recursos innatos de la mente humana; luego con Noam Chomsky (1959), con la teoría de estructuras gramaticales universales internas y continuando con el principio de modularidad de la mente, propuesta por

Jerry Fodor (Fodor, 1983), quien estableció que los seres humanos presentamos módulos de dominio específico predispuestos genéticamente para procesar diferentes tipos de información (e.g. una predisposición modular para procesar y representar los estados mentales de otros o Teoría de la Mente). De acuerdo con la visión innatista de mentalizar, los seres humanos de desarrollo típico estarían preprogramados para aprehender múltiples recursos de información a través de principios o reglas internas para el procesamiento de información sobre el mundo físico que les rodea (Spelkeone, 1990; Karmiloff-Smith, 1995). Por consiguiente, al hablar de condiciones de desarrollo atípico, como en el caso del autismo, se partirá del déficit en alguno de los componentes preprogramados que lo componen (e.g. a nivel del razonamiento de los estados mentales de otros, la ToM). Las condiciones atípicas del desarrollo son vistas tradicionalmente como producto de la deficiencia o falta de módulos cognitivos particulares de la circuitería cerebral innata en quienes son diagnosticados.

No obstante, múltiples hallazgos contrarían esta premisa de la ToM. Por ejemplo, estudios transculturales con niños de desarrollo típico en diferentes sociedades no-occidentales han demostrado que la habilidad para leer, inferir y atribuir estados mentales en otros no es necesaria para la socialización (Vinden, 1996; Lillard, 1998). Lo anterior sugiere que posiblemente la atribución de estados mentales sea parte de la adquisición sociocultural de habilidades específicas y no una propiedad innata y universal en todos los seres humanos.

*Teoría de Coherencia Central Débil*

La segunda teoría desde la cual se ha definido al TEA es la *Teoría de Coherencia Central Débil* (WCC, por sus siglas en inglés). La WCC surgió con base en el estudio de propiedades no sociales en el espectro, tales como la percepción visual y los comportamientos restringidos.

Introducida por Utah Frith (1989) la WCC plantea una hipótesis explicativa sobre síntomas no abordados por la ToM, como: la tendencia a enfocarse en ciertos detalles, la extrema sensibilidad a los pequeños cambios en el ambiente, intereses restringidos y ciertas fortalezas cognitivas visuoespaciales.

De acuerdo con la WCC, los sujetos con TEA presentan un tipo de procesamiento de información caracterizado por la observación de detalles y aspectos locales de los estímulos, en lugar de un panorama global (Hoy, Hatton y Hare, 2004; Hill y Frith, 2003). La WCC refiere al autismo en términos de una “discriminación mejorada” para detectar elementos individuales de figuras complejas (Hill y Frith, 2003) debido al posible desbalance en la integración de información de diferentes modalidades sensoriales. Lo anterior está basado en un modelo jerárquico de procesamiento de información visual, donde el funcionamiento normal se define por la construcción de contenido global de “alto orden” resultante de la acumulación e integración de información de distintos niveles, la cual requiere de la actividad coordinada de poblaciones neurales (Dakin & Frith, 2005; Frith y Happé, 1994).

Lo anterior surge de la teoría tradicional de la percepción, basada en la corriente Gestalt, donde, se espera que el resultado final del procesamiento de información sea una impresión global e integrada del ambiente, por lo cual, la saliencia por las partes que conforman al todo es una característica atípica (Wagemans, Feldman, Gepshtein, Kimchi, Pomerantz, Van der Helm y

Van Leeuwen, 2012). La primera evaluación que demostró un funcionamiento visual diferenciado en sujetos con TEA, guiado por Amittah Shah y Uta Frith (1983; 1993), fue realizado con la prueba de Figuras Incrustadas donde se solicita a los participantes que detecten figuras específicas en un conjunto embebido de otras formas más grandes. En dicha evaluación, se encontró que los sujetos con TEA, de diferentes edades y con distintos puntajes de CI sobresalieron en la ejecución de la tarea en comparación con sujetos controles. Posteriormente, se replicaron estudios con la misma tarea y con el uso de imagenología cerebral, relacionando entonces el incremento de la actividad eléctrica cerebral en la corteza occipital con la WCC en sujetos con TEA (Hill y Frith, 2003)

La WCC ha sido complementada con la *Hipótesis del Funcionamiento Perceptual Mejorado* (EPF, por sus siglas en inglés), introducida por Laurent Mottron y colaboradoras (Mottron, Dawson, Soulières, Hubert y Burack, 2006), la cual enfatiza que el TEA no involucra una deficiencia perceptual, sino, un tipo de procesamiento distinto y mejorado para ciertos elementos, así como un excesivo refinamiento en procesos sensoriales a nivel local (Simmons et al., 2009). Hasta ahora, la WCC y la EPF han sido investigadas con numerosos paradigmas (e.g. ilusiones visuales, homógrafos, figuras embebidas, etc.), empleados con el propósito de detectar el procesamiento local en el fenotipo Autista. Sin embargo, los hallazgos son contradictorios e inconsistentes, indicando que tal vez, no son propiedades universales en todos los sujetos con diagnóstico de TEA (Van Der Hallen, Evers, Brewaeys, Van Den Noortgate, Wagemans, 2014; Hoy, Hatton y Hare, 2004; Hill y Frith, 2003), por lo cual, resultan insuficientes para establecer nexos predictivos o causales con el TEA.

Entre otras propuestas explicativas de la percepción en el autismo, Kate C. Plaisted (Plaisted, 2001) propone la *Teoría de Generalización Reducida*, suponiendo que el procesamiento perceptual en el autismo puede ser explicado como producto de la reducción de establecer similitudes entre estímulos y situaciones previamente vividas. Por ejemplo, en la evaluación de Figuras Embebidas, explica que, para las personas con autismo, detectar el objetivo entre otros patrones será más sencillo si las diferencias visuales son más salientes. Por otro lado, Mottron y Burack (2001) proponen que las personas con autismo procesan información visual tanto a nivel local como global (contrario a la WCC que argumenta que muestran un mayor procesamiento local), sin embargo, el defecto recae en manejar la relación entre ambos niveles, apuntando a la interferencia de lo local a lo global y a una probable diferencia en la jerarquización de estímulos.

Por otro lado, las diferencias observadas en paradigmas experimentales (la mayoría de modalidad visual) que evalúan procesamiento local y global, y las interacciones entre ambas, han elucidado que es posible que la diferencia en el TEA radique en el control de la atención visual. De acuerdo con Rajendran (2007), posibles implicaciones son: (1) las personas con autismo sobre-focalizan la atención en ciertos estímulos; (2) presentan déficits para ampliar su atención visual. Múltiples estudios sugieren dificultades de reorientación del foco de atención (Belmonte y Yurgelun-Todd, 2003) entre modalidades sensoriales, estímulos visuoespaciales y características de objetos.

En resumen, al principio la WCC era concebida desde el déficit, donde, el procesamiento central observado era el resultado de la falla para incorporar la realidad en una imagen global. Posteriormente la WCC se transformó en un “estilo cognitivo” de observar al mundo, estilo que



funciona como sesgo de procesamiento en un contexto donde cotidianamente se da preferencia a la percepción global o generalizada. Actualmente, la WCC se toma como una característica del autismo en conjunto con las teorías alternas que tratan de comprender la fenomenología perceptual y de atención en el TEA (Happé y Frith, 2006). Esto concuerda con la noción multinivel del autismo, la cual postula que el TEA es resultado de múltiples diferencias cognoscitivas, no solamente de una particular.

### *Teoría de Disfunción Ejecutiva*

Las características no sociales, particularmente los intereses restringidos y las conductas repetitivas (Baron-Cohen et al., 2009) son también acotadas por la tercera teoría que compone a la aproximación tradicional hacia el autismo: la *Teoría de Disfunción Ejecutiva (DE)*, en la cual, se vinculan las problemáticas conductuales de rigidez y perseveración con la disfunción de los lóbulos frontales a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC; Hill y Frith, 2003).

Las funciones ejecutivas son definidas como el conjunto de funciones dependientes de la corteza frontal, específicamente el área prefrontal (Craig, Margari, Legrottaglie, Palumbi, de Giambattista, Margari, 2016). Las funciones ejecutivas involucran: La planeación, toma de decisiones, control inhibitorio, auto-regulación, flexibilidad, memoria de trabajo, y el inicio y monitoreo de las acciones ejecutadas (Craig et al., 2016; Hill, 2004). Los estudios realizados a partir de la Teoría de Disfunción Ejecutiva buscan correlaciones neuroanatómicas con la ejecución en baterías neuropsicológicas como son: la Torre de Londres, la tarea de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin y la tarea de Stroop (Hill, 2004). Su marco explicativo se enfoca en la

correlación entre la falla en conectividad de áreas frontales del cerebro y la disfunción conductual como posible descriptor de la etiología del espectro autista (Dawson et al., 2002).

Hasta ahora, los estudios de funciones ejecutivas en el TEA son inconsistentes, mostrando que las disfunciones no son universales en la población, encontrando grupos con habilidades intactas en comparación con controles o con deficiencias en control inhibitorio, flexibilidad, memoria de trabajo espacial y planeación (Hill, 2004; Demetriou, Lampit, Quintana, Naismith, Song, Pye, Hickie, Guastella, 2018; Craig et al., 2016; Russell y Hill, 2000).

Por otro lado, la noción de Funciones Ejecutivas (FE) es compatible con una visión modular de la cognición, donde, cada propiedad cognitiva es producto de un sistema jerárquico de módulos autónomos de dominio específico (Fodor, 1983), tal es el caso en el modelo propuesto por Baddeley (1992), donde, a partir de una hipótesis modular sobre el funcionamiento de la memoria de trabajo, desglosa 3 subcomponentes para explicar el mantenimiento de la información en línea para guiar el comportamiento: (1) ejecutivo central, (2) agenda visuoespacial y (3) bucle fonológico (Baddeley, 1999); posteriormente, para cada subcomponente se establecieron modelos de la misma naturaleza con múltiples componentes añadidos (Baddeley, 2003). Esta visión propone que dichos sistemas modulares corresponden a áreas cerebrales particulares (frontales y orbitofrontales) para producir funciones cognitivas específicas (Prinz, 2006), lo cual es inconsistente con estudios de neuroimagen, donde, se ha demostrado que tareas de un solo dominio cognitivo involucran redes neurales ampliamente distribuidas en varias áreas cerebrales, también denominadas como *conectomas* (Fornito, Zalesky y Breakspear, 2015), además, una misma área cerebral puede tener funciones distintas y

participar en varios circuitos neurales, interconectando con otras áreas de forma coordinada y variable (Bunge, 2015). Así, el concepto de Funciones Ejecutivas parte de la noción de habilidades metacognitivas o de alto orden, invocando la concepción de un homúnculo o ejecutivo central encargado de orquestar la actividad encargada de las FE. Dicho control ejecutivo, se concibe como parte crucial de la maduración del SNC durante la preadolescencia. Esta maduración refleja los cambios plásticos en las conexiones neurales, incluyendo la mielinización y la poda sináptica (Luna et al., 2007).

Hasta ahora, con base en la descripción de las FE, surge la pregunta: Si las funciones ejecutivas están afianzadas durante etapas posteriores a la infancia, ¿cómo podemos dar cuenta de una teoría sobre déficit de las FE como posible factor causal del autismo, si éste se presenta en etapas previas a que las FE estén completamente incorporadas?

Siendo el autismo un trastorno cuyos síntomas son mayormente detectados por los cuidadores principales durante etapas correspondientes a la infancia temprana -de 0 a 3 años- (Bhat, Galloway y Landa, 2012) y a la infancia -de 3 a 6 años- (Scambler, Rogers y Wehner, 2001; Samms-Vaughan & Banton, 2008) mediante la identificación de demoras en el desarrollo comunicativo no-verbal (Chawarska, Klin, Paul y Volkmar, 2007), imitación, auto-sincronización de movimientos (Daniel, 2019), atención conjunta (Charman, Taylor, Drew, Cockerill, Brown y Baird, 2004) y en el desarrollo sensoriomotriz (e.g. movimientos oculares, movimiento de alcance de objetos, movimiento de rotación; Esposito y Venuti, 2008) mientras que se asume que las FE son desarrolladas inicialmente a lo largo de etapas pre-escolares y se consolidan alrededor de la

adolescencia (Moriguchi, 2014); ¿cómo podría tratarse de la deficiencia de funciones que ni siquiera están afianzadas en el organismo en cuestión?

Las fallas en FE usualmente son caracterizadas a partir de la conducta perseverativa, definida como acciones que continúan siendo ejecutadas en situaciones en las cuales deberían de ser inhibidas. Este argumento del déficit en las FE como producto de algún problema en el control inhibitorio, resulta implausible en hallazgos expuestos en infantes de desarrollo típico, quienes presentan perseveración en tareas como la prueba de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin o la tarea de A-no-B (Moriguchi y Hiwaki, 2011; Zelazo y Müller, 2010) sin necesariamente tener un déficit a nivel cognitivo (los infantes de entre 2 a 5 años son susceptibles a cometer perseveraciones en sus respuestas).

Otra problemática de la Teoría de Disfunción Ejecutiva es la validez de discriminación, planteada por Pennington y Ozonoff (1996), quienes sugieren que, si el déficit en las FE es característico de cierto trastorno del neurodesarrollo, entonces, no sería plausible que dicho déficit se encuentre como factor causal en otras condiciones ya que el conjunto de sintomatologías difiere unas de otras. Se ha demostrado que diferentes poblaciones clínicas en diversas etapas del desarrollo presentan deficiencias cognitivas en evaluaciones que miden las FE (Zelazo y Müller, 2010): TDAH (Cordova, Shada, Demeter, Doyle, Miranda-Dominguez, Perrone, Schifsky, Graham, Fombonne, Langhorst, Nigg, Fair, Feczko, 2020; Gioia, Isquith, Kenworthy y Barton, 2002); síndrome de Down, síndrome de Williams y discapacidad intelectual (Costanzo, Varuzza, Menghini, Addona, Giancesini, Vicari, 2013; Lee, Anand, Will, Adeyemi, Clasen, Blumenthal, Giedd, Daunhauer, Fidler, Edgin, 2015). Además, poblaciones que no

presentan diagnósticos clínicos también han demostrado déficits en las FE: Niños con dificultades en lectoescritura (Morgan, Farkas, Wang, Hillemeier, Oh y Maczuga, 2019), niños con dificultades en lenguaje numérico y matemático (Peng, Congying, Beilei, Sha, 2012) y niños con dificultades de aprendizaje (Toll, Van der Ven y Kroesbergen, 2010)). Con base en lo anterior, la teoría de disfunción en las FE resulta obsoleta como único factor explicativo del autismo, sin embargo, podríamos pensar en que es un proceso concurrente o producto de la complejidad de la interrelación entre el trastorno y el contexto junto con las demandas ambientales en espacios escolarizados, mas no como único factor causal.

Como podemos observar el modelo de FE está basado en la neuropsicología adulta involucrando exclusivamente a regiones cuya maduración se sitúa hasta la adultez -red frontal parietal, corteza dorsolateral prefrontal, lóbulo parietal inferior y superior y áreas premotoras- (Engelhardt, Harden, Tucker-Drob, Churh, 2019). Sin embargo, nuevas propuestas desarrolladas con base en los hallazgos actuales atribuyen procesos como la toma de decisiones no solo a zonas corticales, sino también a sistemas subcorticales, así como la participación de procesos afectivos en las habilidades asociadas a las FE (Bunge y Wright, 2007; Crone y Dahl, 2017); además, también se han propuesto miradas más integrativas en cuanto a las trayectorias del desarrollo, vislumbrando que éstas habilidades podrían surgir desde etapas tempranas, teniendo cambios a lo largo de la vida y en cursos diferenciados de acuerdo con la historia de los organismos (para una revisión de las problemáticas y propuestas sobre las FE: Best y Miller, 2010). De esta forma, es importante reconocer la importancia del sistema nervioso en su totalidad, en conjunto con los demás sistemas corporales es crucial para comprender fenómenos como el autismo y el desarrollo cognitivo.

Examinando todos los puntos previamente mencionados, podemos observar que la *Triada de Disfunción* aún tiene puntos cuestionables. Si bien, ha sido un esquema teórico desde el cual han surgido métodos y hallazgos interesantes, así como los criterios diagnósticos utilizados en la psiquiatría y psicopatología del TEA, aún no ha permitido comprender del todo la complejidad del fenotipo autista (Happé, Ronald y Plomin, 2006). En este sentido, los problemas englobados en el presente con respecto a la Triada son: el problema de *universalidad* y el problema de *unicidad*, en tanto si los tres factores se encuentran en cada uno de los individuos con autismo o si sólo se presentan en la mayoría y si la triada es única del autismo o también se encuentra en otros desórdenes del desarrollo (Rajendran y Mitchell, 2007). Esto, aunado a que se ha encontrado que no hay relación directa entre los tres procesos, sino que, en mayoría, están aislados unos de otros de forma bastante heterogénea entre individuos con TEA (Pellicano, Maybery, Durkin, Maley, 2006).

La presentación de los componentes que se conciben en las tres teorías varía entre sujetos, algunos mostrando dificultades aisladas (Charman, Jones, Pickles, Simonoff, Baird, Happé, 2011; Happé, Ronald y Plomin, 2006) que no son generalizables entre todos los individuos del espectro. Y, como se presentó anteriormente, las características mencionadas en la triada han aparecido también en otras condiciones del neurodesarrollo, como el TDAH.

A la luz de estas problemáticas, Lorna Wing propuso la discusión sobre la dificultad de explicar el autismo con base en una sola anomalía, sugiriendo, que más bien se trata de una conglomeración de déficits cognitivos, explicando entonces la ocurrencia de “fragmentos aislados en una sola historia clínica” (Wing y Wing, 1971). Vinculado con esto, se ha propuesto

que las tres teorías, en conjunto con los síntomas que capturan, podrían ser disociables (Frith y Ronald, 2008) y dar soporte para la creación de subgrupos con base en las posibilidades y limitantes cognitivas presentadas a nivel individual en el autismo (Baron-Cohen y Sweetenham, 1997). La propuesta de identificar subgrupos en el TEA se ha planteado mayoritariamente para aplicar a los tratamientos clínicos cognitivos personalizados (Ousley y Cermak, 2013).

En la actualidad, se argumenta que el TEA no puede ser abordado por una sola teoría ya que se limita su poder explicativo (Schneider, et al., 2019; Boucher, 2012), por lo cual, la unión entre diversas propuestas y disciplinas podría ayudarnos a expandir nuestro entendimiento sobre el autismo, abarcando rubros tan amplios como la cognición social, el desarrollo de la cognición, los aspectos sensoriomotrices y perceptuales, así como paradigmas más cercanos a lo que vivimos cotidianamente, sin partir de nociones donde los participantes son entes pasivos que observan estímulos inertes.

### *Fortalezas Cognitivas en el TEA*

En testimonios, estudios de caso y reportes anecdóticos, se ha narrado la presencia de sujetos diagnosticados con TEA que demuestran superioridad en algunas habilidades cognitivas, tales como: La percepción visuoespacial, la búsqueda de estímulos visuales y la estimación de cantidades (O’Riordan, 2011; Sacks, 1985; Soulières et al., 2010).

Se ha estimado que al menos un tercio de la población con TEA tiene capacidades sobresalientes en algún aspecto cognitivo (Howlin, Goode, Hutton, Rutter, 2009). Sin embargo, los hallazgos son inconsistentes, sugiriendo la posible presencia de subgrupos en términos de habilidades cognitivas en el espectro (Charman et al., 2011).

Para propósitos del presente, explicaré dos de las teorías que hasta ahora han sido referentes para la investigación en el TEA en cuanto a fortalezas cognitivas.

### *Teoría de Sistematización-Empatía*

El psicólogo británico Simon Baron-Cohen desarrolló la *Teoría de Empatía-Sistematización* (S-E; Baron-Cohen, 2002), argumentando que el TEA es una condición caracterizada por la demora o déficit en la empatía -definida, en éste caso, como la capacidad para predecir y responder al comportamiento de otros, asociada al género femenino-; en conjunto con la mejora en sistematización -definida como la capacidad para predecir y responder a sistemas no agentivos, deterministas y seguidos por reglas específicas, asociada al género masculino- intacta o superior (Baron-Cohen, Knickmeyer y Belmonte, 2005). Los sistemas son conceptualizados como estructuras gobernadas por reglas lógicas de tipo “*si p entonces q*”.

Baron-Cohen (2003) afirma: “el cerebro femenino está predominantemente cableado para la empatía. El cerebro masculino está predominantemente cableado para el entendimiento y construcción de sistemas”. Con base en lo anterior, enuncia que el autismo concuerda con la presentación de un “cerebro hiper-masculino, hipo-femenino”, por tanto, “hiper-sistematizador, hipo-empático” (Baron-Cohen, 2009; Escovar et al., 2016; Baron-Cohen, 2002; Baron-Cohen, Knickmeyer, Belmonte, 2005).

Cabe destacar que el autismo es menormente reconocido y diagnosticado en mujeres y niñas en un rango de 3 a 1 (Loomes, Hull y Mandy, 2017). A su vez, la demora diagnóstica en niñas es más tardía, lo cual tiene consecuencias en el pronóstico de calidad de vida para aquellas



que lo viven (Bargiela, Steward y Mandy, 2016). Con respecto a estos datos, Baron-Cohen también intenta explicar la mayor prevalencia diagnóstica en varones desde la teoría S-E.

Ha habido numerosas críticas a la teoría S-E, desde la bioética (Krahn y Fenton, 2012), las neurociencias (Nash y Grossi, 2007; Rippon 2019) y la epistemología feminista (Rippon, 2019). Todas estas objeciones han convergido en que la teoría del cerebro hiper-masculino recaer en el *sesgo de estereotipo*, donde cierto comportamiento o habilidad cognitiva es inferior o superior dependiendo del sexo (Rippon, Jordan-Young, Kaiser y Fine, 2014) estableciendo que las diferencias psicológicas entre hombres y mujeres están determinadas por la diferencia entre ambas propiedades polarizadas y vinculadas con estereotipos sociales.

La teoría presupone la presencia de un tipo de cerebro masculino y otro femenino, ambos con características distintas. No obstante, Daphna Joel y colaboradores (Joel, Berman, Tavor, Wexler, Gaben, Stein, Shefi, Pool, Urchs, Margulies, Liem, Hänggi, Jäncke y Assaf, 2015) mostraron en una revisión de múltiples hallazgos sobre habilidades cognitivas asesorados con neuroimagen, que no se trata de diferencias polarizadas y dicotómicas, sino, de lo que se ha denominado como *mosaicismo*, donde un individuo no tiene un cerebro uniformemente “femenino” o “masculino”, sino que las características asociadas a cada género difieren entre sujetos y más bien se trata de un continuo entre éstas propiedades asociadas a roles de género.

En suma, se trata de una propuesta esencialista donde ciertas capacidades cognitivas se catalogan como inherentemente masculinas o femeninas, cuando éstas pueden estar influenciadas por aspectos sociales, históricos, económicos, además de factores biológicos

(Krahn y Fenton, 2012). Recurre además al reduccionismo<sup>2</sup>, donde, se explican categorías sociales a través de hechos biológicos considerándoles propiedades de tipo “natural”, fijos, invariantes y discretos, es decir, como categorías como fronteras determinadas (i.e. localizar dos dimensiones discretas y polarizadas de propiedades “femeninas” y “masculinas”) (Rippon, Jordan-Young, Kaiser y Fine, 2014).

Como podemos observar, la teoría S-E se ha puesto en duda como posible explicación para el TEA, su mayor prevalencia en varones y las diferencias de expresión entre sexos. En contraste, los estudios respecto a dicho sesgo diagnóstico han incrementado recientemente y las hipótesis explicativas varían. En cuanto a diferencias en mutaciones genéticas entre hombres y mujeres con TEA, se ha propuesto el *modelo protector femenino* (Jacquemont, Coe, Hersch, Duyzend, Krumm, Bergmann, Beckmann, Rosenfeld y Eichler, 2014); con respecto a la diferencia en expresión de síntomas críticos del TEA, estudios han demostrado diferencias en el desarrollo de la motricidad fina y gruesa<sup>3</sup>, donde, se ha observado mayor retraso en el desarrollo de ambos en niñas, específicamente en la caminata independiente y el movimiento de alcance y agarre de objetos con las manos (Gabis, Attia, Roth-Hanania y Foss-Feig, 2020).

---

<sup>2</sup> El reduccionismo es la tendencia a observar los sistemas biológicos como producto de elementos no relacionados y discretos, con el propósito de separarlos y manipularlos, partiendo de la noción ontológica de uniformidad, la cual supone que el conocimiento de las partes de un sistema (e.g. el funcionamiento cerebral) sea el conocimiento del todo (e.g. una condición del desarrollo como el autismo; Shiva, 2016; Merchant, 1980). Este método es similar al propuesto por Descartes en *“Discourse on the Method”* (1637): Entender al fenómeno a partir de sus partes constitutivas; recombinar las partes constitutivas y explicar al fenómeno en cuestión.

<sup>3</sup> Las evaluaciones diagnósticas para TEA se enfocan en aspectos de comunicación y reciprocidad social, por lo cual es probable que al no explorar aspectos sensoriomotrices con mayor profundidad, se nuble el reconocimiento temprano de TEA en niñas (Gabis, et al., 2020). Se ha propuesto utilizar como marcador inicial el retraso en el desarrollo motriz fino y grueso para la posible detección temprana de TEA (Sacrey, Zwaigenbaum, Bryson, Brian, Smith, Roberts, et al. 2015)

Con respecto a diversas habilidades cognitivas, las niñas diagnosticadas con TEA muestran mayor severidad en términos de discapacidad intelectual, en este sentido, se infiere que la baja proporción de mujeres y niñas con TEA sin discapacidad intelectual podría no ser reconocida ya que el grado de severidad en socialización y habilidades comunicativas no se expresa con tal intensidad o se presenta de forma más sutil, menos disruptiva (Oien, Vambheim, Hhart, Nordahl-Hansen, Erickson, Wink, Eisemann, Shic, Volkmar y Grodberg, 2018; Howe, O'Rourke, Yatchmink, Viscidi, Jones y Morrow, 2015).

La baja prevalencia de TEA en niñas y mujeres también parece estar asociada a la diferencia en características como la motivación social (Sedgewick et al., 2016) y comunicación recíproca (Rynkiewics et al., 2016), además de estrategias compensatorias que podrían utilizar para acoplarse a las normas sociales reforzadas por factores socioculturales que no se toman en cuenta en la teoría de Baron-Cohen (Bargiela, Steward y Mandy, 2016; Krahn y Fenton, 2012). Entre dichas estrategias compensatorias se encuentra el *fenómeno de camuflaje*, definido como el esfuerzo deliberado para aprender y utilizar explícitamente las normas sociales consensuadas con tal de ocultar características autistas (Rynkiewicz y Lucka, 2018; Rynkiewicz, Schuller, Marchi, Piana, Camurri, Lassalle, Baron-Cohen, 2016).

A partir del estudio del *fenómeno de camuflaje* se ha demostrado que las mujeres y niñas con autismo presentan mayores compensaciones en la interacción social (llegando a presentar habilidades de reciprocidad social similares a las de personas de desarrollo típico) en comparación con los varones con TEA, lo cual podría contribuir a que se descarte el diagnóstico

de autismo y por tanto la falta de apoyo clínico necesario para ellas (Wood-Downie, Wong, Kovshoff, Mandy, Hull y Hadwin, 2020).

Con base en los numerosos estudios sobre TEA en niñas y mujeres, se ha sugerido la presencia de un perfil fenotípico particular de autismo para el sexo femenino (Hull, Petrides y Mandy, 2020), lo cual ahora resulta un gran avance en la investigación sobre TEA, ya que las herramientas diagnósticas no consideran de forma suficiente las diferencias entre sexos en la expresión de sintomatología crítica (Cridland, Jones, Caputi y Magee, 2013; Rivet y Matson, 2011; Rivet, 2010).

La exploración de habilidades cognitivas y su comparación entre sexos implica la labor necesaria de descartar efectos facilitadores asociados a ciertos roles sociales de género en contextos específicos, por ejemplo, el acceso a actividades recreativas que requieren de mayor percepción espacial, motricidad gruesa y movilidad en espacios abiertos (Young, 2006). En esta misma línea, teóricas afines a la fenomenología feminista (Ginn, Arber, Brannen, et al. 1996; Young, 2006) recalcan la aplicación del conocimiento situado sobre el estudio de la cognición con respecto a la complejidad de estructuras y condiciones que delimitan nuestra posibilidad de acción en ciertos rubros por sobre otros en un marco sociocultural e histórico (e.g. las posibilidades de acción para las mujeres mayoritariamente recaen en las labores domésticas y de cuidados; las posibilidades para los varones en habilidades de razonamiento abstracto).

Con respecto a la polarización entre sistematización y empatía de la teoría S-E, se ha demostrado que el dimorfismo entre características femeninas y masculinas, a nivel cerebral, es una forma imprecisa de caracterizar diferencias en fenotipos cognitivos (Rippon, 2019). Las

características por sexo son parte de un continuo, en lugar de un fenómeno categórico y discreto, como vimos con el *mosaicismo* (Rippon, 2019; Rippon et al., 2014).

Por otro lado, los hallazgos sobre sistematización en las personas con autismo son inconsistentes, por ejemplo, Elizabeth Pellicano y colaboradores (Pellicano et al., 2011) demostraron en una tarea de búsqueda visuoespacial a larga escala donde se requiere la inferencia de reglas probabilísticas sobre la localización de recursos, que los niños con diagnóstico de TEA no demostraron habilidades de hiper-sistematización, incluso, concluyeron que ésta teoría resultaba insuficiente para explicar habilidades de sistematización visuoespacial en el autismo. Asimismo, la evidencia muestra que la hiper-sistematización no es una propiedad universal en las personas con TEA al ser evaluada en numerosas tareas cognitivas que requieren de esta habilidad como: inferencia probabilística, navegación visuoespacial y adaptación numérica (Aagten-Murphy, Attucci, Daniel, Klaric, Burr, Pellicano, 2014; Pellicano, Smith, Cristino, Hood, Briscoe, Gilchrist, 2011; Caron, Mottron, Rainville, Chouinard, 2004). Otro hallazgo importante con respecto a este punto es el mostrado por Dorothea Floris y colaboradores (Floris, Lai, Nath, Milham, Di Martino, 2018), donde, con el propósito de evaluar la hipótesis del cerebro hiper-masculino, se analizó la superposición estadística de diferencias sexuales y sintomatología del TEA relacionada durante estado de reposo con Resonancia Magnética Funcional (fMRI, por sus siglas en inglés; Floris, Lai, Nath, Milham, Di Martino, 2018). Los resultados sugirieron que hay cambios en conectividad hacia características tanto asociadas a roles masculinos (involucrando la Red por Defecto: corteza medial prefrontal, corteza posterior cingulada y giro angular) como a roles femeninos (involucrando redes somatosensoriales) en personas de ambos sexos con diagnóstico de TEA, reflejando entonces, que un modelo basado en el *mosaicismo*

podría sintetizar mejor las teorías y resultados en torno a la diferenciación sexual en pacientes con TEA, específicamente al hablar de distinciones en el SNC.

Si bien, hay diferencias tanto en el reconocimiento como en la expresión de la sintomatología del autismo entre hombres y mujeres, resulta insuficiente explicar la diferencia de su prevalencia con base en argumentos reduccionistas dando soporte a estereotipos sociales de género. El estudio de diferencias de habilidades conductuales y/o cognitivas entre sexos puede llevar a interpretaciones tanto esencialistas como deterministas, asociando las diferencias, si se encuentran, meramente a procesos externos o internos. Ambos son polos dicotómicos que pueden, a la larga, afectar nuestro acercamiento al fenómeno en el plano experimental y de aplicación.

En general, reducir fenómenos presentes en sistemas vivos a un solo elemento (e.g. el cerebro), resulta limitante, dado que los seres vivos están caracterizados por su plasticidad, dinamismo y complejidad de múltiples sistemas en interacción con el entorno cambiante. Al ser sistemas complejos, sus propiedades no pueden entenderse ni predecirse a partir del conocimiento de sus componentes aislados, debido a que involucran diversos mecanismos que, a través de la interacción entre los componentes del sistema y con el contexto, exhiben estructuras y comportamientos nuevos, colectivos y no triviales, a escalas mayores (Chialvo, 2010; Ball, 2004).

## *Teoría Enactiva y Encarnada sobre el Trastorno del Espectro Autista*

“Who is the expert when it comes to understanding people?  
the detached scientist or the ordinary person in everyday life?”

(Vasudevi Reddy, 2008, p. 5) How infants know minds.

Dado el panorama anterior, la ciencias cognitivas han sido caracterizadas por el uso de metáforas computacionales, donde la cognición se define como un conjunto de funciones integradas de procesamiento de información cuyos mecanismos explican cómo es que los seres humanos creamos significado y vivimos el mundo, esto a través de la observación, la inferencia indirecta y la manipulación de algoritmos o representaciones internas (Lockwood, Apps y Chang, 2020; Wheeler, 2017; Villalobos y Silverman, 2018; Wilson y Foglia, 2015). Es desde estas nociones que se establece una relación directa entre función cognitiva y actividad cerebral, separando al cuerpo entero del organismo, así como de sus interacciones con el ambiente. Así, el mundo es reflejado en términos de representaciones abstractas del sistema cognitivo interno localizado en la circuitería cerebral individual. Esto ha guiado al análisis reduccionista de la cognición, así como de las psicopatologías, explicando a éstas últimas como fenómenos de disfunción cerebral (Fuchs, 2017; Fuchs, 2011).

En contraste, a lo largo de la historia, se han propuesto aproximaciones apartadas del *innatismo* y de modularidad de la mente. Teorías alternas como el *neuroconstructivismo* abordan las trayectorias de desarrollo en el contexto de las limitantes y posibilidades del sistema en múltiples niveles: sociales, orgánicos, ambientales, individuales, etc. El *neuroconstructivismo* caracteriza al desarrollo cognitivo con base en los cambios inducidos por la actividad neural que

se va modificando conforme el organismo interactúa con el ambiente, estableciendo actividades dinámicas entre los niveles antes mencionados, dando énfasis en la epigenética de las trayectorias del desarrollo (Karmiloff-Smith, 2009).

Entre la pluralidad de ramas teóricas integrales y con panoramas más amplios de entendimiento sobre el desarrollo cognitivo, perspectivas que consideran crucial la organización de todos los sistemas que componen al organismo, así como su relación con otros agentes y con el mundo, se denominan *Teoría Enactiva y de Cognición Encarnada* o *Enactive, Embodied Cognitive Science*, también conocidas como aproximaciones en segunda-persona (Schilbach, Timmermans, Reddy, Costall, Bente, Schlicht y Voegeley, 2013). La visión enactiva surge desde conceptos como: *embodiment, autonomía, emergencia, hacer-sentido y experiencia* (De Jaegher y Di Paolo, 2007; Froese y Di Paolo, 2011); proponiendo así un panorama más interactivo de la cognición, enfatizando la acción, la exploración y la participación activa de los organismos en el ambiente, no sólo como ruta para aproximarse a su estudio, sino también para el entendimiento de su desarrollo (De Jaegher, Pieper, Clénin y Fuchs, 2016; Reddy y Morris, 2004; Schilbach, 2010; Reddy, 2008). La Teoría Enactiva y Encarnada fue descrita con mayor profundidad por Francisco Varela, Evan Thompson y Eleanor Rosch (1991), en respuesta al problema mente-cuerpo y objetivismo-subjetivismo. Su propuesta fue influenciada por la hermenéutica de Martin



Heidegger<sup>4</sup> (1988), la fenomenología de Maurice Merleau-Ponty<sup>5</sup> (1945) y la psicología ecológica de Eleanor Gibson<sup>6</sup> (1988) y James Gibson (1979).

Varela, Thompson y Rosch (1991), postulan que el conocimiento es resultado de la interpretación que emerge de nuestras capacidades de entendimiento. Estas capacidades surgen de estructuras biológicas incorporadas en la totalidad del cuerpo de los organismos. Dichas estructuras son vividas dentro de dominios de acción, consenso social e historia sociocultural que nos permiten crear *sentido del mundo* que habitamos. Contrario al *innatismo*, encontrándose con el *neuroconstructivismo*, esta perspectiva considera crucial a la epigénesis debido a la continua interacción y cambios entre el organismo y el ambiente (Fuchs, 2011).

Al incorporar la interacción entre agentes -entendiendo al agente como aquel organismo vivo que es capaz de ejecutar acciones- y con el mundo, así como la experiencia dependiente del contexto y la acción situada en el ambiente, la Teoría Encarnada propone ir más allá del mecanismo computacional de solución de problemas, así como del reduccionismo neuronal que tradicionalmente asume al SNC como único responsable de la cognición, volviendo entonces la

---

<sup>4</sup> Heidegger introduce el concepto de “estar ahí” (*being there* o *Dasein*) para el estudio de la vida humana, esto, en el sentido de *apertura hacia el mundo* -condición dinámica espacial y temporal de interacción con el mundo-. La dimensión cognitiva de apertura hacia el mundo se caracteriza a través de la hermenéutica, es decir, el entendimiento de las formas de vincularse con otros (Heidegger, 1988 en Vasterling, 2014).

<sup>5</sup> Merleau-Ponty se inclina hacia la experiencia vivida corporalmente, evitando la suposición de que el mundo existe de forma predeterminada, por lo cual: “el objeto y el mundo son dados a través de las partes del cuerpo, no por una geometría natural, pero en una conexión comparable con, o idéntica a la existente entre las partes del cuerpo en sí” (pp. 237, Merleau-Ponty, 1945). Así, redefinió el estudio de la cognición a partir del cuerpo vivido, capaz de percibir-actuar, donde: “se profundiza en el espesor del mundo a través de la experiencia perceptual” (pp. 237, Merleau-Ponty, 1945).

<sup>6</sup> Eleanor Gibson (1988) enfatizó el papel de la percepción y la acción en el desarrollo cognitivo. Su trabajo llevó a nuevos entendimientos de la ontogénesis de la percepción a través del estudio de la exploración situada en infantes.

atención a todos los sistemas que componen al organismo, no sólo a un sistema aislado (Di Paolo, Buhrmann, Barandarian, 2017; Di Paolo y Thompson, 2014).

En este marco teórico se define a un agente cognitivo como aquel que *crea-sentido* del entorno que le rodea. Para la teoría enactiva y encarnada, los seres vivos son creadores de sentido debido a que son *autónomos* y *adaptativos*. El concepto de *autonomía* refiere a que los componentes del organismo interactúan en redes recíprocas; dichas interacciones permiten constituir al sistema como unidad y determinan dominios de posibles interacciones con el ambiente (Thompson, 2007). Así, el organismo continuamente intercambia materia y energía con el ambiente para regular su propia actividad (Colombetti, 2014). En conjunto con la *adaptabilidad*, un organismo autónomo crea-sentido, es decir, evalúa o valora las condiciones del ambiente, generando una *escala de valencias*. La escala de valencias es también entendida desde el concepto de *afectividad primordial*: El organismo autónomo y adaptativo se monitorea y regula con base en las condiciones de viabilidad del contexto que le rodea (Colombetti, 2014).

Así, el concepto de *crear-sentido* o *sense-making*, hace referencia a los vínculos significativos que los organismos establecen con el mundo a partir de las necesidades y metas propias de la organización sus componentes constitutivos. En suma, la interacción con el ambiente es *afectiva*, es decir, un organismo autónomo y adaptativo es afectado significativamente a través de sus interacciones con el mundo, estableciendo normas para ir evaluando y valorando dichos vínculos a lo largo de su historia de vida. La *creación-de-sentido* se trata del punto de vista o perspectiva del organismo, encarnada y situada en el mundo con base en su organización (Martínez Quintero y De Jaegher, 2020). Desde tal punto de vista, los

organismos construyen este mundo de significados y saliencia, afirmando su identidad autónoma (Schiavio, van der Schyff, Cespedes-Guevara y Reybrouck, 2016). Es decir, generan una identidad, entendida a partir de las condiciones que permiten que estén organizados individualmente y se diferencien del ambiente, por lo cual son unidades, entidades u objetos delimitados y distinguibles entre sí (Maturana y Varela, 1992). De esta forma, los seres vivos se caracterizan también por la *auto-organización* y *auto-producción* de relaciones entre los elementos que los componen, cuya organización permite que se establezcan como sistemas delimitados espacialmente (Thompson, 2010).<sup>7</sup>

Los organismos interactúan con el ambiente regulando sus interacciones transformando el medio en un entorno de saliencia, significado y valores particulares a través de la creación de sentido (Thompson, 2010). Como Evan Thompson y Mog Stapleton (2008) afirman: “Un organismo vivo es un sistema capaz de relacionarse cognitivamente con el mundo ya que es un sistema creador de sentido, y es un sistema creador de sentido ya que es un sistema autónomo”.

Es así como la cognición, desde la perspectiva enactiva, es el proceso relacional de *crear-sentido* a lo largo de la interacción entre el organismo autónomo, adaptativo, con otros y el mundo que les rodea (Di Paolo, 2009; Thompson y Stapleton, 2008).

En línea con lo anterior, la Teoría Enactiva y Encarnada es definida principalmente a partir de los siguientes puntos (Varela, Thompson y Rosch, 2016): (i) La percepción consiste en la acción

---

<sup>7</sup> Humberto Maturana y Francisco Varela (Maturana y Varela, 1987) describen este fenómeno unitario a partir del concepto de *autopoiesis*. Sin embargo, aún hay discusiones con respecto a la relación entre autonomía y autopoiesis como mecanismos necesariamente convergentes en todos los seres vivos. Para una revisión más detallada: Thompson, 2011; Thompson 2007.

perceptualmente guiada; (ii) las estructuras cognitivas emergen de patrones recurrentes sensoriomotrices que permiten que la acción perceptual sea guiada. La cognición encarnada implica que: (i) la cognición depende de la experiencia que conlleva tener un cuerpo con múltiples capacidades sensoriomotrices y que (ii) estas capacidades sensoriomotrices se encuentran situadas en un contexto biológico, psicológico, histórico y sociocultural.

La forma en que teorizamos influye en las preguntas y aproximaciones que generamos para estudiar fenómenos de interés. Considerar la acción situada, la construcción activa de significado a través de la percepción y la exploración del ambiente por medio del cuerpo en su totalidad como factores primordiales en el desarrollo de la cognición, son premisas abordadas también por investigadores como Jean Piaget y Annette Karmiloff-Smith (Piaget, 1952; Marshall, 2016; Stewart, 2013; Karmiloff-Smith, 1995); Eleanor Gibson y J.J. Gibson con la psicología ecológica (Gibson, 2014; Witt y Riley, 2014; Jones, 2003; Gibson, 1987); así como la teoría sociocultural de Lev Vygotsky con respecto a la mediación de factores externos sociales y culturales en las trayectorias del desarrollo humano (Merritt, Varga y Krueger, 2013).

A partir de estos antecedentes, la investigación desde una visión enactiva y encarnada sobre el TEA ha comenzado a crecer con paradigmas que surgen de la Aproximación Sensoriomotriz de la Cognición (Di Paolo, Buhrmann y Barandarian, 2017), la Teoría de Sistemas Dinámicos del Desarrollo (Smith y Thelen, 2003) y la tesis de formas diversas de *crear-sentido* del mundo (De Jaegher, 2013). A continuación, desglosaré dichas propuestas con respecto a la expansión de nuestro entendimiento sobre el autismo y el desarrollo cognitivo.

## *Aproximación Sensoriomotriz*

“...Sensorimotor life is the life we live while we are engaged in doing things, in appreciating our surroundings, in organizing our activities, in executing adequate moves and correcting the wrong ones, in evaluating how things are going and what comes next, surfing opportunities and dodging risks.”

Ezequiel Di Paolo et al. (2017, p. 04). *Sensorimotor Life: An Enactive Proposal*

Varela, Thompson y Rosch (2016) definen la *enacción* con base en el fundamento de *percepción guiada*, aludiendo a cómo puede un organismo autónomo guiar su acción en una situación en constante cambio como resultado de su misma actividad. Debido a que su acción situada cambia las condiciones del contexto, el punto de referencia de la estructura cognitiva del organismo es su organización sensoriomotriz, entendida como la unión entre enlaces motores y sensoriales del Sistema Nervioso. Por consiguiente, la teoría enactiva se propone a estudiar los sistemas sensoriomotrices como posibles estructuras explicativas de cómo puede una acción ser perceptualmente guiada en el organismo.

La organización entre dinámicas sensoriomotrices es explicada por medio de las dimensiones de cognición encarnada o *dymensions of embodiment* (Thompson y Varela, 2001), los cuales son: (i) ciclos de regulación orgánica del cuerpo, (ii) ciclos de acoplamiento sensoriomotriz entre el organismo y el ambiente, (iii) ciclos de interacción intersubjetiva que comprometen el reconocimiento del significado intencional de las acciones y la comunicación.

De este modo, la Aproximación Sensoriomotriz se enfoca en la segunda dimensión, estudiando las prácticas y capacidades basadas en la acción situada del organismo por medio del

análisis de las *regularidades sensoriomotrices* o *contingencias sensoriomotrices* (SMCs, por sus siglas en inglés; Di Paolo, Buhrmann, Barandiaran, 2017). Las SMCs son unidades de análisis, definidas como las regularidades que gobiernan cambios sensoriales producidos por acciones motoras (O'Regan y Noë, 2001). Las SMCs dependen del ambiente, la organización interna del agente y las demandas contextuales (Di Paolo, Barandiaran, Beaton y Buhrmann, 2014). Son el resultado del diálogo entre el agente y el ambiente, así como de la interacción entre agentes en coordinación rítmica.

Para la Aproximación Sensoriomotriz, la experiencia perceptual y la cognición están fundadas en el dominio de la actividad de las contingencias sensoriomotrices (O'Regan y Noë, 2001). El dominio de las SMCs refiere al proceso a través del cual el organismo se adapta de forma continua a los retos y perturbaciones presentes en su relación con el ambiente cambiante. Esta noción se basa en el proceso de *equilibrio*, recuperado de la teoría psicogenética de Piaget (Piaget, 1977 en Cohen y Kim, 1999) y formalizado en notaciones de sistemas dinámicos por Ezequiel Di Paolo, Thomas Buhrmann y Xabier Barandiaran (Di Paolo et al., 2017).

El *equilibrio* sucede cuando los organismos encuentran algo nuevo o ajeno a sus estructuras o esquemas de entendimiento, surgiendo un desbalance o perturbación que requiere reestablecer el equilibrio del esquema (Cohen y Kim, 1999; Di Paolo et al., 2017). Este proceso involucra mecanismos de organización circular donde el esquema inicial cambia conforme el individuo se enfrenta a nuevos aspectos ambientales: (a) la *asimilación* de nuevos elementos que se integran y acoplan en el esquema (fisiológico, cognitivo o conductual); (b) y la simultánea *acomodación* o modificación de la estructura del esquema para facilitar que se asimile el nuevo

elemento; (c) cerrando el ciclo con el *equilibrio*, caracterizado por la nueva forma de estabilidad en la organización cognitiva o biológica debido al proceso de adaptación y transformación por la presencia de cambios ambientales (Di Paolo et al., 2014; Di Paolo, Buhrmann, Barandiaran, 2017; Cohen y Kim, 1999).

Cada modalidad sensorial tiene SMCs, generadas en función de las posibilidades y límites de exploración en dicha modalidad (e.g. para la exploración visual, corresponden a las condiciones lumínicas, la composición del aparato visual, la distancia del objeto, etc.). Por lo tanto, una modalidad sensorial es un modo de exploración mediado por SMCs. Las SMCs correspondientes a los sistemas sensoriales que componen al organismo no son excluyentes entre sí, sino que se relacionan constantemente (O'Regan y Noë, 2001).

Con base en lo anterior, se ha establecido un fundamento metodológico para el estudio del desarrollo, aprendizaje y establecimiento de regularidades sensoriomotrices en organismos vivos, donde, la experiencia perceptual es guiada por medio de bucles de organización entre SMCs de todos los esquemas sensoriales que componen a la totalidad del cuerpo y la exploración activa del ambiente (Di Paolo et al., 2017). De esta manera, la Aproximación Sensoriomotriz considera cómo es que las tareas de la vida cotidiana en las que nos involucramos a través de la acción son sensibles al contexto, a las necesidades del organismo, las demandas y obstáculos presentes interna (i.e. energéticos, corporales, de coordinación, etc.) y externamente. Estos factores son dinámicos, por lo tanto, conforme van cambiando, se establecen nuevos objetivos constantemente.

Las características motrices y sensoriales se han dividido de aquellas que pertenecen al ámbito cognitivo, motivacional y social, tanto en la construcción teórica de la psicología como en la psicopatología (Fuchs, 2010). Tal es el caso en el estudio sobre el TEA, que, como se mencionó anteriormente, es catalogado como una condición del neurodesarrollo caracterizada primordialmente por las dificultades en el inicio y mantenimiento de relaciones sociales, no obstante, los patrones de acción e interacción situada en el mundo, en conjunto con las contingencias sensoriomotrices a lo largo de la trayectoria del desarrollo son aspectos cruciales para expandir su comprensión.

En este sentido, investigaciones sobre las características sensoriomotrices en población con TEA han demostrado que, durante etapas tempranas del desarrollo y a lo largo de la historia de vida, presentan hipo- e hiperreactividad a estímulos de múltiples modalidades sensoriales (Tavassoli, Miller, Schoen, Nielsen, Baron-Cohen, 2014; Baranek, 2002; Blakemore, Tavassoli, Calò, Thomas, Catmur, Frith, Haggard, 2006). Además de estas diferencias en reactividad sensorial, se ha encontrado, con respecto a la percepción-acción de objetos en movimiento, que presentan dificultades para coordinar e integrar los movimientos oculares con los movimientos de otros y establecer mirada dirigida durante la interacción social (Hannant, Tavassoli y Cassidy, 2016).

Adicionalmente, estas diferencias en aspectos sensoriomotrices se han relacionado con la forma en que personas con autismo se vinculan con otras personas, lo cual está ampliamente vinculado con el segundo ciclo propuesto por la Aproximación Sensoriomotriz (*ciclo de interacción intersubjetiva*): Resaltan las diferencias en el ajuste postural ante movimiento visual



(Gepner y Mestre, 2004), vinculado con la rigidez postural reportada en adultos y niños con TEA (Bhat, Landa y Galloway, 2011); baja coordinación bilateral de extremidades (Bhat, Landa y Galloway, 2011); atonía muscular y dispraxia motriz (Mari, Castiello, Marks, Marraffa, Prior, 2003; MacNeil, y Mostofsky, 2012); dificultades en el control, ejecución y combinación de movimientos, desde acciones motrices repetitivas, estereotipias, fallas en la iniciación del movimiento, inmovilidad, ataxia, atonía muscular, bradiquinesia, espasmos musculares, etc. (Eigsti, 2013; Kappes, 2015; revisión de características motrices en el TEA en Donnellan, Hill, Leary, 2013; Rinehart et al., 2001 en Baranek, 2002); diferencias en la eficiencia para el control motriz, la generación y organización de series de acción y la coordinación simultánea de acciones con un propósito específico (Trevarthen y Delafield-Butt, 2013). Una actual revisión menciona la prevalencia de algunas de las características mencionadas, donde, se presenta hipotonía muscular en un 51% de la población con autismo, apraxia motriz en 34%, dificultades en intermitencia al caminar en 19% y demora del desarrollo motriz grueso en 9% (Gabis et al., 2020). Además, se estima que al menos 50-73% de la población con TEA presenta demoras significativas en el desarrollo sensoriomotriz en comparación con individuos de desarrollo típico de la misma edad (Gabis et al., 2020). Estas complicaciones en la preparación, planeación y/o implementación de movimientos motrices decrementan la efectividad para construir vínculos entre movimientos e información contextual, relacionándose ampliamente con el desarrollo de la comunicación verbal y no-verbal, ámbitos cruciales cuyas diferencias han sido reportadas en población con TEA particularmente en fenómenos como le ecolalia y el mutismo (Donnellan, et al., 2013).

Por otro lado, las respuestas sensoriales, auditivas, olfativas y orales han sido vinculadas con dificultades de integración multisensorial y sensoriomotriz –la conexión entre dominios

sensoriales y motores-, lo cual impacta en su exploración global del contexto que les rodea, como su repertorio de decisiones en torno a este y el mundo de significación que van creando a lo largo de la vida (Eigsti, 2013). Por ejemplo, expresan acciones como la auto-estimulación o búsqueda constante de estimulación sensorial, también denominada “stimming”, la cual ha sido considerada como una estrategia compensatoria para lidiar con las demandas ambientales y el tipo de vínculo que sostienen con el contexto de acuerdo con su auto-organización sensoriomotriz (Jespersen y He, 2015).

Conviene subrayar que las primeras señales reportadas por cuidadores principales en infantes con autismo son principalmente en torno a contingencias sensoriomotrices del ciclo de interacción intersubjetiva: Ausencia de mirada dirigida para coordinar la atención y atención conjunta a través del lenguaje protodeclarativo (i.e. apuntar, mostrar objetos a otra persona con tal de compartir la atención) (Ozonoff, Iosif, Baguio, Cook, Hill, Hutman y Young, 2010; Wetherby, Woods, Allen, Cleary, Dickinson y Lord, 2004). La expansión de indagación sobre las SMCs del ciclo de interacción en etapas tempranas (antes de los 24 meses de edad) para el diagnóstico primario de TEA podrían abrir un panorama más amplio y facilitar el pronóstico de los niños y niñas diagnosticados, así como el mejoramiento de su calidad de vida.

Los hallazgos anteriormente mencionados en torno a las diferencias sensoriomotrices, muestran formas particulares de organización de SMCs en distintas modalidades sensoriales, por lo cual, es posible que los individuos dentro del espectro autista presenten diferencias en la experiencia del contexto en el que habitan, ello, tomando en cuenta los principios de la Teoría Enactiva y la Aproximación Sensoriomotriz. Las diferencias sensoriomotrices reportadas y

observadas en individuos con TEA pueden causar un impacto significativo en su habilidad para relacionarse y participar activamente en interacciones sociales (Donnellan et al., 2013).

La visión enactiva de la cognición vislumbra lo anterior a través de su aporte conceptual acerca de la ontogenia de la intersubjetividad. La intersubjetividad se define como el conjunto de experiencias corporales presentes en la interacción con otros, involucrando resonancia corporal, ajuste y coordinación sensoriomotriz (i.e. en gestos, expresiones vocales, postura; Fuchs y De Jaegher, 2009).

En contraste con las teorías tradicionales que conciben la cognición social desde conceptos de simulación y mentalización individual con respecto a las acciones observadas, la visión enactiva, en conjunto con la Aproximación Sensoriomotriz, asumen que la socialización es un proceso interactivo con base en la organización corporal del organismo y sus acciones situadas. De esta manera, las habilidades de regulación y coordinación sensoriomotriz son cruciales para el desarrollo de la intersubjetividad y las interacciones sociales flexibles con base en los cambios que suceden en tiempo real (De Jaegher et al., 2017; De Jaegher, 2013).

En suma, el flujo de interacción entre agentes requiere de la actividad sincrónica y coordinada de los sistemas sensoriomotrices implicados, ya que se ponen en juego los ajustes coordinados de acciones en conexión con los movimientos de ambos, por tanto, es necesaria la organización rítmica de la percepción y la acción simultánea (Marsh et al., 2013). En consecuencia, cualquier inestabilidad en el sistema sensoriomotriz implicará diferencias en la forma en que los organismos interactúan y se desenvuelven en el mundo. Por ejemplo, Marsh y colaboradores (Marsh, Isenhower, Richardson, Helt, Verbalis, Schmidt, Hein, 2013) demostraron

que individuos con TEA muestran dificultades para sincronizar sus movimientos y coordinarlos con otros en tareas de balanceo rítmico para evaluar coordinación interpersonal. Los niños con TEA exhibieron patrones de coordinación sensoriomotriz más lentos en comparación con niños con desarrollo típico, además, los primeros desempeñaron balanceos más desfasados y asincrónicos con sus pares. Los autores consideran crucial el movimiento corporal, así como su sincronización en tiempo y espacio para conectar con el ambiente y con otros en situaciones sociales, por lo cual, cualquier deficiencia en la percepción y respuesta a los ritmos ambientales puede tener consecuencias críticas para el desarrollo de habilidades necesarias en los contextos sociales.

Otro paradigma desde la aproximación enactiva y sensoriomotriz fue realizada por Zapata-Fonseca y colegas (Zapata-Fonseca, Dotov, Fossion, Froese, Schilbach, Vogeley y Timmermans, 2019), quienes utilizaron un paradigma experimental de cruce perceptual donde participantes con autismo de alto funcionamiento interactuaban en pares con participantes controles en un espacio unidimensional virtual y circular a través de respuestas táctiles. Demostraron que los sujetos con TEA reflejan mayor inhibición e inflexibilidad de movimientos y preferencia por exploraciones más sistemáticas del ambiente virtual que por la interacción con el otro. Además, mostraron una mejor detección de contingencias sensoriales, utilizando una estrategia perceptual más objetiva. Estos hallazgos son consistentes la tendencia de los sujetos con TEA a evadir la interacción social recíproca y la preferencia por explorar el ambiente en su lugar.

Tomar en cuenta las diferencias en aspectos fundacionales del desarrollo de la cognición nos lleva a vislumbrar impactos fundamentales en la forma en que los sujetos organizan los esquemas sensoriomotrices con respecto a las acciones situadas en el ambiente y los estímulos que les rodean, generando, por ejemplo, en el caso del TEA, inflexibilidad en situaciones del día a día, poca respuesta a los otros o diferente saliencia a los estímulos sociales (De Jaegher, 2013). Las dificultades sensoriomotrices que presentan los individuos con autismo pueden tener un impacto significativo en los síntomas críticos de interacción social que comúnmente se reportan (Mari et al., 2003). En concreto, la socialización podría estar afectada de forma sustancial, ya que ésta necesita de la respuesta automática y del ajuste espontáneo ante estímulos no verbales concurrentes en la interacción social (i.e. mirada, gestos faciales, prosodia), por lo cual, se sugiere que las personas con TEA no capturan los ofrecimientos sociales -posibilidades de acción proveídas por otros- (Marsh et al., 2013) en situaciones típicas. Aunado a ello, las interacciones diádicas y triádicas requieren de la integración de regularidades sensoriales, motrices y afectivas (Fuchs, 2010), por lo cual, cualquier disrupción en estas, generará dificultades en habilidades de intersubjetividad primaria y secundaria, como es la atención conjunta, la cual, está reducida en sujetos de 24 a 31 meses de edad diagnosticados con TEA (Adamson, Bakeman, Suman y Robins, 2017). Por lo tanto, las diferencias sensoriales y de movimiento en el TEA tienen un impacto significativo en la habilidad de los individuos para relacionarse y participar activamente en relaciones sociales (Donnellan, Hill y Leary, 2013).

La Aproximación Sensoriomotriz ha sido más formalizada metodológicamente, por medio de la *Teoría de Sistemas Dinámicos del Desarrollo*, gestando paradigmas que evalúan la sensibilidad, el aprendizaje de regularidades sensoriomotrices y la actividad sensoriomotriz auto-

organizada en diferentes etapas del desarrollo (Jacquey et al., 2019; Nagai y Asada, 2015; Myowa-Yamakoshi y Takeshita, 2006; Thelen, Kelso y Fogel, 1987).

### *Teoría de Sistemas Dinámicos del Desarrollo*

La teoría de Sistemas Dinámicos ha aportado las herramientas conceptuales y metodológicas para comprender la forma en que el cuerpo afecta y es afectado por el mundo físico (Smith, 2006; Smith y Gasser, 2005). La psicóloga del desarrollo Esther Thelen (1941-2004), argumenta que el conocimiento es y se desarrolla a través de las acciones físicas en el mundo. Su propuesta es compatible con la Teoría Enactiva y de Cognición Encarnada, ya que Thelen partía de la premisa de que la cognición emerge de la interacción entre el agente y el ambiente como resultado de su actividad sensoriomotriz (Smith y Gasser, 2005). Se trata de la cognición incrustada, distribuida e inseparable del continuo percepción-acción (Smith, 2006).

La Teoría de Sistemas Dinámicos del Desarrollo considera a los organismos biológicos como sistemas complejos, multidimensionales y cooperativos, compuestos por subsistemas (Kamm, Thelen y Jensen, 1990). Ningún subsistema o elemento tiene prioridad lógica causal en la organización del comportamiento total del sistema. Esta teoría concibe al desarrollo como una propiedad emergente -*emergencia* definida como la aparición de comportamiento nuevo en los sistemas que componen al organismo a partir de su relación recíproca (Colombetti, 2014)- de interacciones entre sus componentes sensoriomotrices, concurrentes en tiempo real. Así, el desarrollo es la historia de actividad en un sistema dinámico, complejo y sensible al contexto que le rodea (Smith y Thelen, 2003). En esta historia de actividad, los cambios en la variabilidad de acciones en el organismo marcan las transiciones de desarrollo, entendido como el conjunto de

series de evolución y disolución de patrones sensoriomotrices dinámicos, en lugar de un camino inevitable hacia la madurez (Smith, 2006)<sup>8</sup>. Por lo tanto, un organismo en desarrollo típico manifestará actividad adaptativa en función de los cambios y demandas del ambiente (Smith y Thelen, 1996).

El primer supuesto de la aproximación dinámica es que los organismos en desarrollo son sistemas complejos, compuestos por elementos internos y abiertos a interactuar con el ambiente (Smith y Thelen, 2003). Estos sistemas complejos demuestran un comportamiento coherente auto-organizado; es decir, sin un agente ejecutivo que controle los *programas de acción* (contrario a las propuestas funcionalistas y modulares sobre la ejecución de acciones, como la teoría de funciones ejecutivas), en su lugar, la coherencia es generada por las relaciones emergentes entre los componentes orgánicos y su interacción constante con los límites y las oportunidades del ambiente (Smith y Thelen, 2003).

El ambiente perturba al sistema, alterando los parámetros que moldean el comportamiento del organismo -este punto se relaciona con la noción de equilibrio anteriormente descrita-. El sistema, a partir de dichas perturbaciones modifica los esquemas sensoriomotrices previamente establecidos, por lo tanto, el comportamiento surge en respuesta al estado actual, los ajustes de los parámetros y los cambios efectuados en el ambiente (Smith y

---

<sup>8</sup> En sistemas dinámicos, la visión del desarrollo de vida se describe como la evolución temporal de los organismos, en este caso, retomada también desde el *neuroconstructivismo*, donde, Annette Karmiloff-Smith propone el estudio de las *trayectorias del neurodesarrollo* con tal de asesorar los cambios progresivos o regresivos en la historia de los individuos, analizando cómo es que los componentes del sistema del organismo interactúan en diferentes tiempos a lo largo de la ontogénesis (Karmiloff-Smith, 2009). Por ejemplo, el proceso que fue vital en el Tiempo 1, puede no serlo en el Tiempo 5 o puede que haya una demora en el Tiempo 2 de la trayectoria.

Thelen, 2003; Thelen et al., 2001), que, a cambio, dependen de la historia del continuo entre percepción y acción. Por ejemplo, durante la intersubjetividad temprana, caracterizada por la señalización y la atención conjunta con gestos faciales y mirada dirigida entre madre e infante, se van desencadenando nuevas acciones como vocalizaciones y expresiones faciales más activas y diversas, creando patrones circulares, permitiendo el ajuste y el aprendizaje de acciones nuevas, extendiéndose a interacciones más complejas que incluyen componentes ambientales (i.e. significados sociales asociados a la acción; Smith, 2005; Smith y Thelen, 2003; Hendriks-Jansen, 1997).

Uno de los paradigmas que ilustra la premisa principal de la teoría es el estudio del alcance de objetos (*reach-to-grasp movement*) que involucra la direccionalidad pragmática efectuada por el organismo a la luz de cierta meta motriz. Este paradigma y en general, la acción situada que el organismo desarrolla se encuentra influenciada por las posibilidades y obstáculos que provee el ambiente (e.g. posición, distancia, tamaño de los objetos, etc.), las cuales guían a las acciones adecuadas para lograr la tarea en cuestión (Thompson, 2005). La acción situada involucra mecanismos perceptuales y motores (e.g. actividad efectuada en la musculatura de las extremidades, la apertura y cierre subsecuente de las manos sobre el objeto), así como la memoria sobre la localización del objetivo y la adecuada planeación motriz para una trayectoria en espacio-tiempo (Mari et al., 2003). Las dinámicas de dichos mecanismos constituyen el repertorio de decisiones que el organismo tomará para ejecutar la tarea (Thelen, Schöner, Scheler, Smith, 2001).



Como he mencionado a lo largo del presente, los procesos de acción motriz y de percepción no son divididos desde la teoría encarnada y de sistemas dinámicos, sino, que se tratan de un continuo dinámico, donde: (i) las acciones son planeadas en el espacio de parámetros de movimiento, (ii) los planes cambian bajo condiciones de continua influencia perceptual y (iii) el sistema sensoriomotriz implicado tiene una historia de aprendizaje con respecto a dichos parámetros de movimiento (Thelen et al., 2001).

Entre los paradigmas que estudian sistemas dinámicos del desarrollo en población con TEA, Morena Mari y colaboradores (Mari et al., 2003), demostraron en un grupo de 20 niños con diagnóstico de autismo, dos subconjuntos categorizados por el desempeño en una tarea de alcance y agarre de objetos. El primer grupo exhibió una mayor duración en movimientos, desaceleraciones prolongadas y amplitudes más lentas de velocidad en los brazos para estímulos más distantes y grandes. El segundo grupo presentó un desempeño superior en velocidad de movimiento en comparación con el grupo control. Los autores consideran que los patrones de motricidad gruesa y fina podrían ayudarnos a categorizar subconjuntos de fenotipos en el espectro autista y así asesorar eficazmente cada caso de acuerdo con las potencias y dificultades motrices que presenten. Por otro lado, Elizabeth Torres, María Brincker y colaboradores (2013a; 2013b; 2013c) han profundizado la investigación de la variabilidad sensoriomotriz en el TEA, estudiando las trayectorias estocásticas de micro-movimientos -definidos como fluctuaciones motrices no estacionarias inherentes a las acciones cotidianas- durante la señalización de objetos visuales y la señalización sin objetos dirigidos. Por ejemplo, en un estudio mostraron endofenotipos del TEA caracterizados por diferencias individuales en la velocidad del movimiento en tiempo real, con mayor aleatoriedad en comparación con niños de desarrollo típico y mayor

rigidez exploratoria, mostrando menor espontaneidad en su exploración global (Torres et al., 2013). De acuerdo con la teoría de sistemas dinámicos, el movimiento espontáneo crea nuevos retos y oportunidades de aprendizaje para el organismo en desarrollo (Thelen, Kelso, Fogel, 1987), generando nuevas contingencias para mayor exploración del ambiente, por lo cual, este hallazgo resulta interesante, ya que la rigidez de la conducta exploratoria en niños con TEA podría limitar sus oportunidades de asimilación de nuevos elementos en su esquema sensoriomotriz, obstaculizando su organización cognitiva.

A la luz de los hallazgos mencionados, la Teoría de Sistemas Dinámicos toma en cuenta cada instancia fundacional del desarrollo en términos de coordinación sensoriomotriz a lo largo de la historia de vida del organismo para la emergencia de acciones coherentes en la vida social e interactiva (Trevarthen y Delafield-Butt, 2013). Al dar énfasis en la historia de vida del organismo, las posibilidades y obstáculos del contexto en las manifestaciones de acción exploratoria (Donnellan, et al., 2013), podríamos ampliar nuestra comprensión de condiciones del neurodesarrollo. Necesitamos concepciones claras sobre la naturaleza sensoriomotriz y de exploración del ambiente en individuos dentro del espectro autista, las cuales pueden ser asesoradas a través de la aplicación de los conceptos que esta teoría provee. Los datos sobre diferencias y variaciones en la organización sensoriomotriz en el TEA confirman la importancia de su estudio.

### *Autismo: Diferente Comprensión del Mundo*

Una de las problemáticas latentes en el estudio de la cognición social ha sido incorporar los aspectos en apariencia más abstractos, como la *intersubjetividad*, con las características de

sistemas sensoriomotrices. La teoría encarnada y enactiva aterriza la interacción social en la *intercorporalidad* (Fuchs, 2017), la cual refiere a cómo es que la interacción induce resonancia corporal entre los participantes, tomando como punto de partida la teoría de sistemas dinámicos, donde la interacción es vista como el entrelazamiento dinámico entre sistemas autónomos (Froese y Fuchs, 2012). Esta resonancia corporal incluye aquellas sensaciones correspondientes a la actividad nerviosa autónoma (e.g. cambios en la respiración, aumento de frecuencia cardíaca, sudoración, sensaciones viscerales, etc.), de activación muscular y cinestésicas (e.g. cambios posturales, balanceos, etc.) (Fuchs y Koch, 2014). Con base en esto, la aproximación enactiva y encarnada hacia la *intersubjetividad*, está enfocada en reconocer a los participantes implicados como agentes encarnados que interactúan entre sí y con el mundo, no como espectadores pasivos que realizan inferencias abstractas de lo que el otro expresa conductualmente (Fuchs, 2011; Fuchs y De Jaegher, 2009). Entonces, la cognición social emerge de la interacción social encarnada, la intercorporalidad.

Entre los tres ciclos de *embodiment* o de incorporación corporal, el tercer ciclo que corresponde a la intersubjetividad vislumbra a la interacción como un fenómeno circular y dinámico (Fuchs, 2011). En este ciclo de interacción intersubjetiva entre sistemas autónomos surge otro sistema, producto del acoplamiento mutuo. Es decir, cuando dos organismos autónomos, adaptativos y creadores de sentido interactúan, generan otro sistema de significado resultante del vínculo. Este sistema resultante de la interacción tendrá su propia identidad como unidad; la interacción encarnada gana autonomía como sistema emergente (Tanaka, 2017). La interacción social puede involucrar diferentes valencias emocionales, con dos o más

participantes activos y en un amplio rango comunicativo, incluyendo acciones lingüísticas y no-verbales (De Jaegher y Di Paolo, 2007).

La intersubjetividad, es entonces el involucramiento significativo entre agentes (Reddy, 2008), caracterizado por: (i) la co-regulación y el acoplamiento que se afectan mutuamente, constituyendo un sistema de la dinámica relacional que sucede en ese momento y (ii) la autonomía de los agentes que no es destruida en dicho sistema relacional, -puede ser aumentada o reducida- (De Jaegher, 2013). Por ejemplo, durante una situación de atención conjunta, el infante de desarrollo típico señala un objeto externo, comparte con la cuidadora principal y ambos agentes, como sistemas autónomos, coordinando sus miradas hacia el mismo foco atencional, constituyen en conjunto un sistema propio de la relación establecida en esta atención compartida al objeto externo, manteniendo su propia organización como sistemas autónomos y adaptativos. Entre otros ejemplos estudiados de entrelazamiento y acoplamiento de la percepción-acción, se encuentran: Acoplamiento interpersonal en el balanceo conjunto y sincronizado entre pares (Richardson, Marsh, Isenhowe, Goodman y Schmidt, 2007); el juego entre pares (Español, Martínez, Bordoni, Camarasa y Carretero, 2014); coordinación interpersonal con acoplamiento neuronal a través de paradigmas interactivos de mirada y atención conjunta entre cuidadoras e infantes (Piazza, Hasenfratz, Hasson y Lew-Williams, 2020).

Así, al aterrizar una visión sobre psicopatologías de la intersubjetividad, la teoría enactiva se basa en la experiencia constituida desde los ciclos de sistemas sensoriomotrices, así como en la relación activa del agente con el mundo (Fuchs, 2009; Fuchs, 2011). Esta interacción será

afectada por las diferencias en ciclos continuos de resonancia corporal, modificando así las posibilidades de acción de los agentes involucrados.

Cuando un agente no logra planear o implementar movimientos corporales efectivamente, su eficiencia para construir interacciones con el medio cambia, es decir, tendrá una experiencia encarnada distinta. El movimiento corporal es fundamental para la interacción con el ambiente físico y social, por lo cual, las dificultades en la percepción, respuesta y capacidad rítmica sensoriomotriz con el ambiente pueden generar consecuencias en la habilidad general para la inmersión en contextos sociales (Marsh, Isenhower, Richardson, Helt, Verbalis, Schmidt y Fein, 2013).

Las problemáticas sensoriomotrices en el autismo podrían ser indicativas de dificultades aún más profundas en su conformación de interacciones sociales a lo largo de la vida. Aproximadamente el 83% de la población con TEA tiene demoras o dificultades en habilidades motrices (motricidad fina, gruesa, coordinación y agilidad) en comparación con población de desarrollo típico (Hilton, Zhang, Whilte, Klohr, et al., 2012). En este sentido, los estudios sobre características sensoriomotrices en población con TEA han demostrado: dificultades en la modulación de acciones motrices globales, -en su lugar, muestran secuencias aisladas completadas de forma independiente- (Fabbri-Destro, Cattaneo, Boria y Rizzolatti, 2009); mayor desbalance postural (Memari, Ghanouni, Gharibzadeh, Eghlidi, Ziaee y Moshayedi, 2013) -cabe destacar que el balance postural es crucial para las actividades exploratorias en la vida cotidiana- y dificultades para controlar la postura corporal (Chang, Wade, Stoffregen, Hsu y Pan, 2010; Minschew, Sung, Jones y Furman, 2004; Fournier, Kimberg, Radonovich, Tillman, Chow, Lewis, et

al., 2010); dificultades en la integración vestibular, somatosensorial y visual (Fournier et al., 2010; Minshew et al., 2004; Molloy, Dietrich y Bhattacharya, 2003). A partir de estos hallazgos se han sugerido múltiples teorías que conectan la organización sensoriomotriz con las dificultades sociales en personas con TEA. Caroline Whyatt y Cathy Craig proponen que el autismo se trata de una condición, donde, debido a la dificultad en el acoplamiento sensoriomotriz entre percepción-acción, presentan afecciones en aspectos espaciotemporales y de comunicación social (Whyatt y Craig, 2013). Paula Fitzpatrick y colaboradoras afirman que la coordinación motriz global es pre-requisito para la generación y mantenimiento de interacciones sociales (Fitzpatrick, Diorio, Richardson y Schmidt, 2017).

La mayoría de los estudios sobre características sensoriomotrices en el TEA se enfocan en la observación de estas propiedades de forma aislada. Los pocos estudios de sincronización, coordinación intercorporal e intersubjetiva han mostrado lo siguiente: Imposibilidad para coordinar balanceo rítmico espontáneo con cuidadoras principales en 11 niños preescolares con TEA en un paradigma de coordinación interpersonal (Marsh et al., 2013); en un paradigma de sincronización interpersonal donde se solicitaban acciones rítmicas simultáneas y coordinadas (e.g. aplaudir, marchar, mover las manos a cierto ritmo) con una persona evaluadora de forma conjunta, 24 niños de 5 a 12 años con diagnóstico de TEA mostraron mayor lentitud para sincronizar y completar sus movimientos de forma conjunta en comparación con niños de desarrollo típico (Kaur, Srinivasan y Bhat, 2018); en un estudio amplio con 45 niños de 6 a 10 años con diagnóstico de autismo, se utilizaron tareas de sincronización motriz interpersonal y se encontró que la sincronización motriz en la población con TEA varía de acuerdo con la severidad de sintomatología así como a los puntajes en evaluaciones de cognición social (Fitzpatrick,

Romero, Amaral, Duncan, Barnard, Richardson y Schmidt, 2017). En suma, en estudios sobre la experiencia vivida de personas adultas con TEA, refieren además de la hiper- o hiporreactividad táctil, auditiva y visual, dificultades en la ejecución y control de movimientos coordinados y combinados (e.g. dirigir la atención a una acción mientras, a la vez, caminan o suben escaleras), afirmando la necesidad de ejecutar cada acción de forma secuencial y separada; así como complicaciones para mantener una postura corporal erguida, para detectar señales propioceptivas (e.g. como no lograr identificar su cuerpo en el espacio en tiempo real), además, con respecto a la ejecución y mantenimiento rítmico de conversaciones, refieren a la dificultad para saber cómo y cuándo intervenir (Robledo, Donnellan y Strandt-Conroy, 2012).

Por otro lado, no hay evidencia concluyente sobre diferencias neuroanatómicas para las distinciones sensoriomotrices en el autismo, sin embargo, una de las diferencias más reportadas es a nivel cerebelar (el cerebelo se ha asociado con habilidades motrices, procedurales, declarativas y exploratorias), como diferencias en volumen y reducción en el conteo de células de Purkinje, estos hallazgos sobre reducción celular en el cerebelo han desatado hipótesis sobre la posible disminución de conectividad entre este sistema y el sistema cortical (Silver y Rapin, 2012; LaGasse y Hardy, 2013).

Teniendo en cuenta el panorama previsto, la filósofa enactiva Hanne De Jaegher (De Jaegher, 2013), propone que el TEA involucra una forma distinta de *crear-sentido del mundo* así como de incorporarse en el acoplamiento mutuo con otros agentes, esto a partir de las diferencias en la organización de componentes sensoriomotrices y su consecuente irrupción o modificación en cómo interactúan. Este último elemento lo caracteriza con base en la noción de

*Participatory sense-making* o crear-sentido de forma participativa, definido como el proceso de generación y transformación de significados a lo largo de la interacción entre agentes y la interacción en sí misma como proceso (Fuchs y De Jaegher, 2009). El concepto de *Participatory sense-making* nos ayuda a comprender cómo es que nos involucramos a través de la interacción con otros participantes y, además, cómo es que estas continuas interacciones modulan también nuestra perspectiva sobre el mundo, nuestra creación de sentido.

El crear-sentido de forma participativa es un fenómeno flexible, donde se negocian las regularidades del proceso de socialización, provistas por medio de las acciones corporales interpuestas entre participantes. Así, la socialización requiere de coordinación espaciotemporal -*coordinación* entendida como la correlación de actividad en dos o más sistemas acoplados a través de su interacción recíproca o hacia un mismo objeto- en constante cambio y en varias escalas de tiempo, a veces con disruptores externos (De Jaegher, Di Paolo y Gallagher, 2009). Los patrones de coordinación de acciones dentro de la interacción pueden cambiar el encuentro entre agentes, es decir, el posible mantenimiento o la interrupción de su sistema relacional estará influenciado por la sincronización que cada agente cognitivo establezca a través de su actividad (e.g. gestos, movimientos, prosodia, escucha, etc.), a su vez, por la misma interacción en sí. Aunado a ello, las habilidades sociales conllevan normas y prácticas socioculturales, que igualmente van siendo negociadas y reguladas en la misma interacción. La coordinación y asesoramiento temporal flexibles también han sido englobados en el concepto de “capacidad rítmica” (De Jaegher, 2006),



La propuesta enactiva y encarnada sobre el TEA resuena con lo ya propuesto antes por Linda Smith (Smith, 2005), quien argumenta que cada subsistema constitutivo de los organismos (i.e. subsistemas visual, auditivo, háptico, olfativo, propioceptivo, vestibular) provee perspectivas del mundo que en conjunto ayudarán a construir una experiencia multimodal integrada. Por lo tanto, cualquier disrupción en los componentes que conforman al organismo autónomo, constituirá una perspectiva del mundo distinta, de modo que, también impactará en su interacción con el ambiente. Tomando en cuenta que la intersubjetividad es un proceso de participación, donde, emergen patrones de coordinación intercorporal (De Jaegher, Di Paolo, 2007; Di Paolo y Thompson, 2007), también estas diferencias en la organización de componentes corporales constitutivos serán diferente en la intercorporalidad generada. Es posible que las personas con autismo creen un mundo de significados particular, desde su forma distintiva de asimilarlo de acuerdo con su organización sensoriomotriz y su misma experiencia a lo largo de la vida.

La creciente sensibilidad sobre la manera en que las personas con TEA utilizan sus cuerpos para moverse, expresar emociones, responder e interactuar con el mundo social y material que les rodea (Krueger, 2019), ha permitido que aproximaciones como las introducidas en el presente, nos ayuden a explorar el estudio de la experiencia en el TEA, un estudio más cercano a la interacción particular que desarrollan las personas en el espectro con base en su organización sensoriomotriz.

La cognición emerge de la interacción del organismo con el ambiente, como resultado de su actividad sensoriomotriz (Smith, 2005). El conocimiento involucra entonces procesos de

percepción y acción en tiempo real, tal como sucede en la conducta exploratoria, la cual involucra el descubrimiento de ajustes óptimos en las acciones ejecutadas en el ambiente (Gibson, 1988; Smith, 2005). Estudiar la actividad exploratoria y su vínculo con el desarrollo en términos de los cambios que el agente va implementando para ajustarse a los cambios ambientales a lo largo de su historia es crucial para el entendimiento de la cognición, la cual comienza justo, como actividad exploratoria (Gibson, 1988). Reconocer y estudiar la forma en que los sujetos con TEA exploran, actúan y comprenden el ambiente es crucial para acotar sus dificultades y potenciales, válidos para cualquier tipo de intervención que realicemos en el ámbito de la psicología.

El estudio de la actividad exploratoria en ambientes físicos más cercanos a lo que los organismos encuentran en la vida cotidiana, podría ser una vía para elucidar habilidades presentes en una condición tan heterogénea como es el TEA, así como su forma de comprender el mundo en el que habitan. Asimismo, aproximarnos de forma integrativa, abarcando lo cognitivo, social, histórico, experiencial, afectivo y la complejidad de sistemas internos es posible. En este sentido, la perspectiva enactiva y encarnada ayuda a comprender la socialización desde la coordinación rítmica entre agentes autónomos desde una visión no-reduccionista.

### *Conducta de Búsqueda*

La actividad exploratoria en niños podría ser abordada a través del estudio de la conducta de búsqueda, fenómeno de gran relevancia ecológica, presente en animales vertebrados e invertebrados (Rosetti, Pacheco-Cobos y Hudson, 2015).

La conducta de búsqueda se define como el movimiento activo y el desplazamiento de la totalidad del cuerpo para encontrar recursos bajo condiciones de incertidumbre (Rosetti, Ulloa,

Vargas-Vargas, Reyes-Zamorano, Palacios-Cruz, de la Peña, Larralde, Hudson, 2016). De acuerdo con Bell (1990) la búsqueda eficiente se caracteriza por los siguientes factores: (i) las características y habilidades perceptuales y locomotoras del organismo; (ii) los factores ambientales referentes a la disponibilidad de recursos en tiempo real y los riesgos para su obtención (i.e. competencia, obstáculos para la acción de búsqueda); (iii) los factores internos, como necesidades fisiológicas (i.e. hambre, sed).

La eficacia de búsqueda dependerá de la estrategia que el sujeto utilice de acuerdo con la distribución espaciotemporal de los recursos (Bell, 1990). Tal es el caso en situaciones donde los recursos se encuentran distribuidos en *parches*, definidos en la ecología de la conducta como unidades espaciales que contienen recursos generalmente agrupados (Hills, 2006; Bell, 1990). Dicha distribución local de recursos involucra un rango de toma de decisiones para el agente en torno a la disponibilidad de recursos y la exploración de todos los parches accesibles en el espacio (Bell, 1990). Uno de los modelos principales de búsqueda óptima en parches fue desarrollado por Eric L. Charnov (1976) a través del *Teorema de Valor Marginal*, donde, se asume que cuando el organismo encuentra recursos dentro de un parche, a la vez gasta tiempo y energía al viajar entre parches del espacio total, por lo cual, debe de tomar decisiones sobre qué parche visitar y cuándo abandonar cada parche. El modelo de Charnov indica que mientras el organismo se encuentra en un parche determinado, su tasa de colecta para dicho parche irá decreciendo conforme pase tiempo en dentro de éste.

Este fenómeno de gran relevancia ecológica ha sido estudiado por múltiples disciplinas, como la psicología, la biología y la antropología. Dichas investigaciones esclarecen que, la

conducta de búsqueda se encuentra durante etapas tempranas del desarrollo humano, formando parte de la vida en comunidad y de la transmisión sociocultural de conocimiento entre pares a través del juego y con adultos por medio de la imitación, la observación y la participación activa (Bird y Bird, 2018; Lew-Levy, Reckin, Lavi, Cristóbal-Azkarate, Ellis-Davies, 2017; Bird y Bird, 2002).

### *Validez Ecológica en el Estudio de la Conducta de Búsqueda*

Los paradigmas utilizados para estudiar habilidades cognitivas en trastornos del neurodesarrollo y otras psicopatologías han sido en mayoría lejanos a lo que los sujetos enfrentan día con día en términos de demandas energéticas y retroalimentación sensoriomotriz (Rosetti et al., 2017), en mayoría utilizando métodos donde el sujeto se encuentra en una relación pasiva con respecto a su ambiente. Las pruebas de búsqueda utilizadas tradicionalmente son: Key Search Test del Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome for Children (BADS-C), ejecutada en lápiz y papel, donde el participante tiene que dibujar una trayectoria de búsqueda de un punto a otro para encontrar sus llaves perdidas (Roy et al., 2015); la prueba de memoria de trabajo visuoespacial del Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB), donde, en una pantalla computarizada, el sujeto elabora una serie de estrategias de búsqueda de un objeto denominado “token” en un conjunto de cajas, el correcto desempeño en la prueba se caracteriza por no buscar en cajas previamente revisadas (Steele et al., 2007); la prueba de búsqueda a larga escala empleada por Elizabeth Pellicano et al. (2011), donde, en un arreglo de laboratorio compuesto por interruptores de luz, el participante tiene que encontrar en qué zona se encuentran mayoritariamente las luces de color rojo dado que el espacio se dividía en dos

distribuciones, una con menor probabilidad y otra con mayor probabilidad de encontrar el objetivo. Los paradigmas de búsqueda empleados en la investigación en psicología distan bastante de las implicaciones reales (i.e. costos energéticos) presentes en situaciones de forrajeo (Gilchrist, North y Hood, 2001).

La validez ecológica o validez externa, refiere a la relación entre el fenómeno del mundo real y su estudio en contextos experimentales, definida por Bronfenbrenner (1977 en Schmuckler, 2001) como el mantenimiento de la integridad de la situación real en un contexto experimental. Se han descrito dos dimensiones principales de validez ecológica (Schmuckler, 2001): (i) en la naturaleza del estímulo, (ii) en la naturaleza del contexto o de la configuración del experimento y (iii) en la naturaleza de la respuesta, conducta o tarea. La primera dimensión involucra los objetos que el participante del estudio encuentra en las configuraciones experimentales. En evaluaciones válidas ecológicamente, los objetos son similares a los que el organismo encuentra en su vida cotidiana. La segunda dimensión proviene de las condiciones tradicionales de artificialidad y aislamiento al que muchas situaciones experimentales son sujetas, por lo cual, no son representativas de los patrones contextuales que encontramos realmente. Por último, la tercera dimensión concibe la naturaleza de la respuesta en la tarea y su representatividad con respecto al organismo estudiado.

Rosetti y colaboradores (2015) desarrollaron un paradigma de conducta exploratoria de búsqueda cuyo propósito inicial fue emular el conjunto de toma de decisiones presentes en una situación de búsqueda real. La Prueba de Búsqueda de Pelotas (BSFT, Ball-Search Field Task) es una evaluación con mayor validez ecológica al involucrar al participante en un espacio a larga

escala, con retroalimentación sensorio-motriz incluyendo objetos tangibles (conos y pelotas de golf) y desplazamientos totales del cuerpo del participante. La BSFT ha sido utilizada en varias configuraciones, cada una con diferentes niveles de complejidad y aplicada en poblaciones de distintas edades (Maya, Rosetti, Pacheco-Cobos, Hudson, 2019; Rosetti, Ulloa, Palacios-Cruz, Hudson, de la Peña, F., 2018; Rosetti et al., 2017; Rosetti et al., 2016; Rosetti, Pacheco-Cobos, Hudson, 2015). En niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), se demostraron trayectorias subóptimas de búsqueda, donde, los participantes mostraban patrones de movimiento erráticos al visitar espacios ya explorados siendo menos eficientes (Rosetti et al., 2016), lo cual se relaciona ampliamente con los síntomas críticos de dicho trastorno del neurodesarrollo; además, los niños de desarrollo típico mostraron un incremento en eficiencia de búsqueda relacionado con la edad, así como trayectorias de búsqueda óptimas en términos de tiempo y distancia viajadas.

La configuración de la BSFT provee descripciones conductuales que reflejan los costos energéticos invertidos en la conducta de búsqueda (i.e. la distancia a viajar, la carga de recursos a lo largo de la trayectoria) y la eficiencia de colecta de recursos (Rosetti et al., 2016), así como la estrategia y desempeño del sujeto.

### *Conducta de Búsqueda en el Trastorno del Espectro Autista*

La mayoría de los paradigmas sobre conducta de búsqueda involucran la exploración en espacios bidimensionales. Por ejemplo, en un estudio guiado por Ariane Dowd y colegas (Dowd, McGinley, Taffe y Rinehart, 2012), se solicitó a 11 infantes de 3 a 7 años con diagnóstico de TEA navegar el espacio a través de la mirada, señalando objetivos bidimensionales con una mano y

dibujando a la vez trayectorias de un punto a otro. Los niños con TEA exploraron el espacio sin modificar sus patrones de actividad ante la presencia de distractores y presentando tiempos de preparación motriz más largos, mientras que los infantes de desarrollo típico demoraban al encontrarse con estímulos distractores en su trayectoria. Las autoras concluyeron que es probable que los infantes con TEA no consideraran las claves ambientales para modular sus movimientos debido a que la consideración de planes motores alternos (donde se presenten distractores) no estaba presente en su ejecución general.

Hasta ahora, el único paradigma de búsqueda a larga escala aplicado en población con TEA fue implementado por Elizabeth Pellicano y colaboradores (Pellicano, et al., 2011), con el propósito de evaluar habilidades de sistematización y búsqueda en 20 niños diagnosticados con TEA. En una habitación con 16 interruptores lumínicos verdes colocados en el suelo, los niños debían de accionarlos con tal de encontrar cuáles se iluminaban de color rojo al presionarlos. Examinaron si (i) los niños con TEA son sensibles a propiedades estadísticas en un ambiente de búsqueda a larga-escala, (ii) si demuestran patrones óptimos de búsqueda -definido en términos de minimización energética, estableciendo trayectorias cortas al objetivo- y si (iii) su conducta de búsqueda individual es consistente o sistemática entre ensayos. Sus resultados indicaron que el grupo de niños con TEA no demostró sensibilidad a la manipulación probabilística en comparación con niños de desarrollo típico. Además, no fueron óptimos ni sistemáticos en sus trayectorias de búsqueda, cometiendo mayor número de revisitas en comparación con el grupo de desarrollo típico y siendo menos repetitivos o constantes en sus trayectorias al ya haber aprendido la regla de distribución del objetivo en la tarea. Las autoras explicaron el

comportamiento exhibido por la población con TEA como la expresión de un patrón específico de conducta producto de un repertorio cognitivo limitado.

Este último estudio muestra la importancia del uso de metodologías más cercanas a lo que encuentran los organismos, en este caso, comprometiendo la navegación en espacios de larga escala, lo cual ha sido de gran ayuda para explicar las limitaciones de la Teoría de Sistematización, cuya premisa no es suficiente para explicar la conducta de búsqueda en niños con TEA. Es por ello que la evaluación de la conducta exploratoria de búsqueda es informativa en contextos más cercanos a lo que los niños encuentran en su vida cotidiana.

Además, el empleo de paradigmas más cercanos a la realidad es convergente con la creciente rama teórica enactiva y encarnada, que, como se mencionó en apartados previos, es una visión más interactiva de la cognición.

Utilizar paradigmas con mayor validez ecológica para el estudio de la exploración ambiental en sujetos con TEA nos permitiría aproximarnos de manera más realista a las limitantes y posibilidades de acción que presentan para explotar la información ambiental. Debido a esto, en el presente se propone estudiar la conducta de búsqueda en niños con TEA empleando la prueba válida ecológicamente BSFT.

### *Justificación*

El TEA es un conjunto de desórdenes del desarrollo que condiciona la vida cotidiana de niños y niñas a nivel mundial, que a su vez ha ido incrementando progresivamente en Latinoamérica y el Caribe (Sharpe y Baker, 2011; Fombonne et al., 2016). Los costos públicos,



sociales y comunitarios para la evaluación y tratamiento de sintomatologías críticas del autismo hacen que sea necesaria la implementación de métodos de evaluación más eficientes e integrativos para las necesidades y obstáculos cotidianos de las personas que viven con el diagnóstico de TEA.

Tomando en cuenta el marco teórico previo, la importancia del estudio interactivo de la forma en que niños con TEA exploran su alrededor es crucial para expandir nuestro entendimiento sobre este conjunto de desórdenes del neurodesarrollo, además de la inclusión de actividades que requieren de la actividad sensoriomotriz en un contexto más cercano a lo que encuentran en su día-día.

En este sentido, propongo el estudio de la actividad exploratoria a través del uso de paradigmas más válidos ecológica y biológicamente como es la prueba de búsqueda de pelotas BSFT, que incita a que los participantes generen estrategias de exploración en un espacio a larga escala, involucrando movilidad corporal, desplazamientos entre varios puntos y el establecimiento de trayectorias de búsqueda, además de ser una prueba con gran versatilidad experimental -permite evaluar diferentes habilidades en configuraciones varias- (Rosetti et al., 2016). Además, la prueba de búsqueda de pelotas BSFT puede ser una evaluación complementaria de bajo costo para su aplicación auxiliar para el análisis de los obstáculos y potencialidades en niños con trastornos del neurodesarrollo como el TEA.

En la presente investigación propongo la comparación de estrategia y desempeño de búsqueda en la prueba BSFT entre niños con diagnóstico de TEA y niños de desarrollo típico. Para futuras perspectivas, sería valioso comparar la actividad exploratoria en este paradigma con

poblaciones con otros trastornos del neurodesarrollo. En el presente utilizamos lo obtenido en la prueba de búsqueda de pelotas por niños de desarrollo típico como base inicial para comparar lo obtenido en niños con TEA.

Reconocer y estudiar la forma en que los participantes con diagnóstico de TEA exploran, actúan y comprenden el ambiente es crucial para acotar sus dificultades y potenciales, válidos para cualquier tipo de intervención que realicemos en el ámbito de la psicología.

### CAPITULO III. Metodología

#### *Pregunta de Investigación*

¿Tendrán los niños diagnosticados con TEA un desempeño y estrategia de conducta de búsqueda diferentes en comparación con los niños de desarrollo típico en la prueba de búsqueda de pelotas (BSFT)?

#### *Objetivos*

##### *Objetivo General*

Evaluar el desempeño y estrategia de búsqueda ejecutadas por niños con diagnóstico de TEA en la prueba BSFT en configuración de parches, con el fin de corroborar si la manera en que exploran el ambiente es distinta en comparación con niños con desarrollo típico.

##### *Objetivo Específico*

- Comparar el desempeño y estrategia de búsqueda de niños con diagnóstico de TEA en la prueba BSFT con la conducta de niños de desarrollo típico.

#### *Hipótesis*

### *Hipótesis General*

Los participantes con diagnóstico de TEA mostrarán diferencias en el desempeño y estrategia de búsqueda en la prueba BSFT en comparación con los niños de desarrollo típico.

### *Hipótesis Nula*

Los participantes con diagnóstico de TEA no mostrarán diferencias en el desempeño y estrategia de búsqueda en la prueba BSFT en comparación con los niños de desarrollo típico.

### *Variables*

#### *Variables de Respuesta*

- Desempeño en la prueba BSFT.
- Estrategia de búsqueda en la prueba BSFT.

#### *Variables Predictoras*

- Presencia o ausencia de diagnóstico de TEA.
- Edad.

### *Diseño de Investigación*

Investigación con diseño de dos grupos: grupo experimental y grupo control. Con muestras independientes, y de tipo transversal exploratoria.

### *Participantes*

#### *Grupo de niños con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista*

Se reclutaron 15 niños diagnosticados con TEA de alto funcionamiento en el centro de intervención clínica en trastornos del neurodesarrollo “Clínica de Autismo, CDMX” y en el centro pedagógico “Caritas de Amistad, A.C.”. De la muestra reclutada, 5 niños fueron excluidos ya que no cumplieron con los criterios de inclusión. Por tanto, las características finales de la muestra TEA fueron:  $n = 10$ , 9 de sexo masculino, 1 de sexo femenino, edad promedio =  $8.8 \pm 2.25$ .

A continuación, enlisto los criterios de inclusión para la muestra TEA: (i) diagnóstico inicial de TEA de alto funcionamiento realizado por un especialista en paidopsiquiatría; (ii) diagnóstico confirmatorio de TEA de alto funcionamiento utilizando Autism Diagnosis Interview-Reviewed (ADI-R) y Social Responsiveness Scale (SRS); (iii) percentil por arriba o igual a 20 en el Peabody Vocabulary Test – III con el propósito de asegurar que el participante tuviera una edad verbal correspondiente a los 6-11 años de edad ya que la prueba de búsqueda de pelotas fue estandarizada en este grupo de edad de acuerdo con aspectos motivacionales hacia actividades en espacios a larga escala o al aire libre, el entendimiento de la actividad como un juego con tal de minimizar la influencia de que sea considerada como una evaluación cognitiva y la presentación de habilidades espaciales en este periodo de la trayectoria de desarrollo (Rosetti, et al., 2010); (iv) disponibilidad de aproximadamente 2 horas para realizar las pruebas correspondientes.

Los criterios de exclusión fueron: (i) comorbilidad con discapacidad intelectual por diagnóstico clínico; (ii) dificultades sensoriales o motrices graves que pudiesen obstaculizar la ejecución de la tarea. Los criterios de eliminación fueron: (i) evaluaciones clínicas incompletas; (ii) abandono de la tarea por parte del participante.

### *Grupo de niños de Desarrollo Típico*

Los datos de la muestra de niños con Desarrollo Típico (DT) fueron tomados de otro estudio realizado por Ojeda-Yañez (2019) con el mismo arreglo de parches en un área a larga escala de 6 x 9 m<sup>2</sup>. Los participantes del grupo DT fueron reclutados en escuelas primarias locales. Las características de la muestra de Desarrollo Típico (DT) son las siguientes: n = 56; 26 niños de sexo masculino; 30 niñas de sexo femenino, edad promedio = 9.07, ± 1.43. En esta muestra se realizó el Cuestionario de capacidades y dificultades mentales de Goodman (SDQ por sus siglas en inglés; Goodman, 1997) con el propósito de descartar cualquier condición mental o del desarrollo que pudiese intervenir en la tarea. Los criterios de exclusión incluyeron: No entregar el consentimiento informado autorizado por las cuidadoras principales, así como el cuestionario de discapacidades y dificultades.

### *Contexto y Escenarios*

Los participantes de la muestra con diagnóstico de TEA fueron evaluados en dos contextos a larga escala en función de la disponibilidad de espacio de cada centro clínico/pedagógico donde fueron reclutados: 6 de ellos en un área a larga escala dentro de la clínica de intervención “Clínica de Autismo, CDMX”, 4 de ellos en un área a larga escala al aire libre ubicada en el centro pedagógico para niños autistas “Caritas de Amistad, A.C”.

### *Procedimiento*

#### *Instrumentos*

#### *Formato de Datos Sociodemográficos*

Formato diseñado para recabar las características sociodemográficas de la familia y el niño(a) con diagnóstico de TEA. Se incluyen edad, sexo, fecha de nacimiento, escolaridad del niño con diagnóstico de TEA, el lugar que ocupa entre hermanos; datos de la familia tales como edad actual, escolaridad actual de madre y padre biológicos, integrantes de la familia e ingreso socioeconómico mensual (formato disponible en el Apéndice 1).

#### *Test de Vocabulario PEABODY (PPVT-III)*

La prueba de Vocabulario PEABODY PPVT-III con baremos para población mexicana es una herramienta para evaluar la edad verbal de sujetos de entre 2 a 90 años y para la obtención de un coeficiente intelectual aproximado. En este instrumento, el vocabulario es definido como el conocimiento que tiene una persona sobre las palabras y su significado. Mide el vocabulario receptivo, involucrando palabras que son recibidas visual o fonéticamente, adquirido a través de la escucha o la lectura.

La PPVT-III consiste en la presentación de cuatro imágenes en una lámina, donde, mientras el examinador dice una palabra determinada, el examinado debe indicar cuál imagen representa mejor la palabra dicha por el examinador. Se cuenta con 4 ítems de ensayo y 192 ítems de prueba que van incrementando la dificultad. El tiempo de administración varía entre 10 y 15 minutos. La PPVT-III provee puntuaciones transformadas que suponen una estimación cuantitativa de la aptitud verbal, clasificadas en: Puntuaciones desviación y puntuaciones desarrollo (Dunn, Dunn y Arribas, 2010). Las puntuaciones que indican un Coeficiente Intelectual (CI) aproximado ( $\bar{x} = 100, \pm 15$ ), los percentiles y los eneatisos ( $\bar{x} = 5, \pm 2$ ) son puntuaciones desviación ya que nos informan sobre qué tan alejado se encuentra el resultado del individuo del

rendimiento medio de las personas de la misma edad cronológica con las que se tipificó - ajustados a la curva normal- la PPVT-III. Las tres puntuaciones desviación indican la misma información en distintas unidades de medida, lo que varía es el origen de la escala (Dunn, Dunn y Arribas, 2010). La edad equivalente traduce el rendimiento del individuo evaluado en términos de edad, situándolo en un punto de una curva evolutiva del vocabulario receptivo (Dunn, Dunn y Arribas, 2010).

### *Entrevista Diagnóstica de Autismo-Revisada (ADI-R)*

Se utilizó la Entrevista Diagnóstica-Revisada (ADI-R) para confirmar el diagnóstico de TEA y fue aplicado por personal clínico entrenado en el uso de la entrevista. La ADI-R (Rutter, Le Couteur y Lord, 2003) es una entrevista semi-estructurada para el diagnóstico de autismo en niños y adultos con edades mayores a 18 meses. Provee un algoritmo diagnóstico de TEA con base en los criterios del DSM-V y el ICD-10 (Kim y Lord, 2018).

La ADI-R permite evaluar aspectos de comunicación y socialización a partir de las respuestas de la madre, padre o tutor; requiere de un tiempo aproximado de 1.5 a 2.5 horas para su aplicación. La ADI-R provee puntuaciones para algoritmos de los tres principales dominios de la sintomatología del TEA a través de 93 ítems que exploran los siguientes rubros: a) trastornos cualitativos de la conducta social recíproca, b) retrasos en el desarrollo del lenguaje y c) conductas estereotipadas e intereses restringidos. Los ítems están desarrollados a partir de los criterios diagnósticos del DSM-V y el ICD-10.

Las preguntas realizadas a lo largo del ADI-R ahondan en aspectos relacionados con trastornos cualitativos de la conducta social recíproca, retrasos en el desarrollo del lenguaje y

conductas estereotipadas e intereses restringidos, generando 3 puntajes con respecto a la historia de vida del participante con TEA (Le Couteur, Lord, Rutter, 2006): (a) Alteraciones cualitativas de la interacción social recíproca, (b) alteraciones cualitativas de la comunicación, (c) patrones de conducta restringidos, repetitivos y (d) alteraciones en el desarrollo evidentes a los 36 meses o antes.

La ADI-R tiene una confiabilidad inter-evaluador de 0.75, los coeficientes de correlación intraclase para los tres dominios van de 0.93 a 0.97. La consistencia interna del dominio de conductas repetitivas es de 0.65, y de 0.84 y 0.95 para las áreas de evaluación social y lenguaje respectivamente (Lord, 1994).

#### *Escala de Sensibilidad Social (SRS-II)*

La SRS-II es una escala que mide los síntomas en sensibilidad social asociados al Trastorno del Espectro Autista en sujetos de 4 a 18 años. Está compuesto por 65 ítems en una escala de Likert de cuatro puntos (escala del 0 al 3) con el propósito de evaluar el grado de severidad de sintomatología del TEA. La SRS se obtiene a través del reporte de la madre, padre o cuidadora principal del niño. Involucra preguntas acerca del desenvolvimiento del niño en contextos sociales tomando en cuenta la observación directa actual y acumulada a lo largo de su historia del desarrollo (Constantino, 2013).

La SRS-II provee puntuaciones cuantitativas correspondientes a dos subescalas de sintomatología presente en el TEA: *Interacción y Comunicación Social* ( $\bar{x} = 28.6, \pm 20.2$ ; SCI, por sus siglas en inglés) y *Conductas Repetitivas e Intereses Restringidos* ( $\bar{x} = 5.0 \pm 5.7$ ; RRB, por sus siglas en inglés). Dichas subescalas se obtienen con base en 5 áreas del comportamiento divididas en las



siguientes categorías (Constantino y Gruber, 2017): (a) Consciencia Social (AWA), representa aspectos sensoriales del comportamiento social recíproco y de la habilidad para captar señales sociales; (b) Cognición Social (COG), representa los aspectos cognitivos de interpretación de señales sociales; (c) Comunicación Social (COM), representa la capacidad para interpretar expresiones motoras de la comunicación social; (d) Motivación Social (*MOT*), refiere a la motivación general para involucrarse en el comportamiento social interpersonal. Por último, el Índice de Comunicación Social (SCI) se obtiene a partir de la sumatoria de AWA, COG, COMM y MOT. Posterior a los totales crudos de cada subescala, la SRS provee una puntuación *T* estandarizada ( $\bar{x} = 50, \pm 10$ ) en función de las clasificaciones recabadas a nivel global de forma representativa, indicando el grado de dificultad en comunicación social presente en el individuo en cuestión (Constantino y Gruber, 2017). La puntuación *T* deriva de un rango de 30 a 90, desde el cual se establecen subdivisiones de rangos de severidad de dificultades sociales:

- *Dentro de los límites normales*  $T \leq 59$ : Indica que las conductas reportadas por el informante no son clínicamente significativas con respecto a los criterios diagnósticos del TEA.
- *Severidad Media*  $T$  60-65: Indica deficiencias clínicamente significativas en conductas asociadas a la reciprocidad social que pueden guiar a una interferencia media en las interacciones sociales de la vida cotidiana.
- *Severidad Moderada*  $T$  66-75: Las deficiencias en reciprocidad social son clínicamente significativas y afectan en gran medida las interacciones sociales diarias.

- *Alta Severidad  $T \geq 76$* : Esta puntuación indica que las dificultades en reciprocidad social son severas en términos clínicos y de interacción social diaria, además, se asocia con el diagnóstico clínico de TEA.

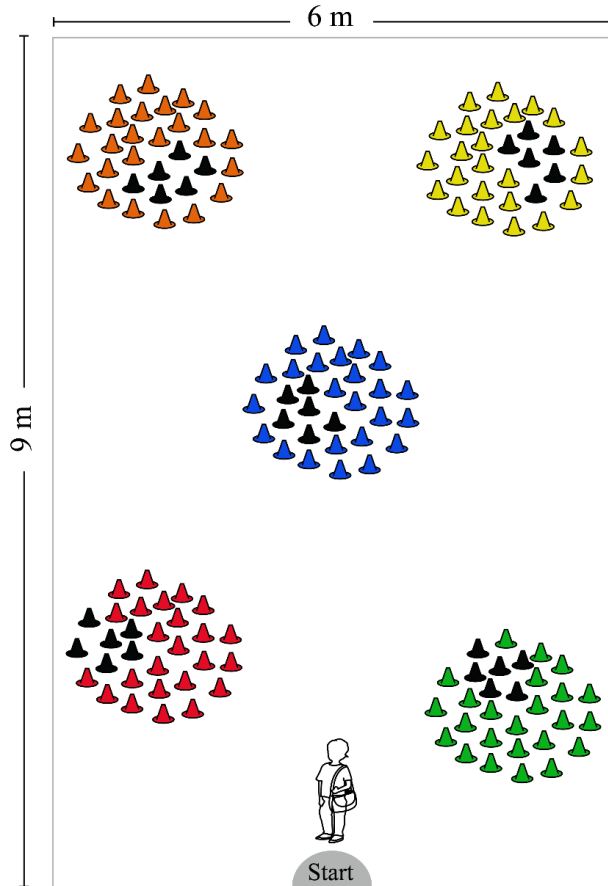
### *Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT*

La BSFT en su configuración de parches fue desarrollada por Rosetti y colegas (2015) con el fin de simular el rango de procesos cognoscitivos presentes en una situación de forrajeo. Implica mayores costos energéticos al requerir que el participante se mueva de un parche a otro, recolectando pelotas y que cargando con ellas a lo largo de la tarea. Implementada inicialmente con el propósito de crear un método que evaluara las propiedades conductuales y cognitivas presentes en una situación de forrajeo (Rosetti, Hudson y Pacheco-Cobos, 2015).

La prueba de búsqueda de pelotas está conformada por cinco parches, (definidos como áreas restringidas de espacio donde los recursos se encuentran limitados en una distribución particular) de 30 conos y 6 pelotas cada uno, siendo en total 150 conos y 50 pelotas en toda el área. Los recursos son pelotas de golf distribuidas en un orden del vecino más cercano, es decir, las pelotas se encuentran cercanas unas de otras, presentando un patrón agrupado. Cada parche está categorizado por color (rojo, amarillo, azul, naranja y verde) con tal de facilitar el registro de las conductas realizadas por los participantes y analizar su conducta a lo largo de la sucesión de parches. La distancia entre conos es de aproximadamente 10 a 12 cm. La distancia entre parches es de 2 a 3 m. La Figura 1 muestra las dimensiones de la prueba BSFT en parches.

### **Figura 1.**

*Prueba de búsqueda de pelotas en su configuración en parches.*



Nota: El patrón de distribución de las pelotas se observa en los conos oscuros, mientras que, los conos vacíos son representados como conos de colores. Se muestra un ejemplo de distribución por colores de cada parche a través de los círculos de fondo. El punto de inicio es marcado como "Start".

Los participantes deben de recolectar el mayor número de pelotas y colocarlas en una bolsa de tela. Durante la ejecución de la tarea, los participantes utilizaron un casco con una cámara portátil anexada (GoPro, Hero4). Los videos proveen un registro en primera persona de las conductas de búsqueda realizadas. La tarea finalizaba cuando el participante reportaba su desenlace.

### *Consideraciones Éticas*

El presente proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM como parte del proyecto del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) con la clave de registro IA202617.

### *Procedimiento de la BSFT en el grupo TEA*

Inicialmente, la madre, padre o cuidadora principal del participante firmaba un consentimiento informado. Posterior al consentimiento informado se realizaba la prueba PPVT-III para conocer la edad verbal y Coeficiente Intelectual (CI) aproximado del niño, y se proveía al adulto informante de la escala SRS para que la completara con base en la historia del desarrollo del niño. Si el participante cumplía con los criterios de inclusión, se procedía a la realización de la prueba BSFT y al ADI-R (éste último completado por el cuidador principal del participante y realizado por un especialista clínico capacitado para asesorar la ADI-R). Finalmente, el formato de datos sociodemográficos fue completado por vía telefónica.

El procedimiento utilizado para realizar la BSFT en la muestra de niños con diagnóstico de TEA, comenzaba en el punto de inicio (el mismo para todos los participantes), donde la investigadora señalaba los parches en el área a larga escala, preguntando al participante si podía verlos. Si la respuesta era afirmativa, se le indicaba lo siguiente (*verbatim*): *“Debajo de algunos conos hay pelotas como esta (mostrando un ejemplo con un cono y una pelota de golf debajo del primero). Debes de encontrar todas las pelotas y guardarlas en una bolsa. Sólo puedes levantar un cono a la vez y tienes que dejar el cono como lo encontraste”*. A petición de los participantes de la muestra TEA, se permitió la manipulación táctil de los modelos análogos mostrados previo

al comienzo de la tarea. Se le colocaba a cada participante un casco con una cámara adjunta en el frente. Tres participantes de la muestra TEA prefirieron no utilizar el casco, por lo cual, la experimentadora filmó sus conductas directamente con la cámara.

La configuración en parches incita a que el participante genere una estrategia de búsqueda estableciendo una trayectoria óptima para encontrar el patrón de distribución de las pelotas de golf en los parches (Ojeda-Yañez, 2019). Durante la prueba se registró la secuencia de parches de colores, la cantidad de pelotas encontradas y su correspondencia a cada parche.

La prueba finalizaba en cuanto el participante indicaba su desenlace al considerar haber encontrado todas las pelotas en los parches o cuando se acercaba al punto de inicio. En caso de que el participante tuviera preguntas a lo largo de la prueba, se le contestaba con respuestas previamente estructuradas, i.e. si el niño preguntaba “¿Puedo ir hacia este lugar?”, se le contestaba “Puedes hacerlo como tú quieras”.

No se aportaba información acerca del número de pelotas y conos presentes en el área a larga escala. Tampoco se explicitó un límite de tiempo para finalizar la prueba. No se comunicó ninguna pista acerca del patrón de distribución de las pelotas de golf en cada parche.

#### *Procedimiento de la BSFT en el grupo DT*

El procedimiento seguido para el grupo DT fue similar al empleado para los niños con diagnóstico de TEA. Sin embargo, la escala espacial de la configuración de la BSFT en parches difirió. La configuración de parches en la población con Desarrollo Típico fue de 9 x 6 m, mientras que las dimensiones espaciales utilizadas en el grupo con TEA fueron de 4 x 6 m, debido a que las

condiciones espaciales de ambos lugares donde se reclutaron los participantes eran más reducidas y no fue posible su desplazamiento a un área más grande. Este punto involucra diferencias en el consumo energético total de los participantes debido a las distancias recorridas en la totalidad del espacio, no obstante, dicha variable no fue considerada en el presente ya que las medidas obtenidas en la prueba BSFT son intra-parche. Las dimensiones intra-parche no difirieron entre grupos.

#### CAPITULO IV. Análisis de Datos

##### *Análisis Conductual*

Se utilizó el software Behavioral Observation Research Interactive Software (BORIS, Friard y Gamba, 2016) para codificar el desempeño y la estrategia de búsqueda. BORIS permite la codificación de información conductual en forma de etogramas (inventarios de patrones conductuales definidos) a lo largo de una secuencia temporal.

El desempeño de búsqueda es definido como la conducta global del participante en la BSFT a partir del número de conos revisados, el número de pelotas encontradas y el número de parches visitados. La estrategia de búsqueda es referida desde los movimientos realizados en cada parche, esto en términos de distancia entre conos revisados. Los elementos de información conductual codificados se describen en la Tabla 1:

##### **Tabla 1.**

*Descripción de conductas codificadas de la BSFT.*

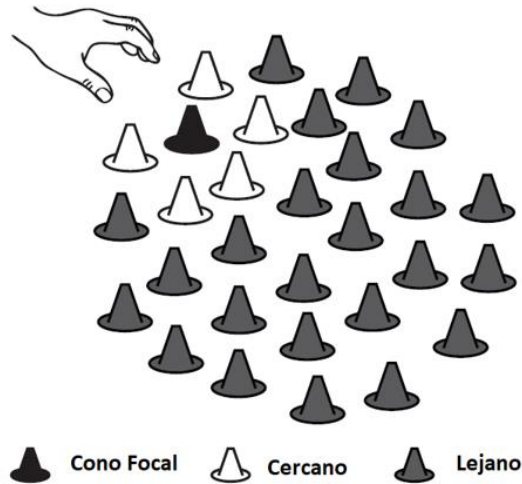
<b>Conducta</b>	<b>Descripción</b>
<b>DESEMPEÑO</b>	
<b>Cono</b>	Representa aquellos conos vacíos revisados en donde no se recolectó pelota.
<b>Encontrado</b>	Representa aquellos conos revisados donde se encontró y recolectó pelota.
<b>Parche</b>	Representa la permanencia en un parche determinado. Se codifica al llegar y al abandonar un parche. El punto de llegada es el momento en que el participante toca el primer cono revisado en el parche. El punto de abandono se define cuando el participante suelta el último cono revisado en el parche después del cual se desplaza a un parche diferente o de regreso al punto de inicio.
<b>Inicio</b>	Marca el tiempo en el que el participante inició la prueba.
<b>Fin</b>	Marca el tiempo en que el participante abandona el último parche y reporta la finalización de la prueba o se dirige al punto de inicio.
<b>ESTRATEGIA*</b>	
<b>Cercano</b>	El cono revisado está entre los conos más cercanos que rodean al cono previo. El participante no tuvo que brincar o atravesar un cono para llegar a él desde el cono previo.
<b>Medio</b>	El cono revisado está entre los segundos conos más cercanos que rodean al cono previo. El participante tuvo que brincar o atravesar un cono para llegar a él desde el cono previo.
<b>Lejano</b>	El cono revisado está después de los segundos conos más cercanos que rodean al cono previo. El participante tuvo que brincar o atravesar 2 o más conos para llegar a él desde el cono previo.
<b>Acomodo</b>	Representa aquellos conos que el participante acomodó, colocándolos en su posición inicial.
<b>Repetido</b>	Conos que el participante revisó previamente dentro del mismo parche, durante la misma estancia en el parche.
<b>Doble</b>	Representa la acción de levantar 2 conos al mismo tiempo en el parche.

\*Nota: Estos elementos sólo se codifican a partir del segundo cono revisado en un parche determinado, puesto que dependen del cono previamente revisado.

La Figura 2 muestra un ejemplo del criterio de distancia utilizado para codificar la conducta de búsqueda en términos de estrategia.

**Figura 2.**

*Estrategia de búsqueda en la prueba de búsqueda de pelotas BSFT.*



Nota: A partir del cono focal, marcado en negro, se establece si los conos sucesivos revisados son cercanos (en blanco) o lejanos (en gris).

### *Descriptorios conductuales de la Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT*

El desempeño en la BSFT en configuración de parches se puede cuantificar mediante descriptorios conductuales a partir de las conductas realizadas por el participante. La Tabla 2 muestra los descriptorios y su definición.

**Tabla 2.**

*Descriptorios de la Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT (Rosetti et al., 2018).*

<b>Descriptor</b>	<b>Definición</b>
<i>Total de conos revisados</i>	Número total de conos levantados de cada uno de los parches durante la tarea.
<i>Total de pelotas encontradas</i>	Número total de pelotas recolectadas durante la tarea.
<i>Total de parches visitados</i>	Número total de parches visitados. Los participantes podían regresar a parches previamente visitados tantas veces como quisieran.
<i>Tasa de colecta</i>	Indicador de eficiencia total de búsqueda. Representa el número total de pelotas recolectadas dividido entre el número de conos levantados (6/30, indicando el agotamiento del parche). Si la tasa de colecta va por encima del agotamiento del parche, se denota que el participante



	encontró un número de pelotas cercano al total levantando menos conos (i.e. $6/15 = 0.4$ ).
<i>Pendiente de tasa de colecta</i>	Representa la pendiente que describe la relación lineal entre la tasa de colecta y la sucesión de parches visitados.
<i>Promedio de conos levantados después de la última colecta</i>	Número de conos levantados después de que la última colecta ha sido realizada en el parche. Se define la última colecta como la última pelota recolectada por el participante en determinado parche. Este descriptor es indicativo de estimación cuantitativa, dando cuenta de si el participante fue capaz de detectar la cantidad total de pelotas en cada parche y abandonarlo de manera eficiente al encontrar el número esperado.
<i>Probabilidad de levantar cono cercano después de colecta</i>	La probabilidad (porcentaje de decisiones de este tipo fuera del total de decisiones realizadas por el participante) de seleccionar uno de los conos más cercanos después de haber encontrado y recolectado una pelota (ver Figura 2).
<i>Probabilidad de levantar cono cercano después de cono vacío</i>	La probabilidad (porcentaje de decisiones de este tipo fuera del total de decisiones realizadas por el participante) de levantar uno de los conos más cercanos después de un cono vacío.

Dados los descriptores anteriormente definidos, la eficiencia de búsqueda en la BSFT se define con base en los siguientes criterios:

- (a) El número total de parches visitados deben de ser cinco, lo que involucra que el participante no revisitó, ni omitió ningún parche. Un número menor de parches implica que no haber recolectado el número total de pelotas, mientras que un número mayor implica que el retorno a un parche previamente visitado, con la consecuencia de buscar en un parche con menos pelotas y un número igual de conos.
- (b) Una tasa de colecta (número de pelotas encontradas entre número de conos levantados) mayor al agotamiento del parche (6 pelotas entre 30 conos, equivalente a .2).

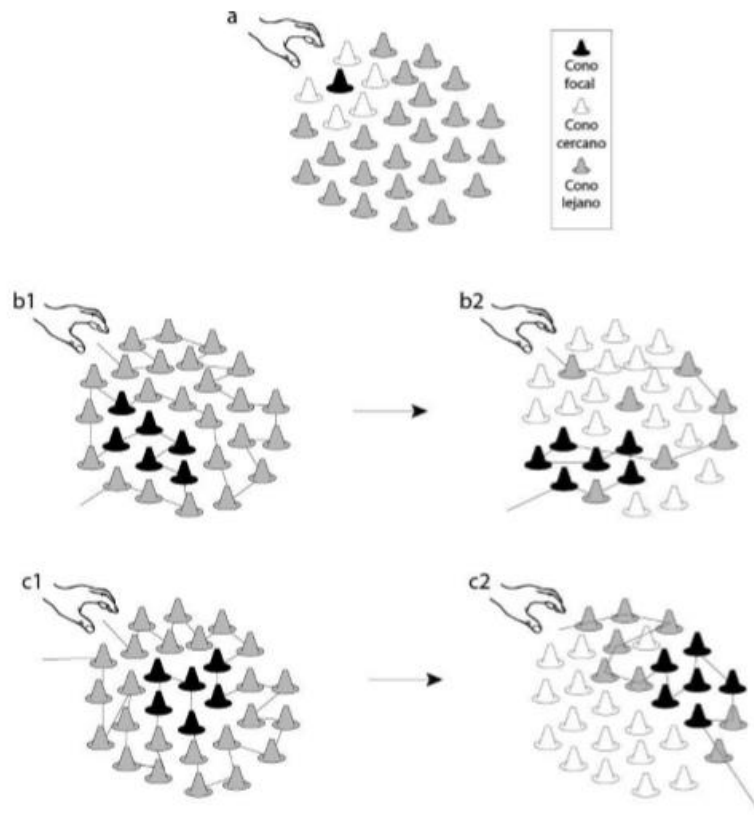
(c) Una pendiente positiva de tasa de colecta, la cual sugiere que el participante fue más eficiente conforme avanzó visitando parches sucesivos.

(d) El menor número de conos levantados después de la última colecta, sugiriendo que el participante adquirió información acerca de la disponibilidad limitada de pelotas en cada parche.

(e) Una mayor probabilidad de levantar un cono cercano después de encontrar una pelota, indicativo de que el participante extrajo información sobre la distribución de pelotas y su comportamiento reflejó la expectativa de encontrar recursos agrupados.

**Figura 3.**

*Análisis de estrategias de la conducta de búsqueda.*



Nota: (a) Se analizó la estrategia en cada parche para observar si la manera en que los participantes exploraban se modificaba a lo largo del ensayo al ir levantando conos sucesivamente; (b1) al levantar conos lejanos después de un cono vacío; (b2) se observó si los participantes –tras agotar los primeros parches- (c1) detectar el arreglo agrupado de pelotas o el número total de pelotas disponibles y abandonar el parche de manera eficiente.

### *Análisis Estadístico*

Los análisis estadísticos y la visualización en gráficos fueron realizados utilizando el software R Studio (R Project, 2018). Se utilizó el método de evaluación de hipótesis comparativa de Factor de Bayes computado con el radio de densidad de Savage-Dickey (Mourey, Rouder, Pratte y Speckman, 2011) en el software JAGS versión 4.3.0 (Just Another Gibbs Sampler) para análisis de modelos Bayesianos con el algoritmo de Gibbs para muestreo aleatorio de cadenas de Markov (Monte Carlo Markov Chains, MCMC por sus siglas en inglés; Rouder, Speckman, Sun y Mourey, 2011).

### *Comparación del desempeño en la BSFT entre muestras: Factor de Bayes*

Se utilizó el Factor de Bayes ya que permite una cuantificación más precisa y flexible, siendo útil para el análisis de hipótesis en grupos no pareados como los presentes en esta investigación (Lee y Wagenmakers, 2014). El Factor de Bayes permite evaluar la hipótesis alterna, no sólo la hipótesis nula -en contraste con otros métodos de evaluación de hipótesis como el valor p de significancia- dando una estimación más clara del peso de la evidencia de los datos observados (Jarosz y Wiley, 2014).

El método de Bayes compara las probabilidades de los datos observados en la hipótesis nula y en la hipótesis alterna cuantificando la incertidumbre o grado de creencia. Utiliza los datos

observados para actualizar la información previa (prior) o las creencias iniciales para luego convertirla en información posterior (Lee y Wagenmakers, 2014). El principio general del Teorema de Bayes es que ante los datos observados se actualice la información *prior*; es decir, la incertidumbre expresada en una distribución de probabilidad, descrita formalmente de la siguiente manera:

$$p(\vartheta | D) = p(D | \vartheta) p(\vartheta) / p(D)$$

ó

$$\text{posterior} = \text{probabilidad de } D \text{ en la hipótesis } \vartheta \times \text{prior} / \text{probabilidad marginal}$$

Donde  $\vartheta$  es aquello que se quiere estimar;  $p(\vartheta)$  es la distribución a priori;  $p(\vartheta | D)$  es la distribución posterior dados los datos observados sobre el desempeño o la estrategia de búsqueda, actualizando el conocimiento sobre  $\vartheta$ , es decir, expresa la incertidumbre sobre el valor  $\vartheta$  cuantificando la probabilidad relativa de que cada valor posible es verdadero;  $p(D)$  es la evidencia observada.

El Factor de Bayes (BF) se define como el resultado cuantitativo de la comparación del desempeño predictivo de un modelo  $M_1$  en comparación con otro modelo  $M_2$ . Formalmente es descrito de la siguiente manera:

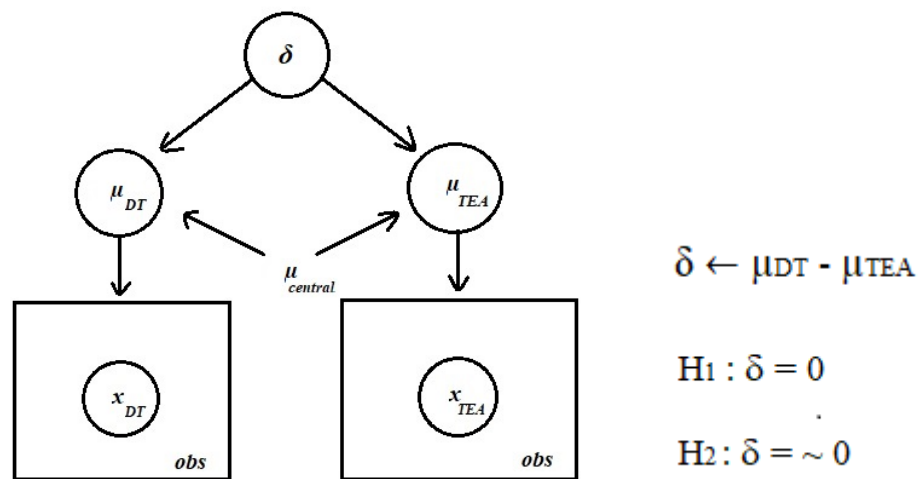
$$BF = p(D | M_1) / p(D | M_2)$$

Dividiendo las probabilidades marginales se comparan las funciones predictivas de un modelo sobre otro, por tanto, el Factor de Bayes indica hasta qué grado  $M_1$  apoya los datos observados por sobre  $M_2$ . Cada modelo representa diferentes hipótesis. Con el propósito de

buscar diferencias entre medias de ambos grupos en cada variable de desempeño de la prueba BSFT, se utilizó el Factor de Bayes respecto de la plausibilidad de dos hipótesis: (1) la diferencia entre medias del grupo TEA y el grupo DT es igual a 0 antes –prior-, (2) la diferencia entre medias es igual a 0 después de tomar en cuenta las observaciones de la evidencia –posterior-. La razón entre ambas probabilidades es el Factor de Bayes y cuantifica la plausibilidad de ambas hipótesis. A continuación, muestro un modelo gráfico a partir del cual se elaboró el modelo de análisis Bayesiano (Figura 4):

**Figura 4.**

*Modelo gráfico para comparación de desempeño en la prueba de búsqueda de pelotas entre el grupo TEA y el grupo DT con Factor de Bayes.*



Nota: El nodo  $\delta$  indica la diferencia absoluta entre medias de ambos grupos:  $\mu_{DT} - \mu_{TEA}$ .  $\mu_{central}$  indica el punto medio que se encuentra en la diferencia entre medias ( $\delta$ ). Los rectángulos representan la evidencia observada en ambas muestras, donde, los nodos  $x_{DT}$  y  $x_{TEA}$  representan las medias de cada grupo dada la evidencia observada en la BSFT en su configuración en parches. Las hipótesis evaluadas por el Factor de Bayes se denotan como  $H_1: \delta = 0$  y  $H_2: \delta = \sim 0$

Se compararon los descriptores de desempeño de la BSFT en su configuración en parches en ambos grupos: TEA (n=10) y DT (n=56) utilizando el Factor de Bayes, método para cuantificar evidencia estadística comparando qué tan probable es la diferencia estadística entre medias dada la evidencia de dos muestras, en este caso TEA y DT.

Como variable emergente surgió la probabilidad de abandonar el parche en función de cierto tamaño de colecta. Esta variable es posible indicador indirecto de estimación cuantitativa. La probabilidad de abandonar el parche en función de cierta estimación cuantitativa fue obtenida dividiendo el número de abandonos por parche entre el total de pelotas recolectadas. Esta variable fue resultado del conteo del número de abandonos totales correspondientes a cada parche y el conteo de abandonos después de todas las posibles colectas por parche (de 0 a 6 pelotas) en ambas muestras.

## CAPITULO V. Resultados

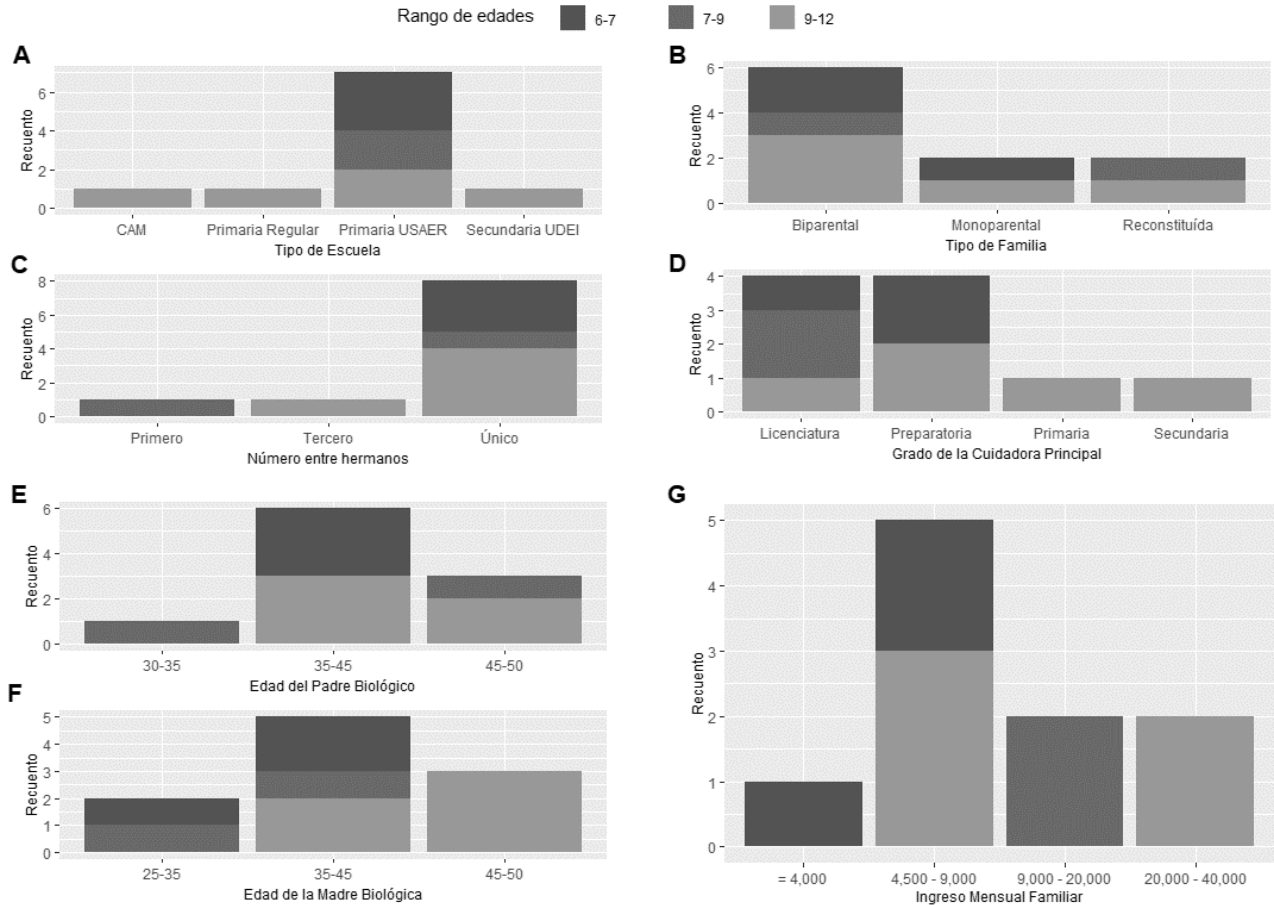
### *Características del grupo TEA*

A continuación, se muestran las características del grupo con diagnóstico de TEA: los datos sociodemográficos con respecto a las características de los niños del grupo TEA y sus familiares (Figura 5); los resultados de las pruebas diagnósticas y de severidad ADI-R y SRS-II (Tabla 3 y 4); la prueba de vocabulario receptivo PPVT-III (Tabla 5).

En primera instancia, a partir del formato de características sociodemográficas (ver Material Suplementario – A1), se obtuvo que el 90% del grupo TEA estuvo conformado por niños del sexo masculino. La persona referida como cuidadora principal en la totalidad del grupo TEA fue la madre biológica de cada uno de los participantes.

**Figura 5.**

*Datos Sociodemográficos del grupo TEA.*



Nota: Gráficos de barras que muestran el recuento de participantes del grupo TEA por característica sociodemográfica: (A) Tipo de Escuela a la que asisten los participantes: Centro de Atención Múltiple (CAM), Primaria Regular, Primaria Regular con apoyo, Secundaria con apoyo de Unidad de Educación Especial Intensiva (UDEI); (B) Tipo de familia: monoparental, biparental o reconstituida; (C) Número entre hermanos; (D) Grado de la cuidadora principal; (E) Edad del padre biológico; (F) Edad de la madre biológica; (G) Ingreso Mensual Familiar con base el esquema de valores de nivel socioeconómico de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI, 2018).

**Tabla 3.***Escala de Sensibilidad Social (SRS-II) en el grupo TEA.*

Participante	Edad (años, meses)	ESCALA DE SENSIBILIDAD SOCIAL*						SRS Total
		AWA	COG	COM	MOT	SCI	RRB	
<b>1</b>	6,4	8 (57)	20 (76)	27 (69)	8 (55)	63 (67)	17 (71)	80 (68)
<b>2</b>	11,4	8 (57)	14 (65)	22 (62)	22 (62)	66 (69)	16 (69)	82 (69)
<b>3</b>	8	20 (>90)	24 (83)	39 (81)	14 (67)	97 (84)	30 (>90)	<b>127 (87)</b>
<b>4</b>	6,6	16 (82)	25 (85)	40 (82)	22 (83)	103 (87)	27 (89)	<b>130 (88)</b>
<b>5</b>	11,3	14 (76)	19 (74)	26 (67)	13 (64)	72 (71)	19 (75)	91 (73)
<b>6</b>	11,1	11 (67)	19 (74)	49 (>90)	21 (81)	100 (85)	28 (90)	<b>128 (87)</b>
<b>7</b>	10,5	11 (67)	23 (81)	37 (79)	17 (73)	88 (79)	23 (82)	<b>111 (81)</b>
<b>8</b>	8,3	9 (60)	17 (70)	17 (57)	17 (73)	60 (66)	24 (83)	84 (70)
<b>9</b>	9	18 (89)	19 (74)	23 (63)	13 (64)	73 (72)	22 (80)	95 (74)
<b>10</b>	6,7	11 (67)	23 (84)	30 (74)	14 (69)	78 (78)	18 (78)	<b>96 (78)</b>

\*Puntuaciones totales de cada subescala del SRS-II (puntuación T).

En negritas se señalan los puntajes del SRS correspondientes a un alto nivel de severidad en la sintomatología de TEA.

**Tabla 4.***Entrevista Diagnóstica de Autismo-Revisada (ADI-R) en el grupo TEA.*

Participante	Edad (años, meses)	ENTREVISTA DIAGNÓSTICA DE AUTISMO-REVISADA**			
		Puntaje A	Puntaje B	Puntaje C	Puntaje D
<b>1</b>	6,4	18 (10)	15 (8)	4 (3)	4 (1)
<b>2</b>	11,4	20 (10)	11 (8)	4 (3)	4 (1)
<b>3</b>	8	18 (10)	14 (8)	4 (3)	3 (1)
<b>4</b>	6,6	26 (10)	18 (8)	6 (3)	4 (1)
<b>5</b>	11,3	27 (10)	20 (8)	2 (3)	5 (1)
<b>6</b>	11,1	17 (10)	12 (8)	4 (3)	5 (1)
<b>7</b>	10,5	20 (10)	19 (8)	6 (3)	4 (1)
<b>8</b>	8,3	27 (10)	23 (8)	7 (3)	3 (1)
<b>9</b>	9	25 (10)	22 (8)	4 (3)	3 (1)
<b>10</b>	6,7	18 (10)	19 (8)	7 (3)	4 (1)

\*\*Cada puntaje se presenta de la siguiente forma: Puntuación total (punto de corte).



**Tabla 5.***Prueba de Vocabulario PPVT-III en el grupo TEA.*

<b>Participante</b>	<b>Edad cronológica</b> (años,meses)	<b>Puntuación directa</b>	<b>Percentil</b>	<b>Eneatipo</b>	<b>Edad equivalente</b> (años, meses)	<b>CI</b>
<b>1</b>	6,4	71	50	5	6,6	100
<b>2</b>	11,4	111	21	3	9,9	88
<b>3</b>	8	104	61	6	8,5	104
<b>4</b>	6,6	63	20	4	5,8	90
<b>5</b>	11,3	133	55	5	11,9	102
<b>6</b>	11,1	124	50	5	10,11	100
<b>7</b>	10,5	73	25	4	6,8	90
<b>8</b>	8,3	108	61	6	9,4	104
<b>9</b>	9	111	73	6	9,9	109
<b>10</b>	6,7	70	42	5	6,5	97
<b>MEDIA (D.E.)</b>	8,97 (2.03)	96.8 (25.21)	45.8 (18.40)	4.9 (0.99)	8.5 (2.01)	98.4 (7.02)

*Características del grupo DT*

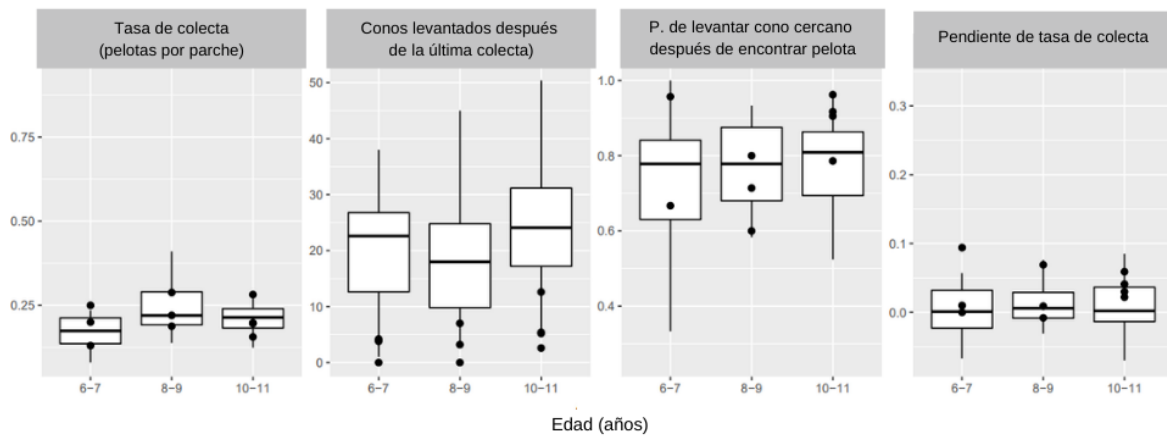
No se obtuvo CI aproximado o edad verbal ya que los centros escolares donde fueron reclutados los participantes de desarrollo típico no lo permitieron. Se realizó el Cuestionario de capacidades y dificultades mentales de Goodman (SDQ por sus siglas en inglés; Goodman, 1997) con el propósito de descartar cualquier condición mental o del desarrollo que pudiese intervenir en la tarea. La prueba SDQ mostró que el 5% de los niños del grupo DT obtuvieron puntajes que sugieren la presencia de síntomas de inatención e hiperactividad.

## Desempeño general en la BSFT: grupo TEA y grupo DT

Con el propósito de observar las distribuciones de los principales descriptores de desempeño en la prueba BSFT en ambas muestras. A continuación, se muestran los descriptores de la BSFT en ambos grupos TEA y DT (ver Figura 6).

**Figura 6.**

*Comparación de descriptores principales de la prueba de búsqueda de pelotas BSFT en su configuración en parches por edades: TEA y DT.*



Nota: Se muestran gráficos de caja y bigotes mostrando los principales descriptores de desempeño de búsqueda: tasa de colecta, promedio de conos revisados después de la última colecta, probabilidad de levantar cono después de encontrar pelota y pendiente de tasa de colecta. El rango intercuartil se muestra en los lados más largos de las cajas. Las cajas corresponden a los participantes de Desarrollo Típico, mientras que los puntos oscuros corresponden al grupo TEA. Cada caja está dividida por una línea horizontal que indica dónde se posiciona la mediana y su relación con los cuartiles correspondientes al percentil 25 y 75 respectivamente.

*Comparación del desempeño en la BSFT con Factor de Bayes para los grupos TEA y DT.*

Los valores a continuación corresponden al primer modelo para comparar medias de TEA y DT para los descriptores de desempeño, se asumió que ambas  $\mu$  prior tenían una distribución normal partiendo de la creencia de que ambos modelos son igualmente plausibles. Después de definir las distribuciones prior, se contrastan con la evidencia observada y se transforma a las distribuciones posteriores, actualizando la información conforme se añade evidencia. Con base en la distribución posterior y el resultado obtenido a partir del Factor de Bayes, podemos concluir si la evidencia es fuerte o débil en tanto a la diferencia entre medias. La Tabla 6 muestra los descriptores en términos de medias y desviaciones estándar de ambos grupos, así como el Factor de Bayes para cada uno para establecer la fuerza de la evidencia de acuerdo con el esquema de clasificación de Sandra Andraszewicz (Andraszewicz, Scheibehenne, Rieskamp, Grasman, Verhagen y Wagenmakers, 2015) donde, si el BF es  $\geq 1.5$ , la evidencia indica medias iguales, mientras que si el BF es  $\leq 0$  la evidencia indica medias diferentes.

**Tabla 6.**

*Comparación de los descriptores de la BSFT en su configuración en parches por categoría utilizando el Factor de Bayes: TEA y DT.*

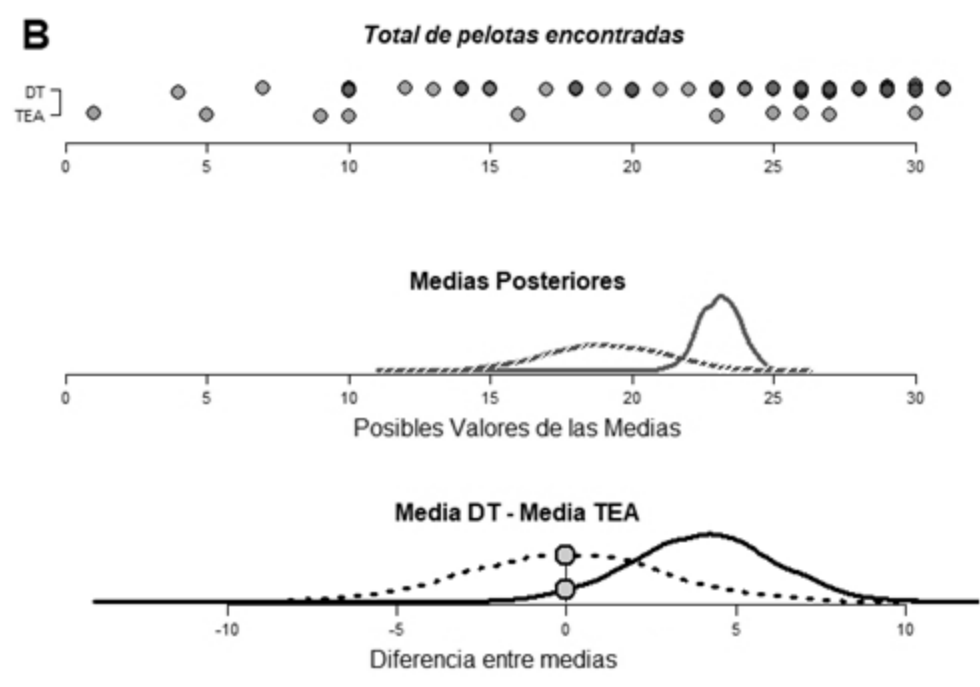
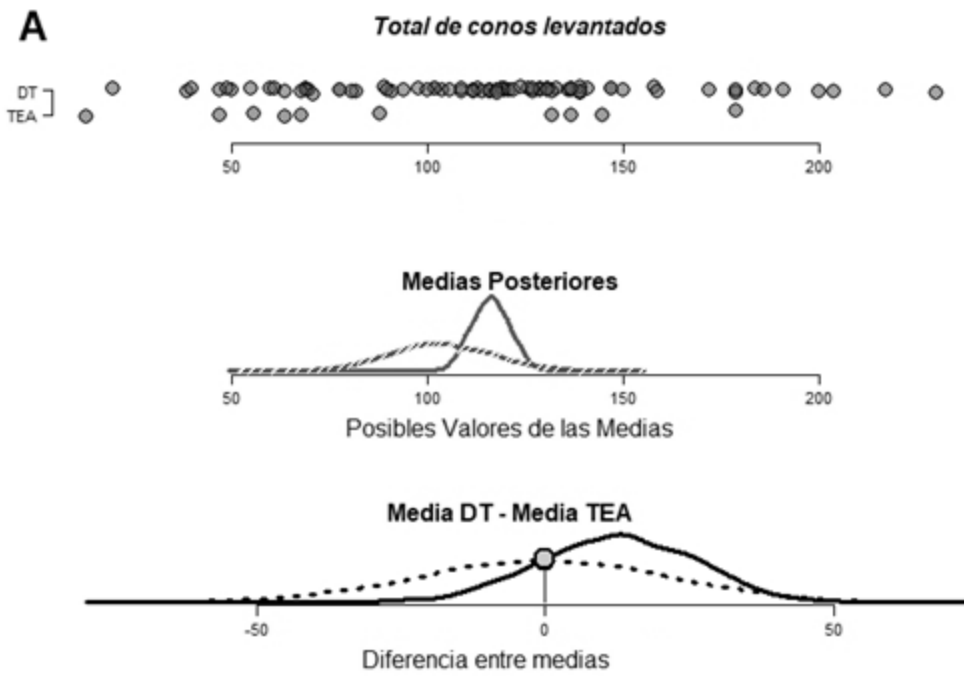
<b>Descriptor de la prueba BSFT</b>	<b>TEA (N=10)</b>	<b>DT (N=56)</b>	<b>Factor de Bayes (BF)</b>	<b>EVIDENCIA</b>
<i>Total de conos revisados</i>	$\bar{x} = 92.9,$ $\pm 49.93$	$\bar{x} = 116.58,$ $\pm 42.96$	1.02	Evidencia ambigua
<b>Total de pelotas recolectadas</b>	<b><math>\bar{x} = 17.2,</math> <b><math>\pm 9.81</math></b></b>	<b><math>\bar{x} = 23.51,</math> <b><math>\pm 6.36</math></b></b>	<b>0.22</b>	<b>Medias diferentes</b>
<i>Total de parches visitados</i>	$\bar{x} = 7.5,$ $\pm 5.9$	$\bar{x} = 5.78,$ $\pm 2.99$	0.51	Evidencia ambigua

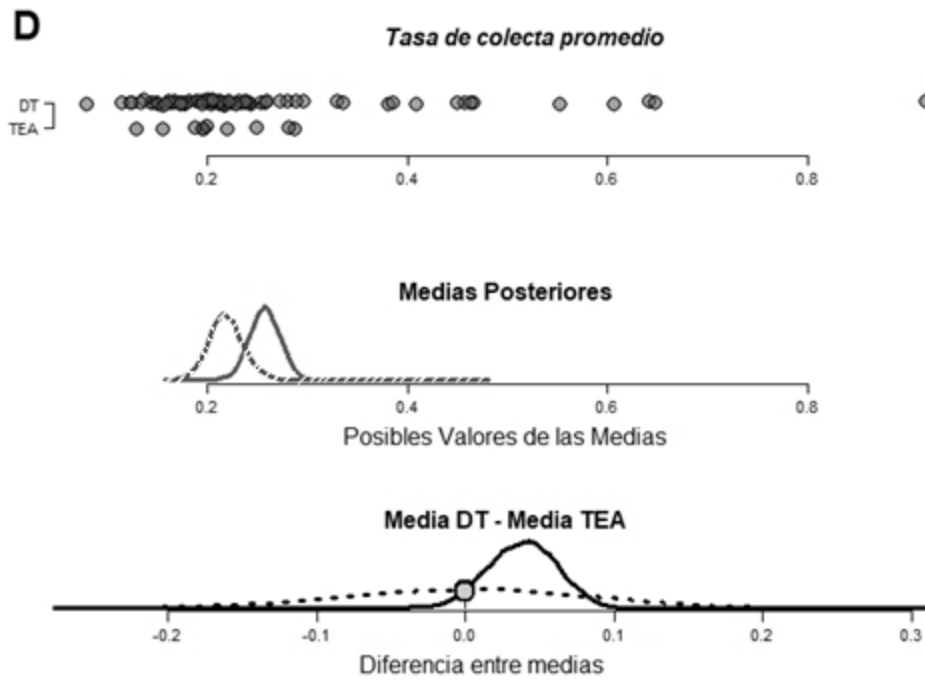
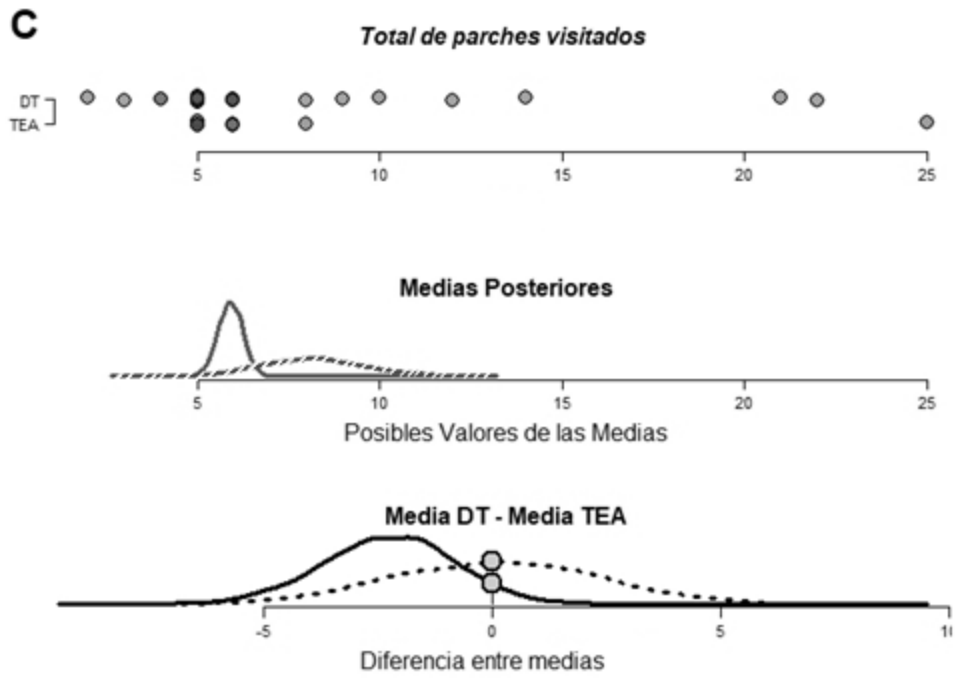
<i>Tasa de colecta</i>	$\bar{x} = 0.21,$ $\pm 0.048$	$\bar{x} = 0.25,$ $\pm 0.13$	0.95	Evidencia ambigua
<i>Pendiente de tasa de colecta</i>	$\bar{x} = 0.036,$ $\pm 0.031$	$\bar{x} = 0.018,$ $\pm 0.067$	1.62	Medias iguales
<b><i>Conos levantados después de la última colecta</i></b>	<b><math>\bar{x} = 4.4,</math> <b><math>\pm 3.45</math></b></b>	<b><math>\bar{x} = 21.59,</math> <b><math>\pm 10.68</math></b></b>	<b>0</b>	<b>Medias diferentes</b>
<i>P. de levantar cono cercano después de cono vacío</i>	$\bar{x} = 0.78,$ $\pm 0.11$	$\bar{x} = 0.78,$ $\pm 0.08$	1.41	Evidencia ambigua
<i>P. de levantar cono cercano después de encontrar pelota</i>	$\bar{x} = 0.81,$ $\pm 0.12$	$\bar{x} = 0.76,$ $\pm 0.14$	1.63	Medias iguales

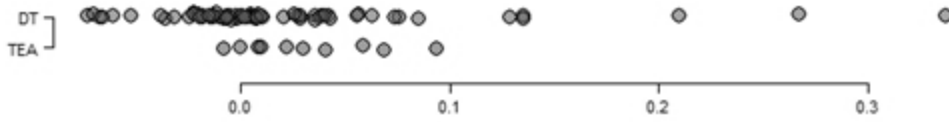
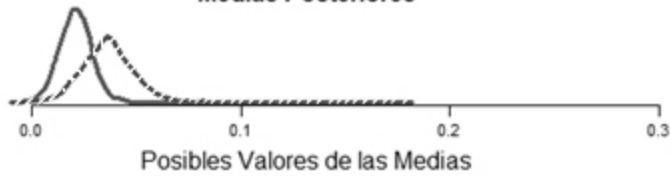
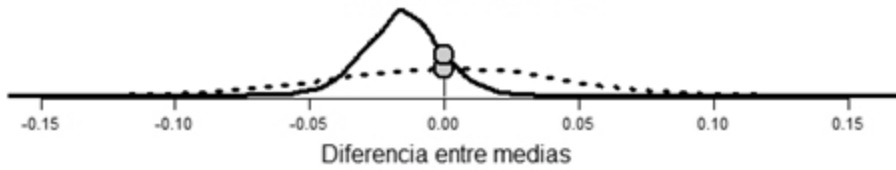
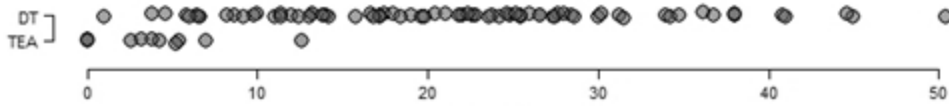
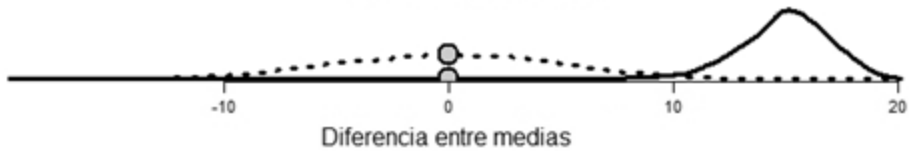
En las siguientes gráficas se muestran: (1) las observaciones de los descriptores para los grupos TEA y DT; (2) las distribuciones posteriores sobre las medias de cada grupo de acuerdo con el modelo de Bayes (ver Figura 7); (3) las distribuciones prior y posteriores sobre la diferencia entre medias de ambos grupos, también definida como delta ( $\delta$ ); (4) el Factor de Bayes y su interpretación respecto al final de cada variable de la BSFT.

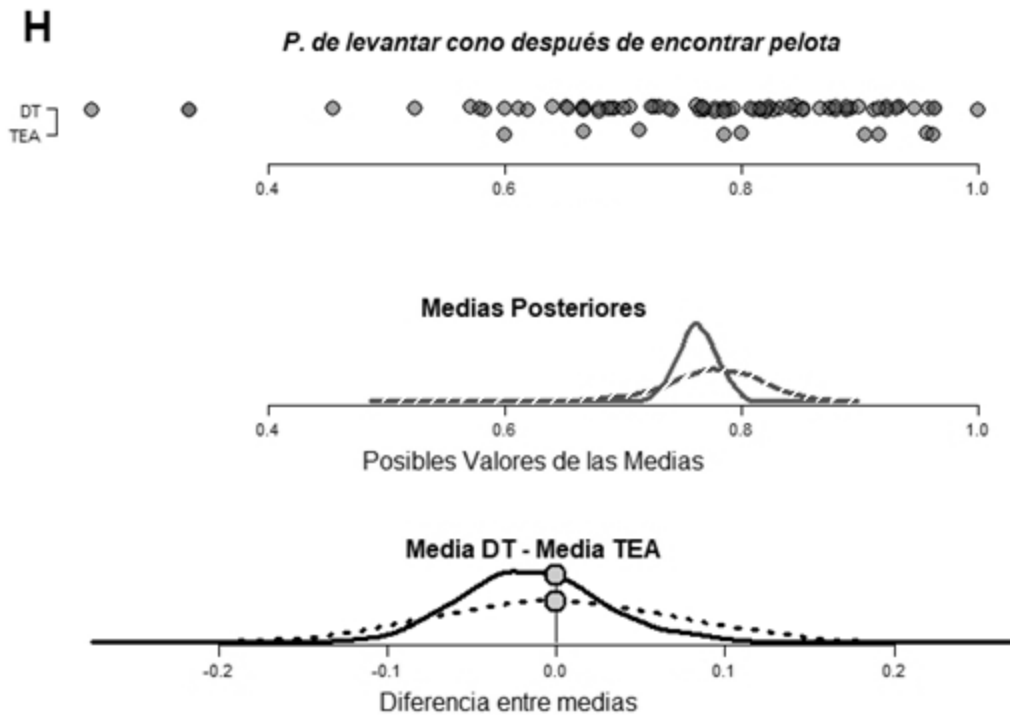
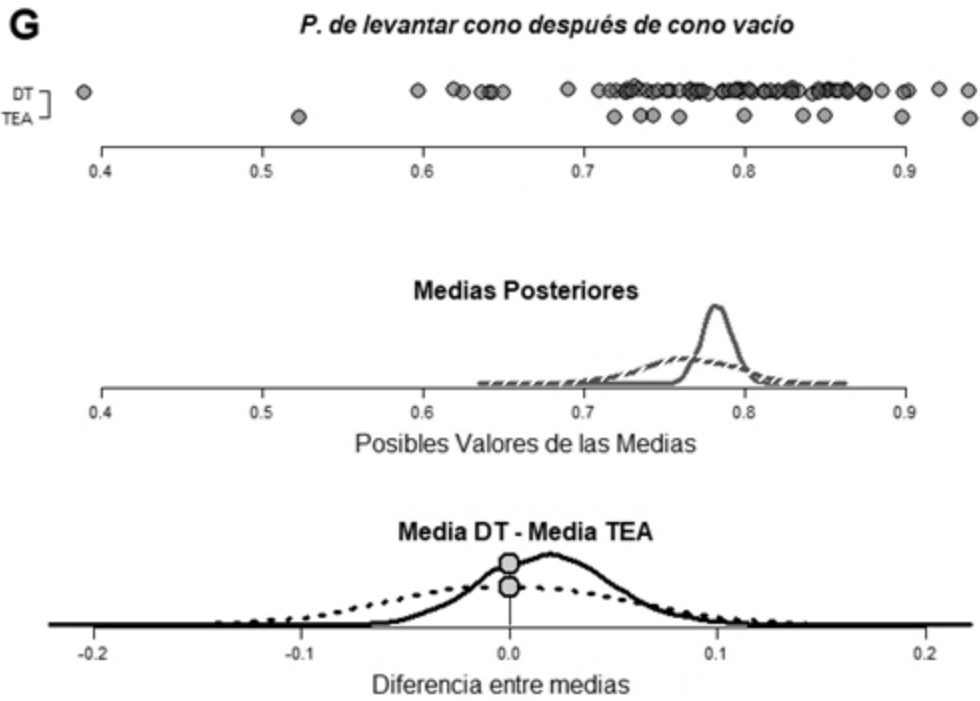
### **Figura 7.**

*Comparación con Factor de Bayes de descriptores del desempeño en la BSFT entre el grupo TEA y el grupo DT.*





**E***Pendiente de tasa de colecta***Medias Posteriores****Media DT - Media TEA****F***Conos levantados después de la última colecta***Medias Posteriores****Media DT - Media TEA**



Nota: En cada panel se muestran las distribuciones de los valores obtenidos por ambos grupos, (i) los puntos distribuidos para el grupo DT y el grupo TEA; (ii) las distribuciones posteriores sobre las medias de



cada grupo de acuerdo con el modelo de Bayes, en línea punteada se muestra al grupo TEA, en línea gruesa el grupo DT; (iii) en línea punteada la *distribución prior* y en una línea sólida la *distribución posterior* sobre la diferencia entre medias ( $\delta$ ). Los marcadores grises muestran la altura de las distribuciones prior y posterior en  $\delta = 0$  necesaria para estimar el Factor de Bayes entre  $H_1 : \delta = 0$  y  $H_2 : \delta = \sim 0$  utilizando el método de Savage-Dickey. Los descriptores se muestran en el siguiente orden: (A) total de conos levantados, (B) total de pelotas encontradas, (C) total de parches visitados, (D) Tasa de Colecta promedio, (D) pendiente de la Tasa de Colecta, (E) Conos levantados después de la última colecta, (F) probabilidad de levantar cono cercano después de cono vacío y (G) probabilidad de levantar cono cercano después de encontrar pelota.

#### Trayectorias de Búsqueda en el grupo TEA: Revisitas a parches previos

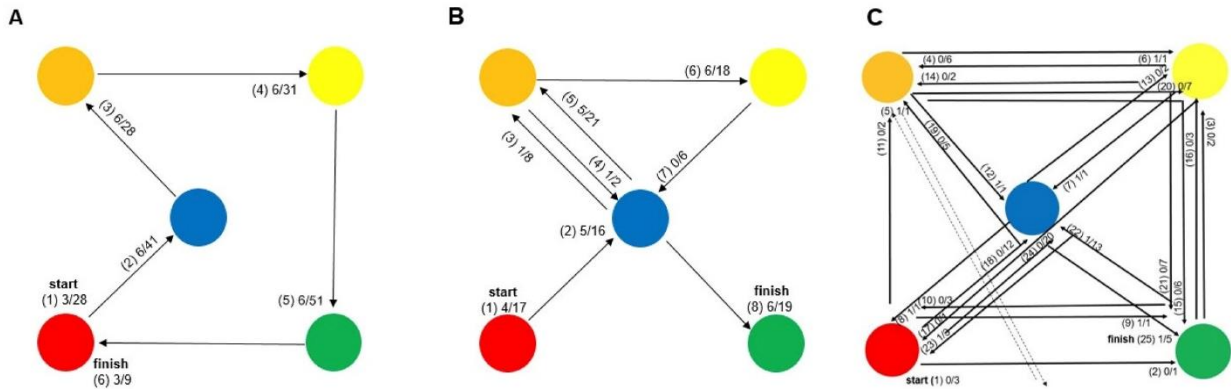
Se caracterizaron las trayectorias de búsqueda de cada participante de la muestra con diagnóstico de TEA con el propósito de visualizar la secuencia de parches realizada por cada niño, así como el número de conos levantados y el número de pelotas recolectadas en cada parche. Las trayectorias completas de todos los participantes de la muestra TEA se encuentran en el Material Suplementario, Apéndice 2.

Una trayectoria de búsqueda eficiente en la BSFT en su configuración en parches se caracteriza por la ausencia de revisitas a parches previamente explorados. En el caso del grupo TEA, tres participantes regresaron a parches previamente visitados. La Figura 8 muestra las trayectorias de búsqueda de dichos participantes.

#### **Figura 8.**

*Trayectorias de Búsqueda: Participantes del grupo TEA que regresaron a parches previamente visitados.*

(Número de parche) Pelotas recolectadas / Conos levantados



Nota: (A) Se representa la trayectoria del participante de 11 años de edad con diagnóstico de TEA, quien cometió una revisita al primer parche, recolectando las pelotas faltantes del mismo; (B) representa la trayectoria de búsqueda de un participante de 10 años de edad, cometiendo 4 revisitas al mismo parche; (C) representa la trayectoria de búsqueda de la participante de 6 años de edad, quien revisitó 20 veces los parches previamente explorados, reflejando una estrategia de búsqueda donde recogía un número aproximado de 1 pelota por parche para luego abandonarlo.

### Probabilidad de abandonar el parche en función de cantidad estimada: TEA y DT

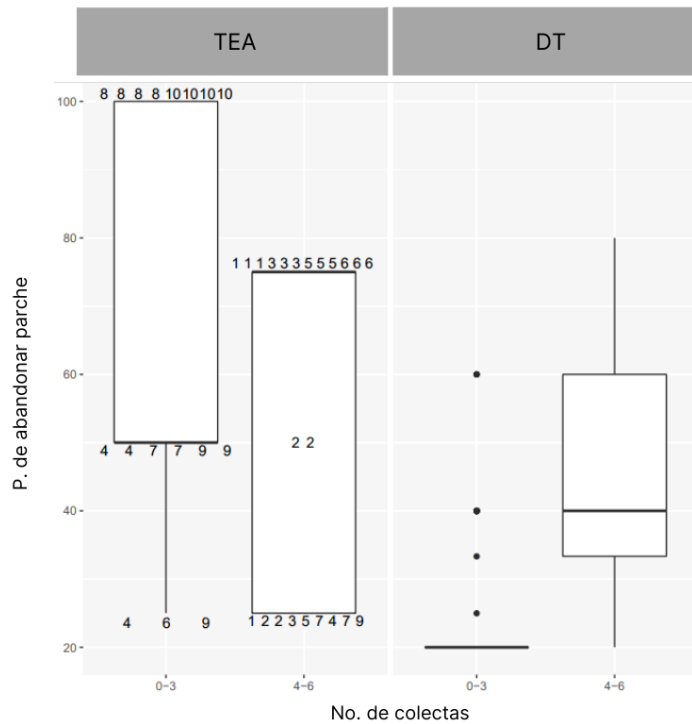
Se obtuvo la probabilidad de abandonar el parche en función de todas las cantidades posibles de colecta por parche (del 0 al 6). A continuación, se muestra la comparación entre muestras en la probabilidad de abandonar el parche en función de cantidad estimada (Figura 9).

Dada la evidencia, se comparó la probabilidad de abandonar un parche en función de cantidad de colecta entre grupos suponiendo que existe cierta probabilidad de abandonar el parche después de hallar la última pelota y que dicha probabilidad puede ser diferente entre TEA y DT. Para la probabilidad de abandonar el parche después de la última colecta se utilizaron los valores obtenidos en la probabilidad de abandonar parche en función de cantidad de colecta (ver

Figura 10). El Factor de Bayes para la probabilidad de abandonar parche después de la última colecta fue  $BF = 0$ , sugiriendo diferencia entre medias de ambos grupos.

**Figura 9.**

*Probabilidad de abandonar el parche después de la última colecta: TEA y DT.*



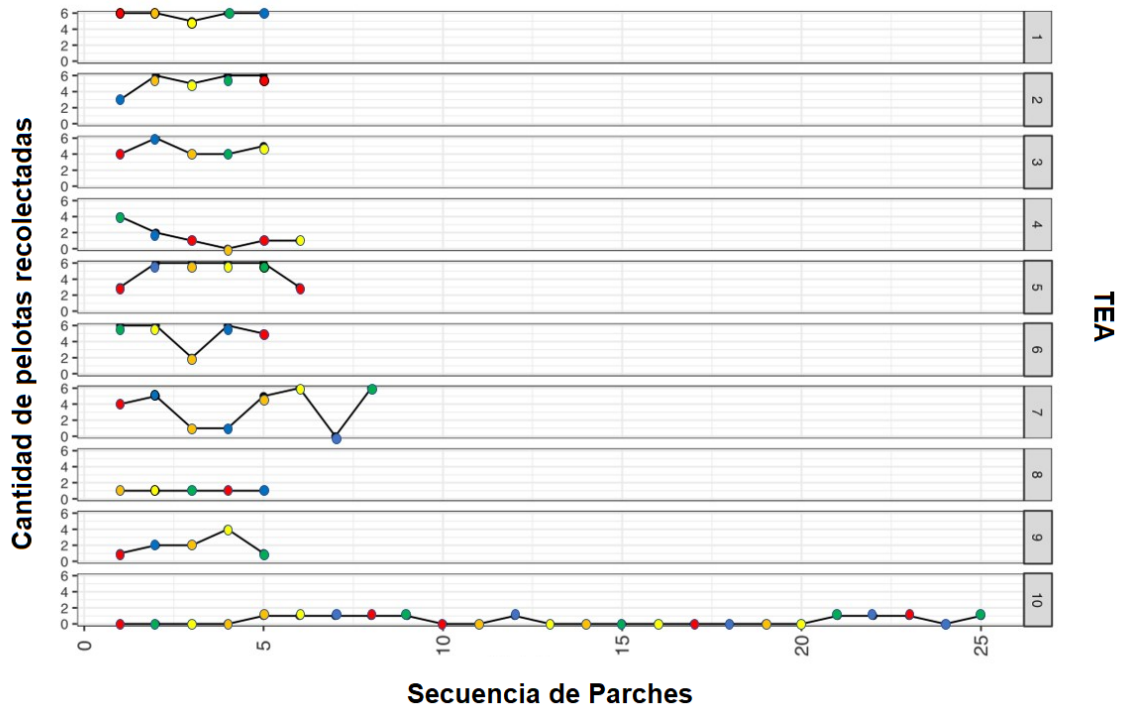
Nota: La probabilidad de abandonar el parche de acuerdo con el número de pelotas recolectadas se muestra en gráficos de caja y bigotes. La probabilidad de abandono se traza por separado para los participantes que se van después de recolectar de 0 a 3 pelotas y para los que recolectan de 4 a 6 pelotas. Los gráficos de caja ilustran la distribución del desempeño de los TEA y los participantes DT. Para el primer grupo se muestra el desempeño de cada individuo dada la muestra pequeña. La identificación del participante del 1 a 10 es con referencia a la identificación en la Tabla 1. Para los diagramas de caja, las líneas horizontales muestran el valor de la mediana, los bordes de la caja marcan el cuartil 1 y 3 y los bigotes se extienden hasta el punto de datos más extremo, que no es más de 1,5 veces el rango intercuartil de la caja. Los valores atípicos (para TD) no se trazan.

*Secuencia de parches por cantidad de colecta en el grupo TEA*

A continuación, se grafica la colecta de pelotas por individuo del grupo TEA a lo largo de la secuencia de parches visitados (ver Figura 10).

**Figura 10.**

*Cantidad de pelotas recolectadas a lo largo de la secuencia de parches en el grupo TEA.*



Nota: Los puntos de colores representan el color del parche visitado. Cada participante de la muestra TEA es identificado de acuerdo con las tablas 3, 4 y 5 de características principales.

## CAPITULO VI. Discusión

El propósito del presente estudio fue evaluar la conducta de búsqueda en niños diagnosticados con TEA, analizando el desempeño y estrategia ejecutadas por éstos en la prueba de búsqueda de pelotas BSFT, con el fin de corroborar si la manera en que exploran el ambiente es distinta en comparación con niños de desarrollo típico.

### *Desempeño general en la Prueba de Búsqueda de Pelotas BSFT*

La pregunta de investigación fue: ¿tendrán los niños diagnosticados con TEA un desempeño y estrategia diferentes en comparación con los niños de desarrollo típico en una prueba de conducta de búsqueda válida ecológicamente?

La prueba BSFT permitió responder dicha pregunta caracterizando el desempeño y la estrategia de la conducta de búsqueda en los niños con TEA en comparación con niños de desarrollo típico del mismo rango de edad. No se encontraron diferencias entre medias del grupo TEA y DT en los descriptores principales de eficiencia de búsqueda: tasa de colecta y pendiente de tasa de colecta. Por otro lado, el grupo TEA mostró un menor número de conos levantados después de la última colecta en comparación con el grupo DT (reclutado por Ojeda-Yañez, 2019). Posteriormente, al obtener la probabilidad de abandonar el parche en función de la cantidad de colecta de pelotas, se observaron dos subconjuntos en el grupo TEA: exploradores que basaron el abandono del parche en una cantidad de pelotas cercana a la disponible y participantes poco exploradores que basaron su abandono de parches en una cantidad subestimada de pelotas.

### *Comparación del desempeño en la BSFT entre TEA y DT con Factor de Bayes*

Un objetivo colateral del presente fue aprender y aplicar la estadística Bayesiana en el análisis de los descriptores de la BSFT. El Factor de Bayes es una herramienta de estadística inferencial útil para la comparación entre muestras no pareadas y de diferentes fuentes de información, como es el caso del presente trabajo. Se trata de la comparación entre dos modelos o hipótesis, en este caso, la hipótesis 1 fue que la diferencia entre medias no es igual a 0 ( $\delta > 0$ ) y la hipótesis 2 corresponde a la diferencia entre medias equivalente a 0 ( $\delta = 0$ ). La razón entre ambas probabilidades es el Factor de Bayes y cuantifica la plausibilidad relativa de ambas hipótesis dada la evidencia en ambos grupos.

El Factor de Bayes, a diferencia de la estadística frecuentista comúnmente utilizada, es un método más flexible al no depender del orden en que se obtienen los datos, así como en el tamaño muestral de los grupos a comparar, como sucede al obtener los valores p de significancia. Además, el Factor de Bayes nos informa sobre el peso de la evidencia, ya que, al ser el ratio de las probabilidades marginales, cuantifica el cambio de la distribución prior a la distribución posterior con base en los datos observados, indicando si los datos son más plausibles bajo cierta hipótesis de forma automática, determinando cuál es el modelo con mejor desempeño predictivo para el conjunto de datos abordados (Wagenmakers, Lee, Lodewyckx, Iverson, 2008). Es decir, en contraste con los valores p de significancia, que indican la fuerza de la evidencia en contra de la hipótesis nula, el método de Bayes cuantifica la evidencia estadística a favor de la hipótesis nula y la hipótesis alterna, permitiendo observar si la evidencia se encuentra a favor de una u otra (Lee y Wagenmakers, 2013).

En este trabajo, en particular, se compararon los descriptores de desempeño de la BSFT en el grupo TEA y DT utilizando el Factor de Bayes. De acuerdo con el esquema de clasificación de interpretación de evidencia de Raftery (1995 en Wagenmakers et al., 2008) se estableció la plausibilidad de la hipótesis de la probabilidad posterior dada la evidencia, es decir, la fuerza de la evidencia dada la comparación entre modelos.

El Factor de Bayes nos informa sobre qué creer con respecto a la hipótesis de que hay diferencias entre medias del grupo TEA y DT ( $\delta = 0$ ) a la luz de la evidencia observada, confirmando, negando o no agregando nada con respecto a la hipótesis específica. En este caso, la evidencia sugirió: (a) medias iguales ( $BF > 1.5$ ) en los descriptores: probabilidad de levantar cono cercano después de encontrar pelota y pendiente de tasa de colecta; (b) medias diferentes ( $BF = 0$ ) para: total de pelotas encontradas y conos levantados después de la última colecta; (c) evidencia ambigua ( $BF > .5$ ) en los descriptores: total de conos levantados, tasa de colecta, probabilidad de levantar cono cercano después de cono vacío y total de parches visitados.

Dados los hallazgos sobre la tasa de colecta y la pendiente de tasa de colecta, es posible sugerir que los participantes del grupo TEA y DT no detectaron ni utilizaron la distribución probabilística de las pelotas disponibles en cada parche. La evidencia en las probabilidades de levantar cono cercano después de cono vacío y después de encontrar pelota sugieren que los participantes utilizaron una estrategia de búsqueda del vecino más cercano, levantando conos en cada parche sin importar su distribución o si encontraban o no pelotas debajo de estos.

Dada la diferencia entre medias en el descriptor de conos levantados después de la última colecta, se obtuvo la probabilidad de abandonar el parche después de la última colecta. El análisis

del primer modelo nos informó sobre la distribución geométrica que seguía la variable de interés sobre estimación cuantitativa, ajustando así el siguiente modelo a dicha distribución. El segundo modelo utilizado supone que existe cierta probabilidad de abandonar el parche después de hallar la última pelota y que dicha probabilidad puede ser distinta entre grupos. La evidencia sugiere diferencia entre medias de ambos grupos. Esa diferencia es de .1, donde, el grupo TEA obtuvo una probabilidad cercana a 0.2 y el grupo DT a 0.1, por tanto, de acuerdo con el modelo, es más probable que un niño con diagnóstico de TEA abandone el parche después de la última pelota encontrada a que lo haga un niño de desarrollo típico.

El descriptor mencionado es un posible indicador de estimación de cantidades, ya que, si el participante detecta la cantidad total de pelotas disponibles por parche, detendrá su exploración de otros conos después de haber encontrado el número esperado de pelotas (6 pelotas por parche). Las investigaciones previas sobre estimación de cantidades o numerosidad en el TEA han utilizado paradigmas cercanos a la psicofísica, en condiciones aisladas de laboratorio (Aagten-Murphy et al., 2015). En el caso de la BFST, como prueba más válida ecológicamente, podría funcionar como complemento de la evaluación de estimación de cantidades (también denominada “numerosidad”) en el TEA, sin embargo, debido a su complejidad y a que esta propiedad cognitiva solo se presenta de forma indirecta, no sería un indicador inmediato.

### *Estrategias de búsqueda en el grupo TEA*

Este es el primer estudio donde se evalúa la conducta de búsqueda en niños con TEA con una prueba válida ecológicamente, en un espacio a larga escala, con mayor retroalimentación



sensoriomotriz y demandas energéticas. Anteriormente, Pellicano y colaboradores (2011) realizaron un estudio en población con TEA del mismo rango de edad, donde se evaluó la capacidad de sistematización en una tarea de búsqueda y encontraron que los niños con TEA fueron menos sistemáticos en sus estrategias de búsqueda. En resonancia con la presente, en la prueba BSFT, el grupo con diagnóstico de TEA no mostró estrategias sistemáticas (i.e. detectar y aplicar el arreglo de pelotas en cada parche para mejorar la búsqueda en la tarea), por lo cual, la Teoría de Sistematización no serían aproximaciones para explicar la conducta exploratoria en los participantes con autismo en la investigación.

La estrategia utilizada por los niños del grupo TEA parece estar basada en ciertas expectativas de pelotas a encontrar, algunas más precisas (acercándose más al monto real de pelotas disponibles por parche) que otras. Al analizar con mayor profundidad las trayectorias de búsqueda del grupo con TEA, se observaron dos subconjuntos en términos de la probabilidad de moverse en función de cierta cantidad de pelotas y la estrategia de búsqueda: exploradores que rigieron su conducta de acuerdo con una expectativa de colecta más cercana al total de pelotas disponibles por parche, abandonando cada parche al encontrar esta cantidad más exacta de pelotas (participantes 1, 2, 3, 5 y 6); poco exploradores que rigieron su conducta de acuerdo con una cantidad subestimada de pelotas por parche, abandonando tempranamente cada espacio (participantes 4, 7, 8, 9 y 10). La división en dos subconjuntos podría estar relacionada con la alta heterogeneidad presente en el espectro autista. A menudo el reporte de hallazgos acerca de población con TEA desenfatisa la variabilidad en el mismo grupo dentro del espectro. En este caso, se denotaron dos tipos de exploradores, lo cual podría ser clave de formas específicas del fenotipo tan variado. La gran heterogeneidad de síntomas en el TEA puede guiar a que se

expresen distintos resultados en estudios en grupo al estudiar propiedades cognitivas en participantes con TEA (Meaux et al., 2014).

La eficiencia de búsqueda en la BSFT es caracterizada primordialmente a través de los descriptores de tasa de colecta (i.e. número de pelotas entre el número de conos en cada parche) y la pendiente de tasa de colecta (i.e. la relación lineal entre la tasa de colecta y la secuencia de parches visitados), estos, basados en el teorema de valor marginal para explicar el forrajeo óptimo en parches de Charnov (1976), el cual es similar a la mayoría de modelos de forrajeo óptimo que se basan en la maximización del consumo de recursos y la reducción del gasto energético (Krebs, Ryan, Charnov, 1974). Sin embargo, la exploración de parches y la búsqueda de recursos en parches da lugar a diversas estrategias también eficientes, que no necesariamente conllevan a la maximización gasto-consumo energético como meta principal. En situaciones de forrajeo en solitario -como es el caso de la BSFT-, teorías alternas proponen aproximaciones relacionadas con el número de recursos encontrados, tal es el caso de estrategias basadas en la expectativa numérica de recursos, donde el buscador explora el parche de acuerdo con cierta expectativa del número de recursos a recolectar, cuenta los recursos que utiliza y luego abandona el parche cuando obtiene el número esperado (Tome, 1989). Esto se relaciona con el tipo de estrategia reflejada por el grupo TEA, donde, parecieron utilizar una expectativa numérica para abandonar el parche y registrar su exploración de la BSFT.

La conducta de búsqueda involucra un rango de decisiones en torno a: Cuándo comenzar a buscar, qué buscar, cómo y por cuánto tiempo (Bell, 1991 en Maya et al., 2019). El retorno a parches anteriormente visitados puede indicar una búsqueda eficiente si estos fueron ya

explotados. La caracterización de las trayectorias de búsqueda del grupo TEA permitió elucidar si el retorno a parches previamente visitados fue o no eficiente.

Tres participantes cometieron revisitas con conductas de búsqueda: el participante 5 de 11 años de edad regresó al parche 1 en la secuencia para recoger las pelotas faltantes a partir de haber ya adquirido información sobre la cantidad de pelotas disponibles por parche; el participante 7 cometió 4 revisitas a dos parches previamente explorados, dichos retornos fueron ineficientes en términos del gasto energético implicado al explorar espacios ya explotados; la participante 10 cometió un total de 20 revisitas, abandonando cada parche después de levantar un número limitado de entre 1 a 3 conos por parche, causando así una reducción de la eficiencia de búsqueda. Los participantes 6 y 10 que realizaron revisitas ineficientes obtuvieron puntuaciones correspondientes a alta severidad en la SRS (Puntuación total  $\geq 98$ , T  $\geq 76$ ). La severidad del TEA es asociada con el grado en que los síntomas resultan siendo obstáculos para el funcionamiento del sujeto en el contexto social. No obstante, este hallazgo demarca que la severidad en sintomatología no sólo impacta en la socialización, sino también en situaciones de exploración del ambiente. Vinculado con este punto, los participantes con alta severidad fueron también aquellos cuya expectativa de número de colectas fue menos precisa con respecto a la cantidad de pelotas disponibles.

En el caso de los participantes con diagnóstico de TEA que ejecutaron su conducta de búsqueda con base en cierto estimado de colecta de pelotas con bastante rigidez, abandonando el parche de acuerdo con un número fijo de pelotas, sin modificar su estrategia en parches consecutivos. Esto puede estar asociado a la rigidez conductual, característica crucial del TEA, la

cual puede ser limitante en ejercicios de este tipo, donde se requiere de la flexibilidad para ajustar la exploración del ambiente de acuerdo con las posibilidades y obstáculos presentes. La inflexibilidad, presente en las conductas repetitivas e intereses restringidos, constituye una de las mayores barreras para la adaptación en la vida cotidiana en pacientes con TEA (Leekam, Prior, Uljarevic, 2011). La restricción se caracteriza por la perseverancia e insistencia en ciertos aspectos del ambiente, mientras que la repetición es manifiesta en rutinas y rituales.

La rigidez conductual puede involucrar retos al lidiar con situaciones dinámicas presentes en la vida cotidiana. En esta línea de ideas, dentro de los retos más obstructivos para personas con TEA, cuidadores principales y personal clínico, reportados en diversos estudios, son aquellos relacionados con los patrones de conducta restringidos y la restricción (Poljac, Hoofs, Princen y Poljac, 2017; Bishop, Richler, Cain y Lord, 2007; Mercier, Mottron y Belleville, 2000; Van Tongerlo, Van Wijngaarden, Van der Gaag y Lagro-Janssen, 2015; Turner-Brown, Lam, Holtzclaw, Dichter y Bodfish, 2011). Cabe destacar que la rigidez conductal no llega a ser expresada de forma aislada en tareas experimentales tradicionales, esto, en contraste con reportes experienciales de personas que viven con autismo (esta problemática también ha sido denominada “La paradoja de la flexibilidad cognitiva en el TEA”; Geurts, Corbett y Solomon, 2009).

La diversidad de maneras en que los niños y niñas con TEA lidian con el ambiente interactivo y la emergencia de posibilidades u obstáculos de la rigidez conductual podrían ser mucho más visibles a través de la implementación de pruebas válidas ecológicamente como la BSFT, que, de cierta forma, simulan los retos (situados y encarnados) que las personas con

autismo enfrentan en el mundo. Esto último se vincula con la perspectiva de Hanne De Jaegher (De Jaegher, 2013), donde la forma diferenciada de crear-sentido del mundo en el TEA impactará en cómo se relaciona el organismo con el ambiente, con base en sus necesidades, retos y metas como agentes encarnados. Impactará en cómo se relaciona con el contexto que le rodea, en cómo genera estrategias exploratorias y de movilidad en el espacio de acuerdo con su organización sensoriomotriz.

Considerando que la rigidez conductual es una variable de la entrevista de diagnóstico confirmatorio ADI-R, el 90% de los participantes en el grupo TEA obtuvieron puntuaciones por arriba del punto de corte en la sección C de patrones de conducta restringidos, repetitivos y estereotipados, sin embargo, 3 participantes (sujetos 4, 7 y 8) obtuvieron puntajes tres veces mayores al punto de corte, los cuales pertenecen al conjunto de exploradores que utilizaron una cantidad subestimada de colecta para su estrategia en la BSFT. En el caso del participante 7, quien obtuvo una puntuación C 4 veces mayor al punto de corte, ejecutó su estrategia de búsqueda de acuerdo con un estimado cuantitativo constante y fijo en todos los parches visitados, donde, abandonaba cada parche a partir de la colecta de sólo una pelota. Como se mencionaba a lo largo de la introducción, la rigidez de la conducta exploratoria en niños con TEA podría limitar sus oportunidades de asimilación de nuevos elementos en su esquema cognitivo.

Adicionalmente, una posible explicación de los casos con revisitas ineficientes, así como del abandono temprano de los parches después de encontrar un número reducido de pelotas - además de la subestimación cuantitativa y la rigidez conductual- es la posible comorbilidad con el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Se ha reportado que entre 30-50%

de los pacientes con TEA muestran sintomatología característica del TDAH (Leitner, 2014), lo cual podría influenciar el control inhibitorio en tanto a cuándo abandonar el parche. Además, estudios previos con la prueba BSFT en población de edad escolar con diagnóstico de TDAH han demostrado que realizan retornos a puntos previamente visitados, así como trayectorias de búsqueda ineficientes en términos de distancia recorrida (Rosetti et al., 2016; Ojeda-Yañez, 2019).

La interpretación de estos resultados a través de la visión tradicional podría ser con base en las diferencias de flexibilidad cognitiva en el TEA dando uso de la teoría de Disfunción Ejecutiva y de la WCC, argumentando entonces que el comportamiento presente en el conjunto de niños poco exploradores con TEA fue determinado a partir de la percepción y acción restringida y local en las configuraciones de parches de la BSFT, características que inhabilitarían el cambio de estrategia con base en la nueva información adquirida a lo largo de la tarea (e.g. observar que es más probable encontrar una pelota cercana a la previamente recolectada).

En contraste con la posible interpretación desde la teoría tradicional, la teoría encarnada y enactiva proveería una visión más interactiva y vinculando la actividad observada con la forma en que crean-sentido los niños con TEA sobre contextos que requieren de la habilidad exploratoria. Como se mencionó previamente, el éxito en la tarea de la prueba recae en el ajuste flexible de los movimientos y estrategias de búsqueda, adaptando las decisiones en función de las posibilidades ofrecidas por el ambiente en ese momento, por ejemplo, en el caso de un parche específico, las posibilidades irán cambiando con base en la actividad de los participantes, por ejemplo: al ir levantando conos consecutivos del parche y levantar un cono con pelota debajo

implica que hay posibilidades de encontrar otra pelota debajo de los conos vecinos, sin embargo, como pudimos observar, esta posibilidad inherente de la configuración de la prueba no necesariamente es la posibilidad aprehendida por los niños con TEA. En el caso del conjunto de niños que abandonaron los parches tempranamente, es posible que actuaran de acuerdo con su propio entendimiento de la prueba sin necesariamente aplicar la regla de probabilidad del diseño de la BSFT, cambiando entre parches al encontrar un número reducido de pelotas. En este sentido, la actividad de los niños en el grupo TEA fue válida en tanto que todos exploraron el ambiente y establecieron estrategias particulares de búsqueda. Ahora, con respecto a la eficacia o éxito de la prueba, visible en la tasa de colecta, ambos grupos no presentaron ajustes conductuales que nos informaran sobre la detección de la configuración de pelotas y su aplicación para levantar menos conos, encontrando más pelotas. La adquisición de una habilidad en cierto contexto involucra encontrar las posibilidades de acción relevantes para las propias necesidades o metas, lo cual guía la atención a ciertos aspectos del ambiente (esto último también fue denominado como “educación de la atención” por J.J. Gibson; Rietveld y Kiverstein, 2014). Ya que esta atención no fue completamente guiada (i.e. no se les guio directamente hacia conos, parches o configuraciones específicas de la tarea con tal de licitar resultados concretos), hubo mayor grado de libertad para los participantes para que implementaran su exploración activa de la forma en que más les hiciera sentido con respecto a sus propias metas, necesidades, prácticas y entendimiento de la tarea. La única guía de posibilidades de acción provista fue a partir de las instrucciones verbales dadas antes de que comenzaran a explorar el espacio (ver sección de Procedimiento).

En el caso de ambos grupos es probable que las posibilidades de acción abiertas en la prueba BSFT fueran distintas a las esperadas (que encontrasen la configuración de pelotas y la aplicaran en sus estrategias de búsqueda), lo cual no necesariamente adquiere un juicio de valor negativo en su conducta exploratoria, sino, que nos habla de las distintas formas de actuar estando situados en ambientes estructurados de forma similar. Esto último resuena con el concepto anglosajón de *affordances*, introducido por Eleanor Gibson (Gibson, 1988) y James Gibson (Gibson, 1986), más profundizado por diversos autores afines a la teoría enactiva y encarnada (Rietveld y Kiverstein, 2014; Chemero, 2009; Chemero, 2003; Withagen, de Poel, Araújo y Pepping 2012). A pesar de que hay diversas discusiones en torno a la definición de *afordancias*, para el propósito de esta discusión tomaré la propuesta por Chemero (2009), Rietveild y Kiverstein (2014): “Las afordancias son relaciones entre los aspectos del ambiente material y las habilidades disponibles en la forma de vida del organismo”. Con base en este concepto, podríamos ahondar en cómo es que las afordancias que el ambiente provee a individuos particulares dependen de las prácticas y formas de vida de los individuos, así como en su *normatividad situada* (i.e. la habilidad del individuo para distinguir entre actividad óptima o subóptima, aquí, con respecto a la búsqueda de elementos) con respecto a la búsqueda y exploración en espacios a larga escala. En el caso de personas con TEA y otros trastornos del neurodesarrollo, la diferente creación de sentido del mundo, en conjunto con sus habilidades encarnadas, harán que las capacidades de acción en contextos como el presente sean distintas.

Debido a que el dominio en las habilidades sensoriomotrices como las que se presentan en la BSFT requieren de práctica y del incremento de la familiaridad con el ambiente, sería interesante aplicar esta tarea de forma longitudinal con el propósito de observar cambios en las



adecuaciones de acción de las estrategias de búsqueda y la exploración activa de los participantes. Así como para observar si hay diferencias en el tiempo para dominar la tarea entre grupos por edades y en diferentes niveles de severidad de TEA.

### *Limitaciones*

El presente es un estudio preliminar de la BSFT en población con TEA, sin embargo, existen limitaciones. En primera instancia, los grupos no son pareados en términos de CI aproximado o edad verbal equivalente ya que los centros escolares donde se reclutaron a los niños del grupo DT no permitieron realizar más pruebas además de la BSFT. En segundo lugar, el pequeño tamaño de la muestra con TEA hace difícil la generalización de los resultados, así como la construcción de conclusiones definitivas. Además, las diferencias en escala de la configuración utilizada para ambas muestras debido a la disponibilidad limitada de espacios dónde evaluar a los pacientes con TEA pueden implicar diferencias en el gasto energético, no obstante, dicha variable no se tomó en cuenta ya que las variables analizadas fueron de índole conductual a nivel intra-parche, sin tomar en cuenta la distancia viajada entre parches.

Por otro lado, como se acotó anteriormente, tres participantes se negaron a utilizar los cascos para realizar la prueba después de haberlos probado, advirtiendo sobre la sensación aversiva ante el uso de éstos. La hipersensibilidad a ciertos aspectos sensoriales de la prueba puede limitar la ejecución de la tarea, por lo cual, es importante tomar en cuenta la experiencia de los participantes con TEA en términos de sensibilidad a diversos estímulos. Además, el peso del casco junto con la cámara adjunta puede afectar la exploración del espacio. Cualquier tipo de artefacto externo al cuerpo del participante puede modificar su forma de moverse requiriendo

diferentes patrones y ajustes corporales para actuar en contraste con su acción sin componentes externos que limiten su movilidad. Asimismo, se ha demostrado que los rasgos de hiper- e hiposensibilidad impactan en el foco atencional de sujetos con TEA (Liss, Saulnier, Fein y Keinsbourne, 2006). Considerando esto, el uso de cascos durante la tarea podría alterar la información corporal y la forma en que los niños alcanzan su objetivo al agregar el peso externo, así como la sensación aversiva en niños con TEA.

Por otra parte, la evaluación de la BSFT se realiza con base en descriptores de eficiencia de búsqueda relacionados con las teorías y modelos de forrajeo óptimo, los cuales han sido discutidos ampliamente debido a que resultan limitativos para reflejar la diversidad de técnicas de búsqueda y recolección puesto que las sociedades no sólo dependen de la relación esfuerzo-beneficio o consumo-gasto, sino que están afectados por otros factores característicos de la organización de sistemas de interacción social (i.e. la organización de labores), aspectos ambientales (i.e. previa experiencia sobre la calidad del parche, distancia recorrida, riesgos implicados) y las diferentes posibilidades y necesidades de cada individuo a nivel corporal (García-Moreno, 2010; Hutchinson, Wilke, Todd, 2008).

### *Futuras Direcciones*

La forma en que nos acercamos teóricamente a fenómenos como el autismo y el desarrollo cognitivo nos guía a ciertas preguntas y metodologías, las cuales pueden aportarnos cierta perspectiva del objeto de estudio, o bien, limitar nuestra visión de las características que lo componen.

En este caso, se partió de una noción teórica donde la cognición es un fenómeno interactivo donde se integran los sistemas que componen a la totalidad del cuerpo del organismo en desarrollo, por lo cual, la metodología utilizada para evaluar la exploración de los participantes fue situada en un contexto más cercano al que encuentran en su vida cotidiana, esto, con el propósito de emular las demandas presentes en lo cotidiano. La BSFT involucra costos energéticos similares a los que encontramos en la vida real, lo cual constituye parte de la validez ecológica del paradigma.

En cambio, un factor que nos hace cuestionar la validez ecológica de la prueba es que, mayoritariamente, la conducta de forrajeo o de búsqueda se ejecuta en colectivo (Giraldeau, Caraco, Valone, 1992). Muchas de las estrategias de forrajeo y adquisición de recursos empleadas por los humanos, en sociedades de cazadores-recolectores, suponen la participación colectiva de varios sujetos, cada uno con diferentes roles (García-Moreno, 2010). La conducta de búsqueda se trata de una actividad que a lo largo de la historia humana ha sido crucial para la transmisión sociocultural de información sobre el ambiente y la disponibilidad de recursos.

En esta línea de ideas, la BSFT puede ser utilizada en una situación social de búsqueda cooperativa, por ejemplo, Marcos Rosetti y colegas (Rosetti et al., 2016) utilizaron la BSFT en configuración de cuadrícula, evaluando el desempeño de búsqueda en parejas de participantes de 22 a 27 años de edad, demostrando así el uso del paradigma en situaciones sociales donde los participantes tenían que trabajar en conjunto para solucionar la tarea, informándose mutuamente sobre la distribución de los recursos en el espacio. Apartarnos del individualismo metodológico y abordar la conducta exploratoria en una situación donde los sujetos cooperen es

también convergente con la perspectiva enactiva, la cual propone que, así como la cognición está acoplada con el mundo físico, también lo está con patrones sociales de interacción conjunta. Realizar un estudio donde los participantes necesiten interactuar para facilitar la búsqueda de recursos podría informarnos sobre la variedad de demandas presentes en una situación más cercana a la realidad donde nos encontramos constantemente en situaciones sociales. En este sentido, podría evaluarse la BSFT de forma cooperativa con las cuidadoras principales, con quienes suelen tener mayor acoplamiento niñas y niños con TEA.

Asimismo, acercarnos al estudio de la cognición por medio de perspectivas más interactivas, que involucren la complejidad de sistemas en los organismos en desarrollo, así como la forma en que se sitúan y entienden el mundo es un paso necesario para ampliar nuestro entendimiento sobre la complejidad de la cognición. Tomando esto en cuenta, podemos comenzar a vislumbrar la necesidad de metodologías como la BSFT y perspectivas teóricas que estén más cerca de lo que los niños encuentran en su vida diaria para brindar apoyo de acuerdo con sus necesidades y potenciales.

El empleo de medidas conductuales donde se incluyen los desplazamientos de todo el cuerpo y la retroalimentación sensoriomotriz, podría permitirnos explicar el papel de los cambios exploratorios en la dinámica del desarrollo, tomando en cuenta que el desarrollo de la cognición implica la experiencia a través de la acción. Los organismos aprenden continuamente mientras actúan, igualando las posibilidades de su entorno y los objetivos seleccionados (Smith y Gasser, 2005; Smith y Thelen, 2003). Es así como el cuerpo es parte de la cognición misma, donde, los organismos creamos vínculos significativos vínculos significativos con el entorno a medida que

exploran en función de los propios parámetros y la experiencia corporal particular. Esto se relaciona ampliamente con ciertas conductas del grupo TEA que no fueron registradas debido a la naturaleza de la codificación y análisis de la BSFT. Los comportamientos incluyeron: la exploración oral y olfativa de los elementos del espacio, la narración repetitiva de las acciones realizadas a lo largo del ensayo, ecolalia y la manipulación inusual de los elementos disponibles en la prueba. Estas conductas podrían ser relevantes para futuras investigaciones, involucrando posibles estrategias empleadas para lidiar con la prueba y sus elementos, así como su forma de relacionarse y dar sentido a lo que era relevante para ellos. Este punto se vincula ampliamente la noción previamente introducida de crear-sentido, donde, el agente crea-sentido del mundo desde su perspectiva, es decir, de acuerdo con la autonomía del sistema que lo compone, en este caso, de acuerdo con los rasgos de hipo- hiper sensibilidad a ciertos estímulos, así como la preferencia por ciertas características del ambiente. La conducta exploratoria involucra procesos de percepción y acción en tiempo real, así como el descubrimiento de ajustes óptimos en las acciones ejecutadas en el ambiente (Gibson, 1988; Smith, 2005), en este caso, en función de las demandas corporales específicas vinculadas con las características sensoriomotrices particulares en el TEA.

Dichos comportamientos han sido clasificados en la teoría tradicional como patrones de comportamiento con metas no aparentes. Sin embargo, investigadoras de la perspectiva enactiva consideran cruciales este tipo de patrones para construir formas específicas de entendimiento del ambiente, así como para abrir paso a nuevas soluciones para explorar el espacio (Smith y Gasser, 2005; De Jaegher, 2013). La descripción enactiva y encarnada de la cognición señala el valor que las personas con TEA atribuyen a características perceptivas particulares, formas de

movimiento y de emoción, considerándolas intrínsecamente significativas para ellos (De Jaegher, 2013).

Así pues, el TEA puede describirse no solo como un trastorno de la cognición social. La creciente conciencia de cómo evoluciona dinámicamente su sistema sensoriomotriz muestra cómo le dan sentido al mundo y crean estrategias compensatorias para adaptarse a éste. En resumen, las nuevas metodologías y teorías que tienen en cuenta cómo emerge la cognición en el curso de la interacción con el medio ambiente y la actividad sensoriomotriz del organismo podrían ayudar a crear intervenciones más cercanas a las que enfrentan las personas con condiciones del neurodesarrollo en su vida cotidiana.

De igual forma, para futuras investigaciones, se podrían utilizar acelerómetros para el monitoreo objetivo de la actividad física de los participantes en tiempo real y de forma no invasiva, posibilitando la predicción y evaluación del gasto energético, así como la adaptación del sistema sensoriomotriz en términos de frecuencia, duración e intensidad de los movimientos corporales (Puyau, Adolph, Vohra, Zakeri, Butte, 2004).

Por último, con respecto al análisis de los descriptores de la BSFT, el uso de la inferencia Bayesiana nos permite utilizar la información posterior como referente para modelar la distribución prior de estudios contiguos con población con TEA y la BSFT. La información prior sobre los parámetros se puede transformar en información posterior y, por tanto, la información prior predictiva puede ser transformada en información posterior predictiva (Lee y Wagenmakers, 2013).

## *Conclusiones*

La BSFT es una herramienta metodológica útil para la evaluación de una conducta de alta relevancia biológica y ecológica. Involucra motivadores biológicos, retroalimentación sensoriomotriz y costos energéticos similares a los que enfrentamos en la vida diaria. Ante la necesidad de utilizar paradigmas interactivos y que involucren la activación del sistema en su totalidad, esta prueba resultó útil para un análisis inicial de la conducta exploratoria en el TEA. El grupo de participantes con diagnóstico de TEA reflejó una estrategia de búsqueda con base en expectativas cuantitativas de colecta de pelotas. Se dividió en dos subconjuntos de exploradores en términos de expectativa de colecta de pelotas y abandono de parche. La implementación de la BSFT en poblaciones con trastornos del neurodesarrollo como el TEA, así como su posible relación con pruebas de diagnóstico y severidad podría tener implicaciones a nivel clínico para la detección de endofenotipos en el espectro, así como la observación de las dificultades incorporadas por la inflexibilidad y rigidez conductual que enfrentan en situaciones más cercanas a lo que enfrentan en la vida real. Sin embargo, es importante considerar sus ajustes de acuerdo con las características sensoriomotrices (i.e. hipo- e hiperreactividad a ciertos estímulos) de la población de estudio, como es el caso del grupo TEA, donde ciertos componentes de la prueba resultaron aversivos a nivel sensorial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aagten-Murphy, D., Attucci, C., Daniel, N., Klaric, E., Burr, D., & Pellicano, E. (2015). Numerical Estimation in Children With Autism. *Autism Research*, 8(6), 668–681.

<https://doi.org/10.1002/aur.1482>

Adamson, L. B., Bakeman, R., Suma, K., & Robins, D. L. (2019). An Expanded View of Joint Attention: Skill, Engagement, and Language in Typical Development and Autism. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/cdev.12973>

Adamson, L. B., Bakeman, R., Suma, K., & Robins, D. L. (2019). An Expanded View of Joint Attention: Skill, Engagement, and Language in Typical Development and Autism. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/cdev.12973>

Agrillo, C., & Bisazza, A. (2014). Spontaneous versus trained numerical abilities. A comparison between the two main tools to study numerical competence in non-human animals. *Journal of Neuroscience Methods*. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2014.04.027>

Albores-Gallo, L., Hernández-Guzmán, L., Díaz-Pichardo, J. A., & Cortes-Hernández, B. (2008). Dificultades en la evaluación y diagnóstico del autismo. Una discusión. *Salud Mental*.

American Psychiatric Association. (2013). DSM-5 Diagnostic Classification. In *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.x00diagnosticclassification>

Andraszewicz, S., Scheibehenne, B., Rieskamp, J., Grasman, R., Verhagen, J., & Wagenmakers, E. J. (2015). An introduction to Bayesian hypothesis testing for management research. *Journal of Management*, *41*(2), 521-543.

Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión. (2018). Nivel Socioeconómico AMAI-2018. Nota Metodológica. Comité de Niveles Socioeconómicos.

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>



Baio, J., Wiggins, L., Christensen, D. L., Maenner, M. J., Daniels, J., Warren, Z., ... Dowling, N. F. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 Years - Autism and developmental disabilities monitoring network, 11 Sites, United States, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*. <https://doi.org/10.15585/mmwr.ss6706a1>

Ball, P. (2004). *Critical Mass: How one thing leads to another*. Macmillan.

Baranek, G. T. (2002). Efficacy of Sensory and Motor Interventions for Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1023/A:1020541906063>

Bargiela, S., Steward, R., & Mandy, W. (2016). The Experiences of Late-diagnosed Women with Autism Spectrum Conditions: An Investigation of the Female Autism Phenotype. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2872-8>

Baron-cohen, S. (2001). Theory of mind in normal development and autism. *Prisme*.

Baron-Cohen, S. 2003. *The essential difference: Men, women and the extreme male brain*. London: Penguin

Baron-Cohen, S. (2009). Autism: The empathizing-systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x>

Baron-Cohen, S., Ashwin, E., Ashwin, C., Tavassoli, T., & Chakrabarti, B. (2009). Talent in autism: Hyper-systemizing, hyper-attention to detail and sensory hypersensitivity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0337>

Baron-Cohen, S., & Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *6(6)*, 248–254.

Becchio, C., & Castiello, U. (2012). Visuomotor resonance in autism spectrum disorders. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00110>

Bell, W. J. (2012). *Searching behaviour: the behavioural ecology of finding resources*. Springer Science & Business Media.

Bertone, A., Mottron, L., Jelenic, P., & Faubert, J. (2003). Motion perception in autism: a “complex” issue. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(2), 218–225. <https://doi.org/10.1162/089892903321208150>

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>

Bhat, A. N., Landa, R. J., & Galloway, J. C. (Cole). (2011). Current Perspectives on Motor Functioning in Infants, Children, and Adults With Autism Spectrum Disorders. *Physical Therapy*, 91(7), 1116–1129. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100294>

Blake, R., Turner, L. M., Smoski, M. J., Pozdol, S. L., & Stone, W. L. (2003). Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological Science*, 14(2), 151–157. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.01434>

Blakemore, S. J., Tavassoli, T., Calò, S., Thomas, R. M., Catmur, C., Frith, U., & Haggard, P. (2006). Tactile sensitivity in Asperger syndrome. *Brain and Cognition*. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2005.12.013>

Bliege Bird, R., & Bird, D. W. (2002). Constraints of knowing or constraints of growing? Fishing and collecting by the children of Mer. *Human Nature*. <https://doi.org/10.1007/s12110-002-1009-2>

Boly, M., Seth, A. K., Wilke, M., Ingmundson, P., Baars, B., Laureys, S., Tsuchiya, N. (2013). Consciousness in humans and non-human animals: Recent advances and future directions. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00625>

Boucher, J. (2012). Putting theory of mind in its place: Psychological explanations of the socio-emotional-communicative impairments in autistic spectrum disorder. *Autism*, 16(3), 226–246. <https://doi.org/10.1177/1362361311430403>

Bunge, M. (2015). *Materia y mente. Una investigación filosófica. Pamplona: Laetoli.*

Bunge, S. A., & Wright, S. B. (2007). Neurodevelopmental changes in working memory and cognitive control. *Current Opinion in Neurobiology*. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2007.02.005>

Brincker, M., & Torres, E. B. (2013). Noise from the periphery in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00034>

Caron, M. J., Mottron, L., Rainville, C., & Chouinard, S. (2004). Do high functioning persons with autism present superior spatial abilities? *Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.015>

Chang, C. H., Wade, M. G., Stoffregen, T. A., Hsu, C. Y., & Pan, C. Y. (2010). Visual tasks and postural sway in children with and without autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.06.003>

Charman, T., Jones, C. R. G., Pickles, A., Simonoff, E., Baird, G., & Happé, F. (2011). Defining the cognitive phenotype of autism. *Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.10.075>

Charnov, E. L. (1976). Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology*. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(76\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0040-5809(76)90040-X)

Cheon, K. A., Park, J. I., Koh, Y. J., Song, J., Hong, H. J., Kim, Y. K., ... Kim, Y. S. (2016). The social responsiveness scale in relation to DSM IV and DSM5 ASD in Korean children. *Autism Research*. <https://doi.org/10.1002/aur.1671>

Chemero, A. (2003). An Outline of a Theory of Affordances. *Ecological Psychology*. [https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1502\\_5](https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1502_5)

Chemero, A. (2009). Radical embodied cognitive science. [References]. In (2009).

Chiang, H. M., & Lin, Y. H. (2007). Mathematical ability of students with Asperger syndrome and high-functioning autism: A review of literature. *Autism*. <https://doi.org/10.1177/1362361307083259>

Cicchini, G. M., Anobile, G., & Burr, D. C. (2016). Spontaneous perception of numerosity in humans. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/ncomms12536>

Cohen, L. N. M., & Kim, Y. M. (1999). Piaget's equilibration theory and the young gifted child: A balancing act. *Roeper Review*. <https://doi.org/10.1080/02783199909553962>

Constantino, J. N. (2013). Social Responsiveness Scale. In *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3\\_296](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3_296)

Constantino, J. N., & Gruber, C. P. (2005). *The Social Responsiveness Scale (SRS)*. In Los Angeles: Western Psychological Services.

Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., de Giambattista, C., & Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. <https://doi.org/10.2147/NDT.S104620>

Crone, E. A., & Dahl, R. E. (2012). Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/nrn3313>

Dakin, S., & Frith, U. (2005). Vagaries of visual perception in autism. *Neuron*. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.10.018>

Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., Scott, A. A., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., & Iacoboni, M. (2006). Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/nn161>

De Jaegher, H. (2013). Embodiment and sense-making in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7(March), 15. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00015>

De Jaegher, H. (2009). Social understanding through direct perception? Yes, by interacting. *Consciousness and Cognition*, 18(2), 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.10.007>

De Jaegher, H., & Di Paolo, E. (2007). Participatory sense-making: An enactive approach to social cognition. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 6(4), 485–507. <https://doi.org/10.1007/s11097-007-9076-9>

De Jaegher, H., Di Paolo, E., & Adolphs, R. (2016). What does the interactive brain hypothesis mean for social neuroscience? A dialogue. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1693). <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0379>

De Jaegher, H., Di Paolo, E., & Gallagher, S. (2010). Can social interaction constitute social cognition? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(10), 441–447. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.06.009>

De Jaegher, H., & Froese, T. (2009). On the role of social interaction in individual agency. *Adaptive Behavior*, 17(5), 444–460. <https://doi.org/10.1177/1059712309343822>

De Jaegher, H., Pieper, B., Clénin, D., & Fuchs, T. (2017). Grasping intersubjectivity: an invitation to embody social interaction research. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11097-016-9469-8>

Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J. C., Pye, J. E., ... Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: A meta-analysis of executive function. *Molecular Psychiatry*. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.75>

Di Paolo, E. A., Buhrmann, T., & Barandiaran, X. E. (2017). Sensorimotor life: An enactive proposal. In *Sensorimotor Life: An Enactive Proposal*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198786849.001.0001>

Di Paolo, E., & De Jaegher, H. (2012). The interactive brain hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(June), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00163>

Di Paolo, E., & Thompson, E. (2014). The enactive approach. In *The Routledge Handbook of Embodied Cognition*. <https://doi.org/10.4324/9781315775845>

Donnellan, A. M., Hill, D. A., & Leary, M. R. (2013). Rethinking autism: implications of sensory and movement differences for understanding and support. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6(January), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00124>

Dowd, A. M., McGinley, J. L., Taffe, J. R., & Rinehart, N. J. (2012). Do planning and visual integration difficulties underpin motor dysfunction in autism? A kinematic study of young children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1385-8>

Dunn, L. M., Dunn, L. M., & Arribas, D. (2006). Manual. Peabody, test de vocabulario en imágenes. *Madrid: TEA ediciones*.

Escovar, E., Rosenberg-Lee, M., Uddin, L. Q., & Menon, V. (2016). The empathizing-systemizing theory, social abilities, and mathematical achievement in children. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/srep23011>

Engelhardt, L. E., Harden, K. P., Tucker-Drob, E. M., & Church, J. A. (2019). The neural architecture of executive functions is established by middle childhood. *NeuroImage*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.024>

Fabbri-Destro, M., Cattaneo, L., Boria, S., & Rizzolatti, G. (2009). Planning actions in autism. *Experimental Brain Research*. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1578-3>

Fiebich, A. (2017). Pluralism, social cognition, and interaction in autism. *Philosophical Psychology*, 30(1–2), 161–184. <https://doi.org/10.1080/09515089.2016.1261394>

Fitzpatrick, P., Romero, V., Amaral, J. L., Duncan, A., Barnard, H., Richardson, M. J., & Schmidt, R. C. (2017). Social Motor Synchronization: Insights for Understanding Social Behavior in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3124-2>

Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge. The MLT. <https://doi.org/10.2307/2184717>

Fornito, A., Zalesky, A., & Breakspear, M. (2015). The connectomics of brain disorders. *Nature Reviews Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/nrn3901>

Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: A synthesis and meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(10), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>

Fournier, K. A., Kimberg, C. I., Radonovich, K. J., Tillman, M. D., Chow, J. W., Lewis, M. H., Hass, C. J. (2010). Decreased static and dynamic postural control in children with autism spectrum disorders. *Gait and Posture*. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.02.007>

Friard, O., & Gamba, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>

Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: beyond “theory of mind.” *Cognition*. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90024-8)



Froese, T., & Stewart, J. (2010). Life after Ashby: Ultrastability and the autopoietic foundations of biological individuality. *Cybernetics & Human Knowing*, 17(4), 7–50.

Froese, T. & Di Paolo, E. A. Di. (2011). The enactive approach Theoretical sketches from cell to society. 1, 1–36. <https://doi.org/10.1075/pc.19.1.01fro>

Froese, T., & Fuchs, T. (2012). The extended body: A case study in the neurophenomenology of social interaction. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11097-012-9254-2>

Fuchs, T. (2017). Intercorporeality and interaffectivity. In *Intercorporeality: Emerging Socialities in Interaction*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190210465.003.0001>

Fuchs, T. (2017). Ecology of the Brain. In *Ecology of the Brain*. <https://doi.org/10.1093/med/9780199646883.001.0001>

Fuchs, T. (2010). Phenomenology and Psychopathology. In *Handbook of Phenomenology and Cognitive Science*. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2646-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2646-0_28)

Fuchs, T. & De Jaegher, H. (2009). Enactive intersubjectivity: Participatory sense-making and mutual incorporation. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 8(4), 465–486. <https://doi.org/10.1007/s11097-009-9136-4>

Gallagher, S. (2008). Direct perception in the intersubjective context. *Consciousness and Cognition*, 17(2), 535–543. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.03.003>

Gallagher, S. (2008). Understanding Others: Embodied Social Cognition. In *Handbook of Cognitive Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-046616-3.00022-0>

Gallagher, S. (2004). Understanding Interpersonal Problems in Autism: Interaction Theory as An Alternative to Theory of Mind. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 11(3), 199–217. <https://doi.org/10.1353/ppp.2004.0063>

García Moreno, A. (2010). Haciendo humanos a los humanos. Una reflexión crítica sobre la aplicación de las teorías del forrajeo óptimo a las sociedades de cazadores-recolectores. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*. [https://doi.org/10.25267/rev\\_atl-mediterr\\_prehist\\_arqueol\\_soc.2010.v12.03](https://doi.org/10.25267/rev_atl-mediterr_prehist_arqueol_soc.2010.v12.03)

Geurts, H. M., Corbett, B., & Solomon, M. (2009). The paradox of cognitive flexibility in autism. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 74-82.

Gepner, B. & Mestre, D. R. (2002). Brief Report: Postural Reactivity to Fast Visual Motion Differentiates Autistic from Children with Asperger Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1023/A:1015410015859>

Gibson, E. (1988). Exploratory Behavior In The Development Of Perceiving, Acting, And The Acquiring Of Knowledge. *Annual Review of Psychology*. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.39.1.1>

Gibson, J. J. (2014). The Ecological Approach to Visual Perception. In *The Ecological Approach to Visual Perception*. <https://doi.org/10.4324/9781315740218>

Grabrucker, A. M. (2013). Environmental factors in autism. *Frontiers in Psychiatry*. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2012.00118>

Granader, Y., Wallace, G. L., Hardy, K. K., Yerys, B. E., Lawson, R. A., Rosenthal, M., ... Kenworthy, L. (2014). Characterizing the Factor Structure of Parent Reported Executive Function in Autism Spectrum Disorders: The Impact of Cognitive Inflexibility. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2169-8>

Grossman, J. B., Klin, A., Carter, A. S., & Volkmar, F. R. (2000). Verbal bias in recognition of facial emotions in children with Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. <https://doi.org/10.1017/S0021963099005466>

Hannant, P., Cassidy, S., Tavassoli, T., & Mann, F. (2016). Sensorimotor difficulties are associated with the severity of autism spectrum conditions. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2016.00028>

Happé, F., Ronald, A., & Plomin, R. (2006). Time to give up on a single explanation for autism. *9(10)*, 1218–1220. <https://doi.org/10.1038/nn1770>

Jespersen, E., & He, J. (2015). The embodied nature of autistic learning: implications for physical education. *Physical Culture and Sport. Studies and Research*, *65(1)*, 63-73.

Hendriks-Jansen, H. (1997). The epistemology of autism: Making a case for an embodied, dynamic, and historical explanation. *Cybernetics and Systems*. <https://doi.org/10.1080/019697297126065>

Hewlett, B. S., Bird, D. W., & Bird, R. B. (2018). Martu Children's Hunting Strategies in the Western Desert, Australia. In *Hunter-Gatherer Childhoods*. <https://doi.org/10.4324/9780203789445-9>

Hill, E. L. (2004). Evaluating the theory of executive dysfunction in autism. *Developmental Review*.  
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2004.01.001>

Hill, E. L., & Frith, U. (2003). Understanding autism: Insights from mind and brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1209>

Hills, T. T. (2006). Animal foraging and the evolution of goal-directed cognition. *Cognitive Science*.  
[https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000\\_50](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000_50)

Howlin, P., Goode, S., Hutton, J., & Rutter, M. (2009). Savant skills in autism: Psychometric approaches and parental reports. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0328>

Hoy, J. A., Hatton, C., & Hare, D. (2004). Weak central coherence: A cross-domain phenomenon specific to autism? *Autism*. <https://doi.org/10.1177/1362361304045218>

Hutto, D. D. (2004). The Limits of Spectatorial Folk Psychology. *19*(5), 548–573.

Iuculano, T., Rosenberg-Lee, M., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Phillips, J., Menon, V. (2014). Brain organization underlying superior mathematical abilities in children with autism. *Biological Psychiatry*. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.06.018>

Izard, V. R., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0812142106>

De Jaegher, H. (2006). Social interaction rhythm and participatory sense-making. An embodied, interactional approach to social understanding, with implications for autism. Unpublished DPhil

Thesis, University of Sussex, (September). Disponible en:

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Social+Interaction+Rhythm+and+Participatory+SenseMaking:+An+Embodied,+Interactional+Approach+to+Social+Understanding,+with+Some+Implications+for+Autism#0>

Jarosz, A. F., & Wiley, J. (2014). What are the odds? A practical guide to computing and reporting bayes factors. *Journal of Problem Solving*. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1167>

Jespersen, E., & He, J. (2015). The Embodied Nature of Autistic Learning: Implications for Physical Education. *Physical Culture and Sport. Studies and Research*. <https://doi.org/10.1515/pccsr-2015-0012>

Jones, K. S. (2003). What Is an Affordance? *Ecological Psychology*. [https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1502\\_1](https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1502_1)

Kamm, K., Thelen, E., & Jensen, J. L. (1990). A dynamical systems approach to motor development. *Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1093/ptj/70.12.763>

Kappes, L. J. (2015). Spontaneous interpersonal coordination in children with autism.

Karmiloff-Smith, B. A. (1994). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. *European journal of disorders of communication*, 29(1), 95-105.

Karmiloff-Smith, A. (2009). Nativism Versus Neuroconstructivism: Rethinking the Study of Developmental Disorders. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/a0014506>

Kim, S. H., & Lord, C. (2018). Autism Diagnostic Interview, Revised. In *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology* (pp. 429–432). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9\\_1519](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9_1519)

- Kaur, M., M. Srinivasan, S., & N. Bhat, A. (2018). Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Research in Developmental Disabilities*.  
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.025>
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., & Volkmar, F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: Lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1202>
- Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G., & Jones, W. (2009). Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature*.  
<https://doi.org/10.1038/nature07868>
- Krahn, T. M., & Fenton, A. (2012). The Extreme Male Brain Theory of Autism and the Potential Adverse Effects for Boys and Girls with Autism. *Journal of Bioethical Inquiry*.  
<https://doi.org/10.1007/s11673-011-9350-y>
- Krebs, J. R., Ryan, J. C., & Charnov, E. L. (1974). Hunting by expectation or optimal foraging? A study of patch use by chickadees. *Animal Behaviour*. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(74\)90018-9](https://doi.org/10.1016/0003-3472(74)90018-9)
- Krueger, J. (2019). Enactivism, other minds, and mental disorders. *Synthese*.  
<https://doi.org/10.1007/s11229-019-02133-9>
- Lai, M. C., Lombardo, M. V., & Baron-Cohen, S. (2014). Autism. *The Lancet*.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61539-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61539-1)

Landa, R. J. (2008). Diagnosis of autism spectrum disorders in the first 3 years of life. *Nature Clinical Practice Neurology*. <https://doi.org/10.1038/ncpneuro0731>

Lee, M. D., & Wagenmakers, E. J. (2013). Bayesian cognitive modeling: A practical course. In *Bayesian Cognitive Modeling: A Practical Course*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139087759>

Leekam, S. R., Prior, M. R., & Uljarevic, M. (2011). Restricted and repetitive behaviors in autism spectrum disorders: A review of research in the last decade. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/a0023341>

Leitner, Y. (2014). The co-occurrence of autism and attention deficit hyperactivity disorder in children - What do we know? *Frontiers in Human Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00268>

Lew-Levy, S., Reckin, R., Lavi, N., Cristóbal-Azkarate, J., & Ellis-Davies, K. (2017). How Do Hunter-Gatherer Children Learn Subsistence Skills?: A Meta-Ethnographic Review. *Human Nature*. <https://doi.org/10.1007/s12110-017-9302-2>

Lind, S. E., Williams, D. M., Raber, J., Peel, A., & Bowler, D. M. (2013). Spatial navigation impairments among intellectually high-functioning adults with autism spectrum disorder: Exploring relations with theory of mind, episodic memory, and episodic future thinking. *Journal of Abnormal Psychology*, 122(4), 1189–1199. <https://doi.org/10.1037/a0034819>

Liss, M., Saulnier, C., Fein, D., & Kinsbourne, M. (2006). Sensory and attention abnormalities in autistic spectrum disorders. *Autism*, 10(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177/1362361306062021>

MacNeil, L. K., & Mostofsky, S. H. (2012). Specificity of dyspraxia in children with autism. *Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1037/a0026955>

Malkova, N. V., Yu, C. Z., Hsiao, E. Y., Moore, M. J., & Patterson, P. H. (2012). Maternal immune activation yields offspring displaying mouse versions of the three core symptoms of autism. *Brain, Behavior, and Immunity*. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2012.01.011>

Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C., & Prior, M. (2003). The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1205>

Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C., & Prior, M. (2003). The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1430), 393–403. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1205>

Marsh, K. L., Isenhower, R. W., Richardson, M. J., Helt, M., Verbalis, A. D., Schmidt, R. C., & Fein, D. (2013). Autism and social disconnection in interpersonal rocking. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00004>

Marshall, P. J. (2016). Embodiment and Human Development. *Child Development Perspectives*. <https://doi.org/10.1111/cdep.12190>

Maya, C., Rosetti, M. F., Pacheco-Cobos, L., & Hudson, R. (2019). Human Foragers: Searchers by Nature and Experience. *Evolutionary Psychology*. <https://doi.org/10.1177/1474704919839729>



McPartland, J. C., Reichow, B., & Volkmar, F. R. (2012). Sensitivity and specificity of proposed DSM-5 diagnostic criteria for autism spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2012.01.007>

Meaux, E., Taylor, M. J., Pang, E. W., Vara, A. S., & Batty, M. (2014). Neural substrates of numerosity estimation in autism. *Human Brain Mapping*. <https://doi.org/10.1002/hbm.22480>

Memari, A. H., Ghanouni, P., Gharibzadeh, S., Eghlidi, J., Ziaee, V., & Moshayedi, P. (2013). Postural sway patterns in children with autism spectrum disorder compared with typically developing children. *Research in Autism Spectrum Disorders*. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.09.010>

Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2003). What imitation tells us about social cognition: A rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2002.1261>

Mercier, C., Mottron, L., & Belleville, S. (2000). A psychosocial study on restricted interests in high-functioning persons with pervasive developmental disorders. *Autism*. <https://doi.org/10.1177/1362361300004004006>

Merritt, M., Varga, S., & Krueger, J. (2013). Ontogenesis of the socially extended mind. *Cognitive Systems Research*. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2013.03.001>

Minshew, N. J., Sung, K. B., Jones, B. L., & Furman, J. M. (2004). Underdevelopment of the postural control system in autism. *Neurology*. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000145771.98657.62>

Molloy, C. A., Dietrich, K. N., & Bhattacharya, A. (2003). Postural Stability in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1023/B:JADD.0000006001.00667.4c>

Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update, and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0040-7>

Nagai, Y., & Asada, M. (2015). Predictive learning of sensorimotor information as a key for cognitive development. Proceedings of the IROS 2015 Workshop on Sensorimotor Contingencies for Robotics.

Nardone, S., & Elliott, E. (2016). The interaction between the immune system and epigenetics in the etiology of autism spectrum disorders. *Frontiers in Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00329>

Newschaffer, C. J., Croen, L. A., Daniels, J., Giarelli, E., Grether, J. K., Levy, S. E., ... Windham, G. C. (2007). The Epidemiology of Autism Spectrum Disorders. *Annual Review of Public Health*. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144007>

Oberman, L. M., Hubbard, E. M., McCleery, J. P., Altschuler, E. L., Ramachandran, V. S., & Pineda, J. A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.014>

Oberman, L. M., McCleery, J. P., Hubbard, E. M., Bernier, R., Wiersema, J. R., Raymaekers, R., & Pineda, J. A. (2013). Developmental changes in mu suppression to observed and executed actions

in autism spectrum disorders. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.  
<https://doi.org/10.1093/scan/nsr097>

Oberman, L. M., & Ramachandran, V. S. (2007). The simulating social mind: The role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.2.310>

O'Regan, J. K., & Noë, A. (2001). A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01000115>

Oro, A. B., Esmer, C., & Navarro-Calvillo, M. E. (2014). Autism Spectrum Disorders in Mexico. In *Comprehensive Guide to Autism*. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4788-7\\_162](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4788-7_162)

Ozonoff, S., Iosif, A. M., Baguio, F., Cook, I. C., Hill, M. M., Hutman, T., ... Young, G. S. (2010). A Prospective Study of the Emergence of Early Behavioral Signs of Autism. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. <https://doi.org/10.1097/00004583-201003000-00009>

Paolo, E. A. Di, Rohde, M., & Jaegher, H. De. (2007). Horizons for the Enactive Mind : Values , Social Interaction , and Play Horizons for the Enactive Mind : Values , Social. (April).

Pellicano, E., Smith, A. D., Cristino, F., Hood, B. M., Briscoe, J., & Gilchrist, I. D. (2011). Children with autism are neither systematic nor optimal foragers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1014076108>

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children* New York. In International Universities Press.

Poljac, E., Hoofs, V., Princen, M. M., & Poljac, E. (2017). Understanding Behavioural Rigidity in Autism Spectrum Conditions: The Role of Intentional Control. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-3010-3>

Plummer, M. (2003). JAGS: A program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In Proceedings of the 3rd international workshop on distributed statistical computing. Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing. Vol. 124.

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512>

Puyau, M. R., Adolph, A. L., Vohra, F. A., Zakeri, I., & Butte, N. F. (2004). Prediction of activity energy expenditure using accelerometers in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000139898.30804.60>

Quintero, A. M., & De Jaegher, H. (2020). Pregnant Agencies: Movement and Participation in Maternal–Fetal Interactions. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01977>

Rajendran, G., & Mitchell, P. (2007). Cognitive theories of autism. *Developmental Review*. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.02.001>

Reddy, V., & Morris, P. (2004). Participants Don't Need Theories: Knowing Minds in Engagement. *Theory & Psychology*. <https://doi.org/10.1177/095935430404046177>

Reschke, P. J., Walle, E. A., & Dukes, D. (2017). Interpersonal Development in Infancy: The Interconnectedness of Emotion Understanding and Social Cognition. *Child Development Perspectives*. <https://doi.org/10.1111/cdep.12230>

Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (n.d.). Autism Spectrum Disorder 299.00 (F84.0). 00, 0–2.

Rietveld, E. & Kiverstein, J. (2014). A Rich Landscape of Affordances. *Ecological Psychology*.

<https://doi.org/10.1080/10407413.2014.958035>

Robertson, C. E., & Baron-Cohen, S. (2017). Sensory perception in autism. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(11), 671–684. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.112>

Robledo, J., Donnellan, A. M., & Strandt-Conroy, K. (2012). An exploration of sensory and movement differences from the perspective of individuals with autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00107>

Rosetti, M. F., Pacheco-Cobos, L., & Hudson, R. (2016). An Experimental Method For Investigating Human Searching Behavior In Large, Open Areas. *Current Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s12144-014-9297-3>

Rosetti, M. F., Ulloa, R. E., Vargas-Vargas, I. L., Reyes-Zamorano, E., Palacios-Cruz, L., De La Penã, F., ... Hudson, R. (2016). Evaluation of children with ADHD on the Ball-Search Field Task. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep19664>

Rosetti, M. F., Pacheco-cobos, L., & Hudson, R. (2015). An Experimental Method For Investigating Human Searching Behavior In Large , Open Areas. <https://doi.org/10.1007/s12144-014-9297-3>

Rosetti, M. F., Ulloa, R. E., Reyes-zamorano, E., Palacios-, L., Peña, F. De, Hudson, R., ... Palacios-, L. (2017). A novel experimental paradigm to evaluate children and adolescents diagnosed with attention-deficit / hyperactivity disorder : Comparison with two standard neuropsychological

methods. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 00(00), 1–10.  
<https://doi.org/10.1080/13803395.2017.1393501>

Rosetti, M. F., Valdez, B., & Hudson, R. (2017). Effect of spatial scale on children ' s performance in a searching task. *Journal of Environmental Psychology*, 49, 86–95.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.12.004>

Rosetti, M. F., Ulloa, R. E., Palacios-Cruz, L., Hudson, R., & de la Peña, F. (2018). Out of the office and into the field: Exploring neuropsychological correlates between search behavior and a traditional desktop task in children and adolescents with ADHD. *Salud Mental*.  
<https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2018.039>

Roy, A., Allain, P., Roulin, J. L., Fournet, N., & Le Gall, D. (2015). Ecological approach of executive functions using the Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome for Children (BADS-C): Developmental and validity study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*.  
<https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1072138>

Rouder, J. N., Speckman, P. L., Sun, D., Morey, R. D., & Iverson, G. A Bayes Factor Calculation for Accepting the Null Hypothesis.

Russell, J., & Hill, E. L. (2001). Action-monitoring and intention reporting in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*.  
<https://doi.org/10.1017/S0021963001006874>

Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). *Autism diagnostic interview-revised*. Los Angeles, CA: *Western Psychological Services*, 29(2003), 30.

Rynkiewicz, A., & Łucka, I. (2018). Autism spectrum disorder (ASD) in girls. Co-occurring psychopathology. Sex differences in clinical manifestation. *Psychiatria Polska*.  
<https://doi.org/10.12740/pp/onlinefirst/58837>

Rynkiewicz, A., Schuller, B., Marchi, E., Piana, S., Camurri, A., Lassalle, A., & Baron-Cohen, S. (2016). An investigation of the “female camouflage effect” in autism using a computerized ADOS-2 and a test of sex/gender differences. *Molecular Autism*. <https://doi.org/10.1186/s13229-016-0073-0>

Sharpe, D. L., & Baker, D. L. (2011). The financial side of autism: Private and public costs. *A comprehensive book on autism spectrum disorders*, 275.

Sheffer, E. (2018). *Asperger's children: The origins of autism in Nazi Vienna*. WW Norton & Company.

Schilbach, L. (2010). A second-person approach to other minds. *Nature Reviews Neuroscience*.  
<https://doi.org/10.1038/nrn2805-c1>

Schilbach, L., Timmermans, B., Reddy, V., Costall, A., Bente, G., Schlicht, T., & Vogeley, K. (2013). Toward a second-person neuroscience. *Behavioral and Brain Sciences*.  
<https://doi.org/10.1017/S0140525X12000660>

Schmuckler, M. A. (2001). What is Ecological Validity? A Dimensional Analysis. *Infancy*.  
[https://doi.org/10.1207/S15327078IN0204\\_02](https://doi.org/10.1207/S15327078IN0204_02)

- Schneider, M., Myin, E., & Myin-Germeys, I. (2019). Is theory of mind a prerequisite for social interactions? A study in psychotic disorder. *Psychological Medicine*. <https://doi.org/10.1017/S0033291719000540>
- Shastry, B. S. (2003). Molecular genetics of autism spectrum disorders. *Journal of Human Genetics*. <https://doi.org/10.1007/s10038-003-0064-9>
- Siegal, M., & Blades, M. (2003). Language and auditory processing in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(9), 378–380. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00194-3](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00194-3)
- Silka, V. R., & Hurley, A. D. (2002). Rapid visual-motion integration deficit in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 2002 Nov;(11), 11.
- Smith, L. B. (2006). *Movement Matters: The Contributions of Esther Thelen*. *Biological Theory*. <https://doi.org/10.1162/biot.2006.1.1.87>
- Smith, L. B., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in Cognitive Sciences*. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00156-6](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00156-6)
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life*. <https://doi.org/10.1162/1064546053278973>
- Spaulding, S. (2010). Embodied cognition and mindreading. *Mind and Language*, 25(1), 119–140. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0017.2009.01383.x>
- Steele, S. D., Minshew, N. J., Luna, B., & Sweeney, J. A. (2007). Spatial working memory deficits in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0202-2>



- Tanaka, S. (2017). Intercorporeality and aida: Developing an interaction theory of social cognition. *Theory and Psychology*. <https://doi.org/10.1177/0959354317702543>
- Tavassoli, T., Miller, L. J., Schoen, S. A., Nielsen, D. M., & Baron-Cohen, S. (2014). Sensory over-responsivity in adults with autism spectrum conditions. *Autism*. <https://doi.org/10.1177/1362361313477246>
- Thelen, E., Kelso, J. A. S., & Fogel, A. (1987). Self-organizing systems and infant motor development. *Developmental Review*. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(87\)90004-9](https://doi.org/10.1016/0273-2297(87)90004-9)
- Thelen, E., Kelso, J. A. S., & Fogel, A. (1987). Self-organizing systems and infant motor development. *Developmental Review*. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(87\)90004-9](https://doi.org/10.1016/0273-2297(87)90004-9)
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003910>
- Thompson, E. (2010). *Mind in life*. Harvard University Press.
- Thompson, E. (2005). Sensorimotor subjectivity and the enactive approach to experience. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4(4), 407–427. <https://doi.org/10.1007/s11097-005-9003-x>
- Thompson, E., & Varela, F. J. (2001). Radical embodiment: Neural dynamics and consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01750-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01750-2)
- Tome, M. W. (1989). Food patch depletion by ruddy ducks: foraging by expectation rules. *Canadian Journal of Zoology*. <https://doi.org/10.1139/z89-390>

- Torres, E. B., Brincker, M., Isenhower, R. W., Yanovich, P., Stigler, K., Nurnberger, J., ... José, J. V. (2013). Autism: The Micro-Movement perspective. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00032>
- Torres, E. B. (2013). Atypical signatures of motor variability found in an individual with ASD. *Neurocase*. <https://doi.org/10.1080/13554794.2011.654224>
- Trevarthen, C., & Daniel, S. (2005). Disorganized rhythm and synchrony: Early signs of autism and Rett syndrome. *Brain and Development*. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2005.03.016>
- Trevarthen, C., & Delafield-Butt, J. T. (2013). Autism as a developmental disorder in intentional movement and affective engagement. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00049>
- Trikalinos, T. A., Karvouni, A., Zintzaras, E., Ylisaukko-oja, T., Peltonen, L., Järvelä, I., & Ioannidis, J. P. A. (2006). A heterogeneity-based genome search meta-analysis for autism-spectrum disorders. *Molecular Psychiatry*. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001750>
- Turi, M., Burr, D. C., Iglizzi, R., Aagten-Murphy, D., Muratori, F., & Pellicano, E. (2015). Children with autism spectrum disorder show reduced adaptation to number. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504099112>
- Turner-Brown, L. M., Lam, K. S., Holtzclaw, T. N., Dichter, G. S., & Bodfish, J. W. (2011). Phenomenology and measurement of circumscribed interests in autism spectrum disorders. *Autism*, 15(4), 437-456.

Van Der Hallen, R., Evers, K., Brewaeys, K., Van Den Noortgate, W., & Wagemans, J. (2015). Global processing takes time: A meta-analysis on local-global visual processing in ASD. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/bul0000004>

Van Tongerloo, M. A., Van Wijngaarden, P. J., Van der Gaag, R. J., & Lagro-Janssen, A. L. (2015). Raising a child with an Autism Spectrum Disorder: 'If this were a partner relationship, I would have quit ages ago'. *Family practice*, 32(1), 88-93.

Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2016). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT press.

Vasterling, V. (2015). Heidegger's hermeneutic account of cognition. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11097-014-9409-4>

Villalobos, M., & Silverman, D. (2018). Extended functionalism, radical enactivism, and the autopoietic theory of cognition: prospects for a full revolution in cognitive science. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s11097-017-9542-y>

Vinden, P. G. (1996). Junin Quechua Children's Understanding of Mind. *Child Development*. <https://doi.org/10.2307/1131726>

Volkmar, F. R., & Wiesner, L. A. (2017). Essential Clinical Guide to Understanding and Treating Autism. In *Essential Clinical Guide to Understanding and Treating Autism*. <https://doi.org/10.1002/9781119426981>

Wagemans, J., Feldman, J., Gepshtein, S., Kimchi, R., Pomerantz, J. R., Van der Helm, P. A., & Van Leeuwen, C. (2012). A century of Gestalt psychology in visual perception: II. Conceptual and theoretical foundations. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/a0029334>

Wagenmakers, E.-J., Lee, M., Lodewyckx, T., & Iverson, G. J. (2008). Bayesian Versus Frequentist Inference. In *Bayesian Evaluation of Informative Hypotheses*. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09612-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09612-4_9)

Weber, A., & Varela, F. J. (2002). Life after Kant: Natural purposes and the autopoietic foundations of biological individuality. 97–125.

Wetherby, A. M., Woods, J., Allen, L., Cleary, J., Dickinson, H., & Lord, C. (2004). Early indicators of autism spectrum disorders in the second year of life. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-004-2544-y>

Wheeler, M. (2017). The Revolution will not be Optimised: Radical Enactivism, Extended Functionalism and the Extensive Mind. *Topoi*. <https://doi.org/10.1007/s11245-015-9356-x>

Wilson, Robert A. and Foglia, Lucia, "Embodied Cognition", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/embodied-cognition/>

Whyatt, C., & Craig, C. (2013). Sensory-motor problems in autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00051>

Wilson, A. E., Smith, M. D., & Ross, H. S. (2003). The Nature and Effects of Young Children's Lies. *Social Development*. <https://doi.org/10.1111/1467-9507.00220>

Wing, L. (1997). The history of ideas on autism - Legends, myths and reality. *Autism*.  
<https://doi.org/10.1177/1362361397011004>

Witt, J. K., & Riley, M. A. (2014). Discovering your inner Gibson: Reconciling action-specific and ecological approaches to perception–action. *Psychonomic Bulletin and Review*.  
<https://doi.org/10.3758/s13423-014-0623-4>

Xu, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00395.x>

Young, I. M. (2006). On Female Body Experience: “Throwing Like a Girl” and Other Essays. In *On Female Body Experience: “Throwing Like a Girl” and Other Essays*.  
<https://doi.org/10.1093/0195161920.001.0001>

Zapata-Fonseca, L., Dotov, D., Fossion, R., Froese, T., Schilbach, L., Vogeley, K., & Timmermans, B. (2019). Multi-scale coordination of distinctive movement patterns during embodied interaction between adults with high-functioning autism and neurotypicals. *Frontiers in Psychology*, 9(JAN), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02760>

## MATERIAL SUPLEMENTARIO

### Apéndice 1.

#### *Formato de entrevista de datos sociodemográficos.*

El formato de datos sociodemográficos fue aplicado con las cuidadoras principales del grupo con diagnóstico de TEA por vía telefónica. Contiene información relativa a las características de la familia del participante, así como propiedades del participante en sí.

Nombre del Entrevistador:

Nombre del Participante:

Día y fecha de aplicación:

Hora de aplicación:

Día:

Iniciales de la persona entrevistada:

#### *INSTRUCCIONES*

A continuación, voy a leer una serie de preguntas relacionadas con la familia y con las características del niño con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista (TEA). Esta primera sección está enfocada a conocer las características de la familia del niño con diagnóstico de trastorno del espectro autista (TEA) voy a iniciar con algunas preguntas acerca de usted y luego del resto de los integrantes.

#### *SECCIÓN A. DATOS DEL FAMILIAR*

1. ¿Qué parentesco tiene usted con el niño que padece el Trastorno del Espectro Autista (TEA)?

- Madre
- Padre
- Tío (a)

- Abuelo (a)
- Otro (por favor, especifique)

2. ¿Usted hasta que año estudió?

- Primaria incompleta
- Primaria completa
- Secundaria
- Preparatoria
- Licenciatura
- Posgrado
- Sin estudios

3. ¿Cuántas personas viven con el niño que tiene el diagnóstico de TEA? (incluye al niño)

4. ¿El niño vive con papá y mamá biológicos?

- Familia Monoparental
- Familia Biparental
- Familia Reconstituida

5. ¿Quién es el cuidador(a) principal del niño(a) con el diagnóstico de autismo (TEA)?

- Madre
- Padre
- Hermano (a)
- Abuelo (a)
- Otro. Indique cual:

6. ¿Qué edad tiene el padre biológico del niño(a) con TEA?

7. ¿Qué edad tiene la madre biológica del niño(a) con TEA?

8. A continuación voy a mostrarle una tabla que muestra algunas cantidades, por favor indíqueme

el número que mas se acerca al ingreso mensual de su familia

- Menor o igual a 4 mil pesos
- De 4,500 a 9,000 pesos

- De 9,000 a 1,8000 pesos
- De 30,000 a 40,000 pesos
- De 40,000 a 50,000 pesos
- Más de 100,000 pesos

9. ¿Cuántas personas dependen de ese ingreso familiar?

10. ¿Puede decirme el número de focos con los que cuenta el interior de la vivienda que habita el niño?

11. En su familia ¿existen otro(s) adultos o niños que cuenten con el diagnóstico del espectro autista (TEA)? SI PASE A LA PREGUNTA 12 NO PASE A LA PREGUNTA 13

Sospecho de: PASE A LA PREGUNTA 12

12. ¿Esta persona qué parentesco tiene con el niño(a) que padece autismo (TEA)? Nota: Si es hermano del niño con autismo anote qué lugar ocupa este niño(a) entre los hermanos (as):

*SECCIÓN B. DATOS DEL NIÑO (a) O ADOLESCENTE CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA.*

13. Indique la fecha de nacimiento del niño (a) con diagnóstico de TEA.

14. Indique el sexo del niño(a) con diagnóstico de TEA

15. ¿Qué número ocupa entre los hermanos el niño (a) con el diagnóstico de TEA?

16. Indique si el niño(a) o adolescente se encuentra cursando alguna de las siguientes escuelas:

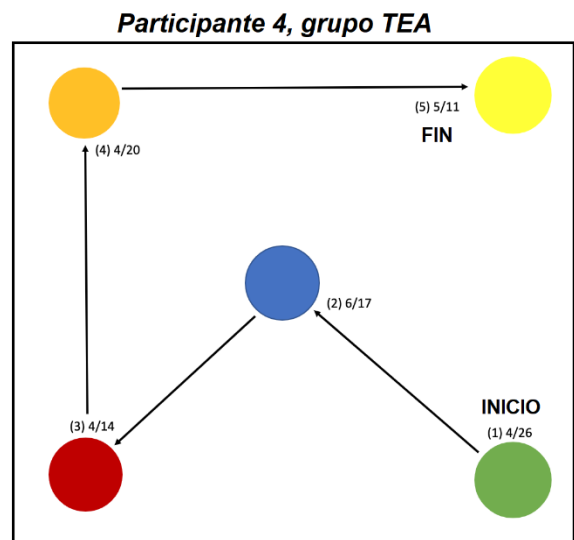
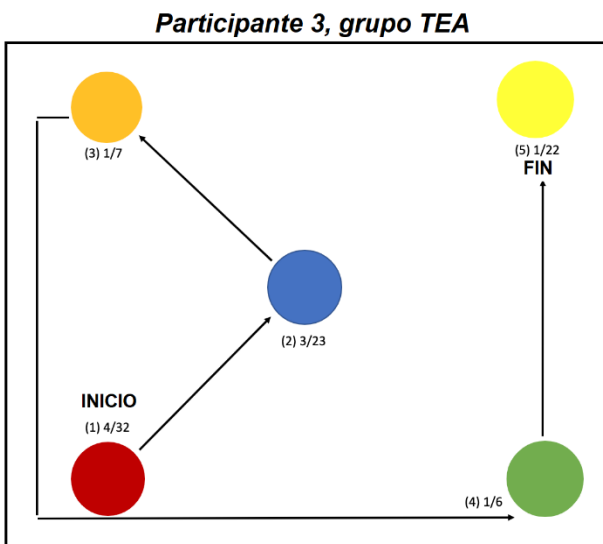
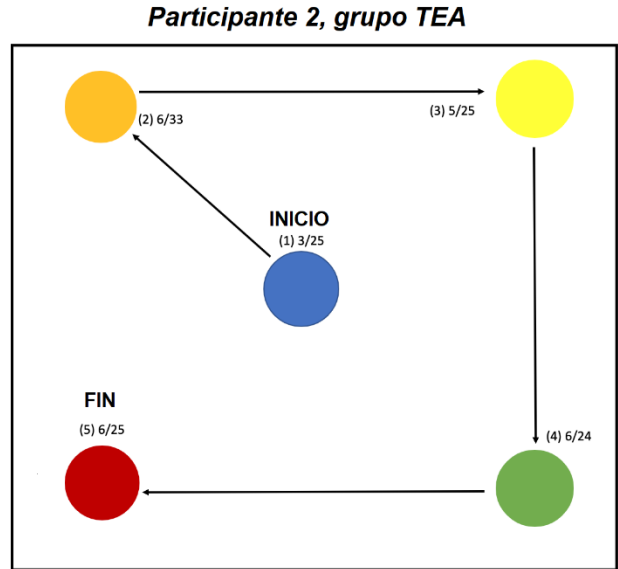
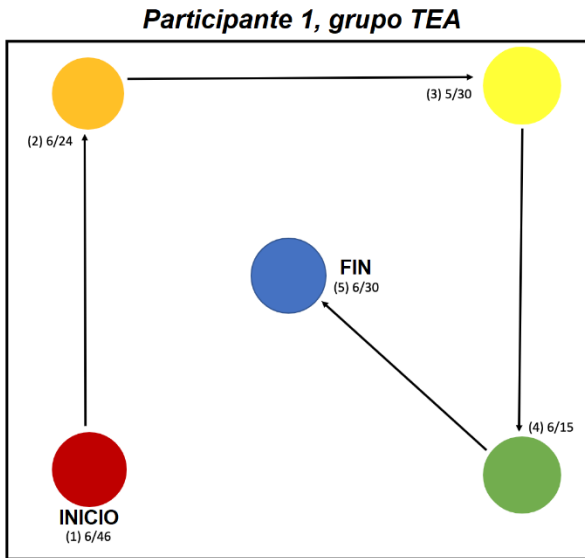
- Escuela Regular Primaria
- Escuela Regular con Apoyo
  - Primaria con USAER o UDEI (Unidad de Educación Especial Intensiva)
- Escuela de educación especial
  - Centro de Atención Múltiple (CAM)
  - Asociación Civil



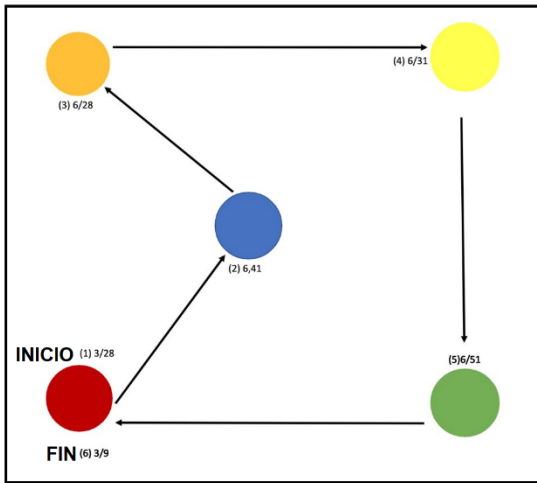
- Ninguna de las anteriores

Apéndice 2.

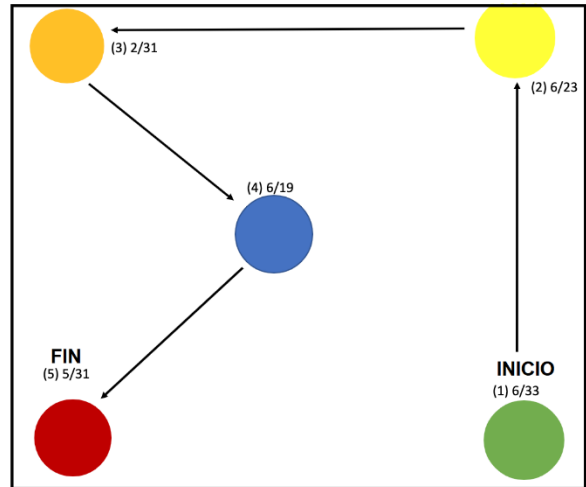
Trayectorias de Búsqueda del grupo con diagnóstico de TEA (n=10).



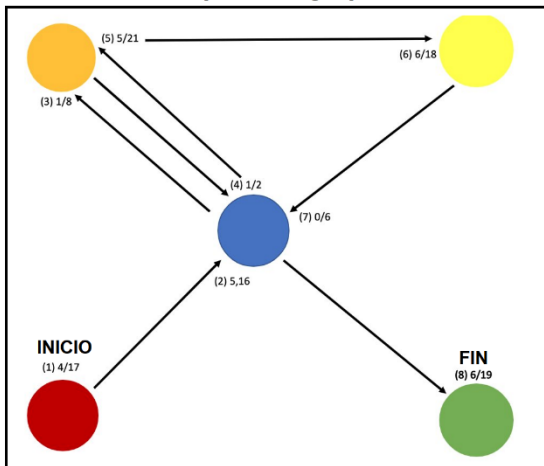
**Participante 5, grupo TEA**



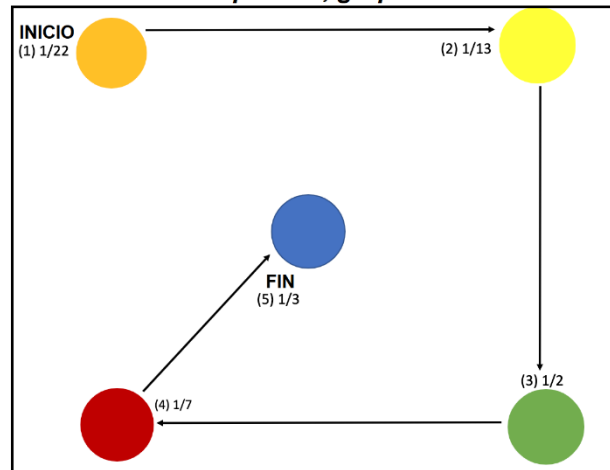
**Participante 6, grupo TEA**

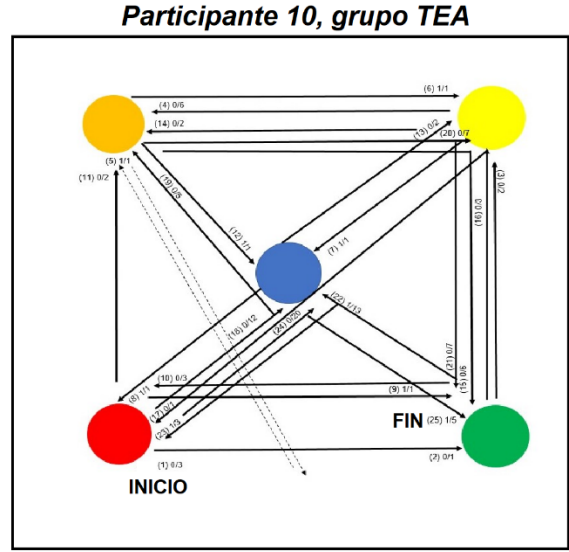
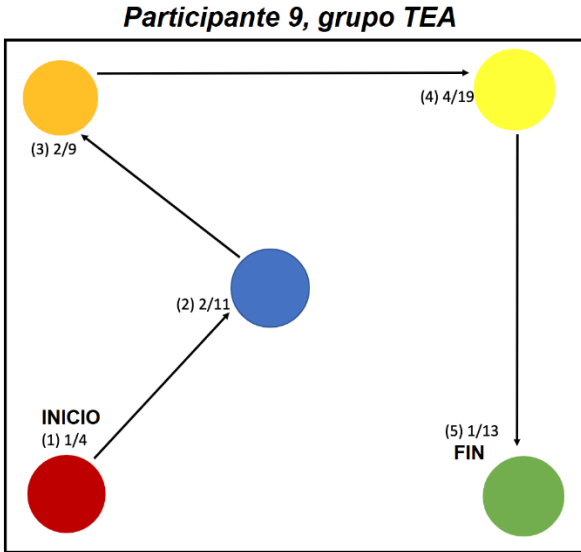


**Participante 7, grupo TEA**



**Participante 8, grupo TEA**





Nota del Apéndice 2: Se muestran las trayectorias recorridas por los participantes del grupo con TEA; entre paréntesis el número de parche visitado en la secuencia, seguido del número de pelotas encontradas y el número de conos levantados en cada parche.