



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**¿Rápido o lento? La velocidad de presentación y el  
rendimiento cognitivo en los TEA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**JARETH JOELYN LÓPEZ ALVAREZ**

**DIRECTOR:**

**DR. FELIPE CRUZ PÉREZ**

**REVISORA:**

**MTRA. ISABEL TORRES KNOOP**

**SÍNODO:**

**DRA. GABRIELA OROZCO CALDERÓN**

**DRA. MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES**

**LIC. ASUCENA LOZANO GUTIÉRREZ**

Ciudad Universitaria, CD. MX., 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

*A mis papás  
por acompañarme en cada momento  
y ser mi lugar seguro...*

*“The brain is the most complex mass of protoplasm on this earth. It only  
weighs 3 pounds, but it has the capacity to conceive of a universe a  
billion light-years across. Isn't that phenomenal?”*

*-Marian Diamond*

## **Agradecimientos Académicos**

Al **Dr. Felipe Cruz**, por brindarme la oportunidad de integrarme a su equipo de trabajo, guiarme durante el desarrollo de este proyecto y aprender constantemente durante el mismo. Gracias por su dedicación, tiempo, apoyo y acompañamiento durante mi formación profesional en el maravilloso mundo de la neuropsicología y también en mi crecimiento personal. Gracias por aceptar participar en mi investigación siendo mi director de tesis y sobre todo por compartir siempre sus conocimientos, experiencia y amor por el área.

A la **Mtra. Isabel Torres Knoop**, por ser parte de mi formación dentro del área desde tercer semestre. Por apoyarme y guiarme en el camino para descubrir mis intereses y motivaciones dentro de la neuropsicología y la intervención clínica. Sus consejos y conocimientos durante estos años han sido parte fundamental de mi crecimiento. Gracias por compartir siempre tiempo, palabras y espacios de aprendizaje, incluso a la distancia.

A los **menores** pertenecientes a los grupos terapéuticos **de ASPIS, CANPSI y demás instancias** que colaboraron en el estudio, por dejarme aprender de ellos, conocer a mayor profundidad el espectro, reestructurar la concepción del autismo como una respuesta adaptativa y no como un ente patológico y trabajar para mejorar en la calidad de la conceptualización y el abordaje clínico de la condición. En una sesión de evaluación, conocí historias maravillosas con cada uno de ustedes.

Al **Comité Sinodal**, Dra. Gabriela Orozco, Dra. Maura Ramírez y Lic. Asucena Lozano por su tiempo y dedicación al revisar este documento. Sus comentarios y sugerencias fueron muy importantes para la culminación de esta tesis.

Al **equipo terapéutico del Centro de Atención Neuropsicológica Integral “CANPSI”**, por sus valiosas, complejas y objetivas observaciones durante los seminarios en los que esta tesis fue tomando forma. Por permitirme aprender de cada uno de ustedes y aportar de manera significativa a este proyecto. En especial, a la Mtra. Elizabeth Mandujano, por orientarme, guiarme y compartir sus conocimientos en diversas áreas, el desarrollo de este proyecto se vio fortalecido con sus observaciones.

A la **Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México**, por formarme y aportarme los conocimientos necesarios para desarrollarme en el ámbito de la Psicología. Por ser mi hogar durante 4 años, brindarme las herramientas necesarias para cumplir mis metas y cruzarme con increíbles personas y profesionales, en especial a los miembros del área de psicobiología y neurociencias y a mis profesores de la Universidad Autónoma de Madrid que compartieron conmigo el apasionante mundo de las neurociencias y la neuropsicología.

## Agradecimientos Personales

A mi **mamá**. Por invertir tantos años de su vida en mi formación personal y profesional, por impulsarme a cumplir mis sueños, por nunca soltarme y siempre acompañarme en los días más grises y en los más felices. Por su paciencia y amor, sin su apoyo, consejos y su sabiduría nada sería posible. Gracias por tomarme de la mano desde el primer día que llegué a este mundo y nunca soltarme.

A mi **papá**. Por brindarme las herramientas necesarias para aprender a vivir. Por enseñarme que trabajando duro y esforzándote, puedes lograr cosas impensables. Gracias por enseñarme que en situaciones difíciles hay que tener la “mente fría para saber actuar y manos calientes para tener calma”, tu sabiduría y apoyo han sido una guía importante para muchos objetivos.

A mi **hermana**. Por siempre tener las palabras acertadas cuando llego a juzgarme de más. Por enseñarme a confiar, a disfrutar de la vida y priorizar las experiencias sobre lo material. Gracias por estar en cada momento, en cada meta y en cada proceso, por ser el mejor ejemplo de hermana mayor.

A mi mejor amigo, **Scott**. Porque mi vida ha sido mejor desde que llegó a ella. Porque el tenerlo en su cama dormido a mi lado mientras redactaba este proyecto me enseñó que el amor sincero e incondicional sólo se puede encontrar en un ser de cuatro patas.

A **Aline, Viridiana, Luis y Dalia**. Aline, por acompañarme desde el inicio de este viaje y por impulsarme a tomar riesgos que me cambiaron totalmente la vida. Gracias por estar desde Groningen hasta Madrid. Viri, por ser siempre un lugar de luz, por permitirme conocer el significado de amistad y crecer juntas, gracias por todo lo vivido. Luish, por tu apoyo en cada momento que pasamos durante la carrera, por compartir risas y aprendizajes que se quedan en mi memoria. Y Dalia, por todos los viajes de camino a la Facultad y a casa, por los momentos en cada clase y por siempre ser esa chispa de alegría, espero nunca tengamos conflicto de interés. Su amistad fue de las mejores experiencias que la universidad me brindó.

A **Ruth**. Por estar siempre y específicamente desde el inicio de este proyecto hasta el final. Por escucharme y apoyarme cuando las cosas se pusieron más difíciles, tu amistad siempre está incluso a la distancia.

A **Lizeth, Alejandro y Kathya**. Por estar, por ser y acompañarme en cada etapa de mi vida durante 13 años. Porque su amistad ha sido un pilar importante para mí y porque a pesar de todo, siguen presentes compartiendo momentos y experiencias.

A **mí, Jareth**. Por redescubrirte durante este proceso, por la perseverancia y dedicación que siempre le pones a cada proyecto. Después de mucho esfuerzo, lo lograste y debes sentirte orgullosa.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Glosario</b> .....	1
<b>Resumen</b> .....	3
<b>Introducción</b> .....	4
<b>Capítulo 1. Trastorno del Espectro Autista (TEA)</b> .....	6
<b>1.1. El TEA en la Clasificación del DSM-5</b> .....	6
<b>1.2. El TEA en la clasificación de la CIE-11</b> .....	9
<b>1.3. Breve historia: de la psicosis infantil al Trastorno del Espectro Autista.</b> .....	11
<b>1.4. Perfil Cognitivo en el Trastorno del Espectro Autista</b> .....	16
<b>1.4.1. Implicación del procesamiento temporoespacial en las dificultades cognitivas</b> .....	20
<b>Capítulo 2. Neurodesarrollo y Procesos Cognitivos</b> .....	22
<b>2.1. Comprensión de Lenguaje</b> .....	26
<b>2.1.1 Desarrollo del proceso en el TEA y correlatos neuroanatómicos</b> .....	31
<b>2.2. Secuencialidad Motora</b> .....	38
<b>2.2.1. Desarrollo del proceso en el TEA y correlatos neuroanatómicos</b> .....	42
<b>Capítulo 3. Aproximaciones Explicativas en torno al TEA.</b> .....	49
<b>3.1. Teoría de la Mente, Coherencia Central Débil y Análisis de la Disfunción Ejecutiva</b> ... 50	
<b>3.2. Teoría de los Trastornos del Procesamiento Temporo-Espacial de Flujos Multisensoriales (TSPD) (Gepner, Ferón y Tardif, 2009)</b> .....	53
<b>4. Justificación</b> .....	61
<b>5. Pregunta de Investigación</b> .....	64
<b>6. Objetivos</b> .....	64
<b>6.1. Objetivo General</b> .....	64
<b>6.2. Objetivos Específicos</b> .....	64
<b>7. Método</b> .....	65
<b>7.1. Hipótesis</b> .....	65
<b>7.2. Tipo de Estudio</b> .....	66

<b>7.3. Descripción de Variables</b> .....	67
<b>7.4. Muestra de Estudio</b> .....	68
<b>7.5. Criterios de Selección de la Muestra</b> .....	68
<b>7.6. Instrumentos</b> .....	69
<b>7.7. Materiales</b> .....	71
<b>7.8. Procedimiento</b> .....	72
<b>7.9. Consideraciones Éticas</b> .....	73
<b>7.10. Análisis de Datos</b> .....	73
<b>8. Resultados</b> .....	74
<b>8.1 Datos Sociodemográficos</b> .....	74
<b>8.2 Medias generales de puntuación por velocidad de presentación en cada subprueba</b> .....	77
<b>8.3 Comparación de las puntuaciones normalizadas obtenidas bajo las variaciones de velocidad (Modalidad Normal versus Ralentizada)</b> .....	79
<b>8.4 Comparación de las puntuaciones normalizadas obtenidas en cada velocidad de presentación</b> .....	81
<b>8.5 Relación entre los puntajes normalizados obtenidos ante velocidades ralentizadas y velocidad normal</b> .....	85
<b>8.6 Relación entre los puntajes normalizados obtenidos y las diferentes velocidades de presentación</b> .....	86
<b>9. Discusión</b> .....	88
<b>10. Limitaciones y sugerencias</b> .....	99
<b>11. Conclusiones</b> .....	100
<b>12. Referencias</b> .....	101

## Glosario

**Atención conjunta:** proceso que surge cuando el bebé y su interlocutor comparten interés y concentración por un mismo objeto o situación. Es precursor del intercambio comunicativo.

**CC:** Cuerpo calloso. Tracto de sustancia blanca que conecta ambos hemisferios cerebrales.

**Circuito frontocerebeloso:** vía neural que comunica la región del lóbulo frontal con el cerebelo.

**Circuito frontoestriatal:** vía neural que conecta la región del lóbulo frontal con los ganglios basales (cuerpo estriado).

**Circunvolución angular:** estructura cerebral ubicada en el lóbulo parietal por detrás de la cisura de Silvio. En la nomenclatura de Brodmann se identifica en el área 39.

**Circunvolución supramarginal:** estructura cerebral ubicada en la parte inferior del lóbulo parietal por encima de la cisura de Silvio. En la nomenclatura de Brodmann se identifica en el área 40.

**Citoarquitectura:** patrón de distribución que presentan las células que constituyen un órgano como la corteza cerebral.

**Efecto McGurk:** fenómeno perceptivo que implica una interacción entre la audición y la visión en la percepción del habla.

**ENI-2:** Evaluación Neuropsicológica Infantil en su segunda edición.

**FA:** Fascículo arqueado. Tracto que comunica la parte posterior de la unión temporoparietal con la corteza frontal del cerebro.

**Fascículo:** proyecciones axonales que conectan áreas corticales especializadas distantes.

**FFOI:** Fascículo fronto-occipital inferior. Fascículo que conecta de la corteza frontal inferior y prefrontal dorsolateral hasta la región temporal posterior y occipital.

**FLI:** Fascículo longitudinal inferior. Tracto que comunica zonas frontales y occipitales.

**FLS:** Fascículo longitudinal superior. Tracto de asociación de largo alcance que comunica zonas temporoparietales con áreas frontales inferiores.

**FU:** Fascículo uncinado. Fascículo que comunica regiones límbicas y anteriores del lóbulo temporal con la zona orbitofrontal medial y lateral.

**Heterogeneidad:** variabilidad entre los perfiles de TEA que demuestran una diversidad funcional en los procesos cognitivos.

**Hiperconectividad corta:** mayor activación en un mismo momento de número de áreas cerebrales que se encuentran cercanas entre sí e implican la participación de tractos cortos.

**Integración multisensorial/multimodal:** procesamiento de información proveniente de diversas modalidades sensoriales en una percepción coherente e íntegra.

**K-ABC:** Batería de Evaluación de Kaufman para niños.

**Logiral:** LOGIciel de RALentissement. Aplicación digital que lentifica el sonido y la imagen de material audiovisual.

**MBD:** Desconexión-desincronía cerebral multisistémica. Aumento o disminución de la conectividad funcional y la sincronización neuronal dentro y entre múltiples regiones y fascículos.

**Metarrepresentación:** mecanismo que implica la capacidad que tienen las personas para pensar, imaginar o atribuir estados mentales a otro individuo y permite diferenciar el mundo real de las representaciones.

**NEPSY-II:** Batería Neuropsicológica Infantil en su segunda edición.

**Oraciones coordinadas:** enunciados que se conforman por dos o más oraciones que se encuentran al mismo nivel sintáctico e incluyen nexos disyuntivos, adversativos, distributivos, copulativos o explicativos.

**Palabras idiosincráticas:** palabras con significado inusual. La palabra es correcta pero no su uso como puede ser llamar a las personas por números.

**Palabras polisémicas:** aquellas palabras que pueden tener más de un significado.

**Procesamiento temporoespacial:** procesamiento de estímulos multisensoriales dinámicos en línea, asociados bajo patrones significativos y coherentes capaces de producir ajustes sensoriomotores en tiempo real.

**Protoconversaciones:** primeros indicios de interacción social en el bebé al realizar el intercambio comunicativo por medio de sonidos.

**Ralentización:** disminución de la velocidad de una actividad, proceso o presentación.

**Redes perisilvianas:** comunicación neuronal que se establece entre las áreas cercanas a la cisura de Silvio e involucran a las regiones frontales, temporales y parietales con la función primordial del desarrollo de lenguaje.

**Sobreacomplamiento:** integración sensorial y motora alterada y acentuada.

**Sobrecategorización:** asociar a un solo fonema un conjunto de sonidos verbales.

**Subconectividad larga:** alteración en la coordinación o integración estructural y funcional de regiones cerebrales distantes por medio de tractos largos cuando existe una demanda ambiental.

**TEA:** Trastorno del Espectro Autista

**TSPD:** Trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales

## **Resumen**

En el Trastorno del Espectro Autista (TEA) las dificultades cognitivas son tema de interés en la investigación destacando la posible existencia de un origen principal de las disfunciones: el procesamiento temporoespacial de información de flujos multisensoriales que explicaría los retrasos en ejecución conductual frente a estímulos externos afectando la capacidad de realizar ajustes sensoriomotores durante la acción, escasa percepción del cambio y tendencia a evitar modificaciones, asociado a conectividad atípica de tractos cortos y largos. Por tal motivo, la hipótesis de los Trastornos del Procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales (TSPD) surge como supuesto de las afectaciones, luciendo prometedores rasgos de intervención mediante la ralentización audiovisual para favorecer el procesamiento de información y beneficiar el desarrollo y consolidación de procesos cognitivos afectados. Por tanto, se evaluaron los efectos al lentificar información audiovisual de subpruebas neuropsicológicas en el desempeño de 14 niños de 5 a 12 años con TEA en procesos secuenciales motores y de comprensión de lenguaje mediante la manipulación de la velocidad de presentación contrabalanceada por participante, identificando una relación importante en el rendimiento de los menores en tareas de lenguaje y siendo mayores los puntajes en la velocidad al 60%, asociándolo al beneficio funcional de tractos cortos posteriores izquierdos y largos postero-anteriores bilaterales; mientras que en tareas motoras este efecto también se presenta acentuado al 60% aunque no es significativo por aparente integridad funcional corta. En conclusión, los hallazgos demuestran correlatos entre la velocidad de presentación y el rendimiento cognitivo, permitiendo ampliar estrategias de intervención en población con TEA.

**Palabras Clave:** TEA, ralentización, conectividad, flujos multisensoriales.

## **Introducción**

En el mundo, el incremento en la prevalencia del Trastorno del Espectro Autista (TEA) que indica una tendencia global, según datos de la OMS (2022) del 0.62% y del 0.87% en el territorio nacional con base en informes de la Secretaría de Salud (2019), ha llevado a diversos investigadores a plantearse interrogantes en torno al origen de sus dificultades, la complejidad de los perfiles cognitivos y el desarrollo de estrategias de intervención capaces de favorecer la funcionalización de los menores dentro del espectro.

El trayecto para llegar hasta el punto en el que ahora se encuentran los estudios en torno al tema se ha realizado bajo distintas ciencias, instrumentos, teorías, conocimientos, etc., que han permitido identificar aspectos relevantes para su comprensión, manejo, clasificación e identificación como se describe en el primer capítulo de este escrito. No obstante, en la actualidad toman relevancia los estudios realizados bajo la perspectiva de las neurociencias al ser un trastorno del neurodesarrollo complejo, heterogéneo y diverso.

Por tal motivo, los hallazgos obtenidos mediante estudios de resonancia magnética, tomografía, tractografía, electroencefalograma, magnetoencefalograma, entre otras técnicas de neuroimagen de alta resolución temporal y espacial, han profundizado la comprensión de las dificultades cognitivas presentes en cada perfil de autismo asociándolas a temas de conectividad atípica de corto y largo alcance. Las cuales, se retoman en el segundo capítulo del documento profundizando de mayor forma en dos funciones: comprensión de lenguaje y secuencialidad motora y sus implicaciones con referentes neurobiológicos.

Son estas temáticas las que toman importancia en la actualidad para el desarrollo e implementación de estrategias de intervención neuropsicológicas adecuadas y funcionales que permitan compensar, funcionalizar y operacionalizar la información del mundo para un mejor desarrollo de los menores con autismo. Por lo cual, en el tercer capítulo se revisan las

aproximaciones teóricas desarrolladas en el campo con sus alcances y limitaciones para poder identificar la relevancia que toma dentro de las mismas; la teoría de los Trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales (TSPD) y la estrategia de la ralentización de la información para favorecer el desarrollo de funciones en la población, ambas desarrolladas por Bruno Gepner y su equipo de investigación en Francia; debido a la evidencia positiva que respalda sus estudios.

Sin embargo, en nuestro país el desarrollo de técnicas de intervención neuropsicológicas efectivas y con base en evidencia, son pocas o no aplicables en general debido a la heterogeneidad del trastorno. Por lo que la aplicación del paradigma de Gepner en la población mexicana permitió conocer si los hallazgos obtenidos en niños franceses son replicables en los menores de nuestro país que tienen como lengua materna el español y que se encuentran dentro del espectro, dando respuesta a las interrogantes planteadas al inicio del proyecto tales como: ¿qué efecto tiene la presentación ralentizada (tres velocidades de presentación) de estímulos auditivos y visuales de pruebas neuropsicológicas en el desempeño de niños con diagnóstico de TEA en procesos secuenciales motores y de comprensión de lenguaje?, y que se explican y profundizan en el apartado de resultados y discusión.

Por lo anterior, el desarrollo y aplicación de este proyecto es de relevancia al implementar un paradigma reciente con base en evidencia de estudios neuropsicológicos, clínicos, neurológicos, genéticos y metodológicos en nuestro país brindando alternativas de intervención y comprensión en el manejo de la población con TEA; así como introducir un campo de investigación actual con perspectivas que consideran la heterogeneidad del autismo como una nueva línea de investigación.

## Capítulo 1. Trastorno del Espectro Autista (TEA)

*Debemos entender el "comportamiento autista" como una respuesta adaptativa en vez de como una patología.*

*-Mercedes Belinchón*

Hablar del Trastorno del Espectro Autista (TEA), es referirse a un trastorno perteneciente a las alteraciones del neurodesarrollo de tipo complejo, heterogéneo y con una diversidad funcional, debido a que conlleva una serie de atipicidades que complejizan el desarrollo intelectual y se manifiesta en perturbaciones conductuales desde edades tempranas. Dentro de sus características se identifican déficits en la interacción social, desarrollo del lenguaje y habilidades de comunicación; además de afecciones en las habilidades socioemocionales y patrones conductuales rígidos y repetitivos (Rojas et al., 2019; Hervás et al., 2017; Craig et al., 2017).

Con el paso del tiempo y de las investigaciones realizadas; la conceptualización, definición y criterios diagnósticos del TEA han ido evolucionando, delimitándose y ajustándose según el abordaje clínico y la comprensión etiológica del mismo. Permitiendo así, clasificar los datos obtenidos y la información recabada en torno al tema en dos grandes sistemas diagnósticos mundialmente utilizados: el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM, por sus siglas en inglés) y la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE por sus siglas en inglés) que a continuación se describen (Hervás et al., 2017; Doernberg et al., 2016; Volkmar et al., 2014).

### **1.1. El TEA en la Clasificación del DSM-5**

La publicación de la actual versión del DSM-5 (APA, 2014) modificó en su totalidad la conceptualización, el abordaje y los criterios clínicos diagnósticos que se habían mantenido

en su versión anterior (DSM-IV-TR), presentando como principal cambio la eliminación abrupta de las subcategorías incluidas de forma independiente (trastorno autista, síndrome de Asperger, trastorno de Rett, trastorno desintegrativo infantil y trastorno generalizado del desarrollo no especificado); para crear un concepto dimensional del autismo que engloba una nomenclatura común denominada “Trastorno del Espectro Autista” (Hervás, et al., 2017).

Es a partir del surgimiento de esta nueva categoría que se reestructura la definición del TEA con base en los criterios diagnósticos establecidos en el DSM-5 (APA, 2014, pp 50-51) que a continuación se describen:

- A. Deficiencias constantes en la comunicación e interacción social generalizado en diversos contextos y manifestado en reciprocidad socioemocional, comunicación no verbal; y desarrollo, comprensión y mantenimiento de relaciones sociales.
- B. Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses, o actividades. Incluyendo movimientos, uso de objetos o hablas estereotipadas, insistencia e inflexibilidad en las rutinas monótonas, intereses atípicos y restringidos e hipohiperreactividad a estímulos sensoriales o interés poco común en aspectos sensoriales externos.
- C. Los síntomas deben presentarse desde etapas tempranas del desarrollo, aunque pueden no aparecer totalmente hasta el inicio de actividades que demanden la interacción social y superen las habilidades del menor.
- D. Los síntomas provocan un deterioro clínicamente significativo en el aspecto social, laboral u otras áreas de funcionamiento.
- E. Las alteraciones no se explican mejor por discapacidad intelectual o retraso global del desarrollo, aunque no excluyen su comorbilidad.

Otra transformación que se realizó en esta versión involucra el establecimiento de tres grados de severidad:

- Grado 3 “necesita ayuda muy notable”
- Grado 2 “necesita ayuda notable”
- Grado 1 “necesita ayuda”

Determinados con base en los síntomas de comunicación social y comportamientos restringidos; sin embargo, es importante señalar que dichos niveles no consideran la capacidad cognitiva individual y; por ende, no pueden utilizarse para establecer una jerarquía en los objetivos de intervención (Hervás et al., 2017; APA, 2014; Volkmar et al., 2014).

Es en función de estas modificaciones en el enfoque de criterios diagnósticos que en la conceptualización actual del Trastorno del Espectro Autista se logran identificar dos corrientes teóricas. Una de ellas permite comprender la justificación de definir como “espectro” al TEA y es en la que se sustentan actualmente las clasificaciones del DSM-5 y la CIE-11 y la otra aborda el mismo como una noción politética y va más acorde con la concepción propuesta por la anterior CIE-10.

La primera noción lo explica como una condición que atraviesa por un continuo que varía en grados de disfunción y severidad siendo el Síndrome de Asperger el de menor afectación y de “alto funcionamiento”; y el autismo aquel grado de afección más significativo, determinados con base en el Coeficiente Intelectual (CI) (rango de 67 a 127, obtenido con las escalas Wechsler) y en la evaluación de las funciones cognitivas (Zurita, 2019).

Desde la publicación de la quinta edición del DSM, se han realizado muchas investigaciones en torno a los cambios en los criterios diagnósticos debido al interés en explorar la posibilidad de que la población de individuos diagnosticados bajo las especificaciones anteriores, pudiera encajar con las nuevas determinantes.

Puntualmente las principales limitantes a las que se ha enfrentado esta nueva versión radican en la dificultad para identificar uno de los síntomas clave (conductas repetitivas y restringidas) en niños pequeños; ya que, estudios publicados e incluidos en la revisión realizada por Volkmar et al., (2014), demuestran que para corroborar la presencia o ausencia de este comportamiento son necesarios métodos de evaluación muy rigurosos y específicos, además de pericia clínica y objetividad en la observación reportada por los padres de los menores.

De no ser así, esta 5ta edición atraviesa con dificultades para el diagnóstico y detección temprana de casos con TEA en los menores; así como en aquellos individuos considerados de alto funcionamiento o con los que cumplen los criterios de la versión anterior (DSM-IV-TR) debido a que en estos grupos, se identifica una especificidad alta pero una sensibilidad reducida que descarta el trastorno cuando otros síntomas lo corroboran (Frances y Widiger, 2012, Jones 2021, Regier et al., 2013 citados en Volkmar et al., 2014).

## **1.2. El TEA en la clasificación de la CIE-11**

Como se señaló anteriormente, la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, es el otro sistema de organización que tiene como objetivo principal, como su nombre lo indica, clasificar las alteraciones en la salud ya sea física o mental sin pretender ser un manual diagnóstico como el DSM (Doernberg et al., 2016).

En la CIE-11, la versión oficial más actualizada de este compilado estadístico, el autismo se encuentra definido bajo la conceptualización general de “Trastornos del Neurodesarrollo”, debido a que presenta como características comunes alteraciones cognitivas y comportamentales con inicio durante la infancia que implican deterioro en la adquisición y ejecución de funciones relacionadas con la maduración del sistema nervioso central como lo son el funcionamiento intelectual, habilidades visuoespaciales, lenguaje, coordinación motriz, etc. (WHO, 2019).

Dentro de esta categorización general, la subcategoría “Trastorno del Espectro Autista” (código 6A02) agrupa a los anteriormente definidos en la CIE-10 como “Trastornos Generalizados del Desarrollo” en la cual, se definen como principales criterios descriptivos las alteraciones en la capacidad para iniciar y sostener intercambios comunicativos y sociales, la presencia de patrones comportamentales e intereses restringidos e inflexibles. Dichas anomalías tienen inicio en la infancia, pero los síntomas pueden presentarse plenamente más tarde en el desarrollo cuando el contexto ambiental sobrepasa las capacidades del menor.

Esta serie de dificultades afectan en conjunto a la funcionalidad de la persona en diversos ámbitos de su vida tales como la esfera personal, familiar, social, educativa, ocupacional, etc., además es común exhibir una gama completa y heterogénea de capacidades de funcionamiento intelectual y habilidades de lenguaje las cuales se desglosan en diversas categorías en la CIE-11 (WHO, 2019).

Como se puede observar, este modelo de clasificación es muy similar con la versión actual del DSM y difiere en el fundamento teórico con la anterior CIE-10; no obstante, las subcategorías que considera esta versión actualizada reestructuran y reformulan la versión política del autismo en una delimitación de la heterogeneidad con la que se puede presentar

el TEA contemplando como criterio determinante de cada perfil el desarrollo intelectual y el lenguaje funcional.

Como se analizó en los párrafos anteriores, los sistemas de clasificación permiten organizar y estructurar los avances de la ciencia con relación a los trastornos mentales para un mejor manejo clínico, diagnóstico, intervención, investigación y divulgación. Son sistemas dinámicos y cambiantes que facilitan la guía para el diagnóstico en el TEA, un trastorno complejo que implica un conocimiento profundo del desarrollo neurológico, socioemocional y conductual; por lo cual, la conjunción de ambas clasificaciones y perspectivas teóricas permiten una valoración completa que considera la evolución de diversas expresiones fenotípicas y su funcionalidad tomando relevancia en la manifestación específica de cada cuadro incluido en el espectro; lo que conlleva el no considerarlos como iguales ni excluyentes sino como complejos, heterogéneos y neurodiversos (Zurita, 2019; Doernberg et al., 2016).

### **1. 3. Breve historia: de la psicosis infantil al Trastorno del Espectro Autista.**

Cuando se describe la cronología por la cual ha transitado el TEA y los contextos de su evolución, los escritos siempre mencionan que los inicios del cuadro se ubican en los estudios realizados por Hans Asperger y Leo Kanner; no obstante, estos autores deben ser considerados pioneros en la concepción moderna del trastorno, pero no los primeros en describir los rasgos y conductas del autismo (Belinchón, 2021).

Como menciona Feinstein en su libro *“Historia del Autismo: conversaciones con sus pioneros”* (2010), los primeros reportes de autismo en la historia de la humanidad nos remontan al caso de Víctor, el denominado “el niño salvaje de Aveyron” descrito por el médico francés Jean-Marc Gaspard Itard a principios del siglo XIX, que en su momento fue

asociado a cuadros de **psicosis infantiles** resultado de alteraciones psicodinámicas de la relación padre-hijo (Belinchón, 2021; Cruz et al., 2015).

Posteriormente, en 1912 bajo la misma línea interpretativa de psicosis infantil, el psiquiatra suizo Paul Eugen Bleuler, acuña el término “**autismo**” derivado del griego “autos” que significa “yo” e “ismos” que hace referencia al modo de estar y que, para el autor, describía puntualmente lo que él identificaba como una forma infantil de esquizofrenia en la que los menores mostraban un “alejamiento de la realidad externa” y tendían a vivir encerrados en sí mismos. Los estudios de Bleuler fueron influencia importante para las investigaciones que realizó más adelante Leo Kanner y permitieron tomar el término y modificarlo a la concepción que actualmente se tiene del autismo (Artigas et al., 2012).

Es entonces en 1943 cuando Kanner publica en Estados Unidos el caso de once niños que presentaban conductas particulares como: ausencia de contacto visual e interacción social, comportamientos repetitivos, resistencia importante al cambio, alteraciones en lenguaje, inclinación por temas y objetos atípicos y dificultades cognitivas mismas que describió con el término “**autismo infantil precoz**”, debido a que se presentaban desde los 30 meses de edad. Dentro de estos puntos, en 1951 destacó como característica nuclear de la sintomatología, la obsesión por mantener la homogeneidad y que se podía observar en la tendencia que presentaban los niños a vivir en un mundo invariable (Artigas et al., 2012; Cruz et al., 2015).

Sólo un año después en Alemania, Hans Asperger publica postulados bastante similares a los de Kanner, pero desconocidos para él, a los que denominó “**Psicopatía Autista**” y que había estructurado a partir de las observaciones que realizó en un grupo de cuatro niños. Los menores presentaban como principales características falta de empatía,

poca habilidad para establecer relaciones interpersonales, poca lectura de las acciones intencionales de otros, lenguaje repetitivo y en ocasiones pedante; no respetaban turnos en el intercambio comunicativo y en éste había poca comunicación no verbal, mostraban cierta pasividad, dificultades motrices, expresión atípica de las emociones, interés excesivo por temas específicos y dificultades de aprendizaje; no obstante, tenían fortalezas en el uso de la gramática y un amplio manejo de vocabulario, por lo que Asperger les adjudicaba el término de “pequeños profesores” (Cruz et al., 2015; Artigas et al., 2012; Mintz, 2017).

Durante el inicio de la época de los 60’, se desarrollaron teorías explicativas en torno a la etiología, predominando las hipótesis de la corriente psicoanalista que postulaba como origen una psicodinámica anormal en la relación parental dando como resultado una serie de conductas emocionales en el niño en respuesta a una madre emocionalmente fría, distante, ausente y de carácter débil; originando el término de “Madres Frigoríficas”. No obstante, a finales de la década estos postulados comenzaron a decaer debido a la evidencia científica que mostraba como principal característica etiológica una alteración neurobiológica (Mintz, 2017).

En este período, el cuadro clínico comienza a clasificarse dentro de los sistemas del DSM-II y la CIE-8, teniendo como primera aparición en 1967 los “**Trastornos Autistas**” dentro de la categoría de los “**Trastornos psiquiátricos y de la conducta**” en el manual compilado por la OMS; mientras que en 1968 el DSM-II integra los rasgos autistas dentro de la esfera de la **esquizofrenia infantil** considerándola como enfermedad que manifiesta comportamiento autista y atípico; fracaso en el desarrollo de una personalidad ajena a la de la madre, además de empezar a considerar comorbilidades con retraso mental (Artigas et al., 2012; Cruz et al., 2015).

Las diferencias descritas por Kolvin en 1970 entre la sintomatología autista y la esquizofrénica de tipo infantil respaldada por estudios genéticos y cerebrales son un parteaguas para la revolución conceptual, diagnóstica y terapéutica que comienza a tener el autismo. De tal modo; que, en 1987 la conceptualización sufre una nueva transformación en la versión revisada de la tercera edición del DSM sustituyendo el término por “**Trastorno Autista**” y adquiriendo la etiqueta de trastorno que lo define como una alteración mental además de presentar cambios en los criterios diagnósticos como eliminar la edad de inicio y crear una categoría que permitía clasificar a aquellos menores que no cumplían con la totalidad de los criterios (Artigas et al., 2012; Mintz, 2017).

Para la cuarta edición revisada del DSM (2000), se renueva una vez más la conceptualización y el abordaje del autismo en una visión politética del trastorno, similar al mencionado previamente en la clasificación de la CIE-10 (1992). Se realiza el desglose en 5 subtipos: trastorno autista, Síndrome de Asperger, trastorno de Rett, trastorno desintegrativo infantil y trastorno generalizado del desarrollo no especificado, cada uno con sus respectivos criterios diagnósticos diferenciales para un mejor abordaje y distinción clínica (Mintz, 2017; Reynoso et al., 2017).

Finalmente, para el DSM-5 se reestructura la definición a su perspectiva más actualizada que nos lleva a definirlo como **TEA**, bajo la perspectiva teórica de Lorna Wing y Judith Gould en 1979; la cual, identificaba pacientes con rasgos típicos del autismo que proponía Kanner, pero también sujetos que no se ajustaban en su totalidad a los criterios que se conocían y que presentaban de forma gradual una afectación por los problemas de interacción social, comunicación, lenguaje y conductas repetitivas, lo que permitió concebir las afectaciones como parte de un continuo más que como entidades independientes.

Postulado que actualmente perpetua en la definición del trastorno (Artigas et al., 2012; Volkmar et al., 2015).

Como se puede analizar, a lo largo de este apartado se ha revisado la evolución que ha tenido la conceptualización y el abordaje valorativo, diferencial, terapéutico y descriptivo del actual Trastorno del Espectro Autista, desde considerarlo una alteración emocional debido a una crianza empobrecida hasta la perspectiva de continuo y politética que predomina en los sistemas de clasificación. Sin embargo, dentro de la historia es importante la aportación de George Frankl (1938), personaje que influenció de forma importante los estudios de Kanner y Asperger y que postuló ideas que aparentan concordar con la visión moderna que se tiene sobre el tema en nuestros días, así como con las hipótesis propuestas por Gepner.

Frankl, define el autismo con el término “**condición autista**” que atraviesa con diversos grados de severidad y que forma parte de un espectro con manifestaciones de carácter diverso, es decir; no son necesariamente anormales, sino que son expresiones de una condición neurobiológica no común. Para Frankl: un niño con autismo es un ser con un lenguaje afectivo y comunicativo diferente; lo que concuerda con lo considerado por Baron-Cohen como neurodiversidad, que lucha por la posibilidad de ser comprendido por otros y que señalaría la importancia de la comunicación no verbal sobre la verbal (Muratori et al., 2020).

Sus postulados son de vital importancia en el estudio del autismo actual debido a que replantea la funcionalidad y el procesamiento que presenta una persona con TEA y que repercute en su forma de actuar y ver el mundo. Su trabajo pionero propone que el procesamiento de información sensoriomotora a nivel básico cursa con inconvenientes importantes y a su vez, deterioran la información transmitida por los movimientos corporales

o por los rostros en un sistema de comunicación verbal social. Lo que nos llevaría a pensar: ¿las ideas de George Frankl eran tan innovadoras que no podían ser comprobadas con la tecnología de su época?, ¿guardan en algún punto familiaridad con la hipótesis de los Trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales propuesta por Gepner (2009)? (Muratori et al., 2020).

#### **1. 4. Perfil Cognitivo en el Trastorno del Espectro Autista**

Dentro de la esfera cognitiva es importante considerar también las manifestaciones conductuales que se presentan dentro de los perfiles de TEA, como los comportamientos disruptivos que se describen como conductas que ponen en riesgo no sólo a las propias personas, sino también a seres cercanos y resultan perjudiciales para su funcionamiento. Dentro de éstas se pueden identificar: comportamientos autolesivos, escapar sin medir el riesgo, agresiones hacia los demás, conductas de pica y de fuga (Hervas, 2018; Newcomb, 2018).

Esta disfunción en el comportamiento puede presentarse de manera temprana en el desarrollo y, en promedio son bastante frecuentes por lo que puede generar problemas mayores cuando los menores crecen, por ejemplo; la ruptura de normas que están relacionadas en su mayoría con dificultades en la esfera social y en la capacidad empática, disrupciones socio comunicativas (desinterés por interacciones sociales o intentos fallidos), comportamientos estereotipados, intereses restringidos (inflexibilidad al cambio, conductas ritualistas) y alteraciones sensoriales (hiper o hiposensibilidad que se reflejan en estrés, gritos, etc.) (Hervás, 2018).

Por otra parte, en cuestiones cognitivas se han revisado y documentado exhaustivamente el desarrollo de procesos como las funciones ejecutivas, habilidades

sociales, representacionales, atención, motricidad, lenguaje, entre otros, debido a la heterogeneidad que presentan los perfiles de TEA. Del mismo modo, el estudio de las disfunciones en estos procesos ha permitido profundizar y analizar el rol que juega el procesamiento temporal y espacial en tales alteraciones debido a la evidencia que se ha encontrado entorno a estos requerimientos cerebrales como constante común de alteración en los menores con autismo.

En la tabla 1, se describen las principales características de los perfiles cognitivos en el TEA en relación a procesos atencionales, ejecutivos y sensoriomotores:

<b>Proceso Cognitivo</b>	<b>Caracterización</b>
<b>Atención</b>	Estilo de procesamiento de tipo Bottom-Up (abajo hacia arriba). Procesamiento centrado en los detalles.
	Dificultades en atención focalizada y selectiva por resistencia al cambio en el foco atencional hacia otro estímulo y mayor tiempo de focalización en estímulos no sociales y relacionados con intereses restringidos. Fallos en desenganche.
<b>Funciones Ejecutivas</b>	Flexibilidad cognitiva inadecuada que se relaciona con dificultades en la regulación y modulación de la conducta, fallos en la identificación en diversas posibilidades de solución ante determinadas situaciones y tendencia a respuestas de tipo perseverativas.
	Mecanismos de inhibición no consolidados que provocan que ciertas acciones se vuelvan rígidas y persistentes además de observarse una ausencia de direccionalidad.
	Habilidades de mentalización y anticipación afectadas que originan dificultades en el establecimiento y sucesión de las interacciones sociales. No obstante, los pacientes con el perfil sí presentan conductas con reacciones emocionales y empáticas.
<b>Motricidad e integración sensorial</b>	Organización de acciones inadecuada que afecta la proyección a futuro, en la anticipación y aceptación de cambios y la percepción más enfocada en detalles que en secuencias temporales.
	Deficiencias motoras y somatosensoriales asociadas a la capacidad de ejecutar exitosamente actividades de la vida cotidiana.
	Modelos de acción perceptivo-motora, que requieren participación de circuitos sensoriomotores, se encuentran alterados dificultando el desarrollo de gestos hábiles, destreza manual, consolidación de funciones motoras finas y gruesas, afectaciones en el tono muscular y la postura, apraxia manipuladora fina, menor fuerza de agarre, rigidez en la marcha,

---

falta de coordinación, menor velocidad de movimiento, movimientos asociados excesivos y, en general, déficits en la planificación y ejecución de la acción motora.

---

Sensibilidad anormal al tacto, estímulos propioceptivos y dolorosos.

---

Existencia de una lateralización hacia la derecha en la conectividad media del circuito motor que se asocia posiblemente establecimiento de un patrón típico de especialización hemisférica para el control y la regulación motora lo que contribuye a las dificultades en el desarrollo de capacidades motrices e incluso puede vincularse con los prerrequisitos necesarios para la estimulación de aspectos sociales y comunicativos.

---

**Tabla 1.** Caracterización de los perfiles cognitivos en el TEA en procesos atencionales, ejecutivos y sensoriomotores. Con base en Hull et al., 2017; Seijas, 2015; Martos et al., 2011; Talero et al., 2015; Passerino et al., 2018; Zegarra et al., 2017; Floris et al., 2016 y Riquelme et al., 2016.

Es importante señalar que, aunque las alteraciones en la planeación presentes en el TEA se han relacionado en mayor grado con rasgos de discapacidad intelectual, también se ha observado que el desarrollo atípico de lenguaje afecta este proceso imposibilitando una compensación de este proceso mediante funciones lingüísticas (Martos et al., 2011; Passerino et al., 2018).

Además de las particularidades previamente descritas, las dificultades en el proceso lingüístico y su repercusión en la comunicación han sido ampliamente estudiadas dentro del TEA. De manera general las principales alteraciones se han encontrado presentes en el lenguaje pragmático, lenguaje comprensivo y lenguaje expresivo (González et al., 2016).

En relación con el lenguaje pragmático, se considera que es un componente de la comunicación social el cual se atraviesa con importantes desafíos tales como el mantenimiento de los temas y de la conversación durante un intercambio social, los saludos y despedidas e inhibición para respetar turnos. Los rasgos atípicos en el desarrollo de lenguaje pueden ser identificados desde etapas tempranas bajo conductas que involucren la función (Friedman et al., 2019).

Ejemplificando lo anterior, López (2020) identifica los siguientes indicadores; estadio 1 (0 a 12 meses) - ausencia de intercambio expresivo con la madre, poco contacto visual, ausencia de balbuceo, poco interés en lenguaje, ausencia de sonrisa social, llanto sin causa. Estadio 2 (12 a 14 meses) - limitación en acciones protodeclarativas y protoimperativas dificultando la comunicación con otros, dificultades en atención conjunta, ausencia de alternancia de la mirada entre la persona que habla y el objeto, no responde a su nombre, no expresa palabras sencillas en un intercambio social. Estadio 3 (2 años en adelante) - desinterés evidente por relacionarse con otros, carencia de juego simbólico, apatía en repetir gestos o acciones, escasa predicción de acciones, entre otros.

Con relación al lenguaje expresivo y comprensivo, se han estudiado las dificultades presentes en semántica y sintaxis identificando un curso típico en las habilidades fonéticas y fonológicas en la función expresiva, es decir, se presenta una distinción correcta de sonidos y adecuada articulación en los menores con TEA de alto funcionamiento. Las principales alteraciones muestran una escasa articulación, cambios fonéticos-fonológicos en la estructuración silábica, prosodia lenta o monótona, volumen que no corresponde con la circunstancia, entonación descontextualizada, inversión pronominal, inconvenientes en el manejo de tiempo verbales y artículos que demuestra un lenguaje sencillo y sin contexto (Friedman et al., 2019).

Otro conjunto de errores en esta habilidad son las parafasias verbales, déficit en el uso de vocabulario, palabras abstractas y sentimientos, además del uso de palabras idiosincráticas, ecolalia inmediata o diferida y palilalia. En un grado grave de alteraciones en lenguaje, se suele presentar perturbación en la comunicación verbal, hay pocas palabras

inteligibles, mutismo total, con vocalizaciones nulas o mutismo funcional con vocalizaciones sin intención comunicativa (Friedman et al., 2019; Rivière, 1997).

En temas de comprensión de lenguaje, se ha visto que cursa con mayores afecciones que el expresivo y éstas se asocian principalmente a la funcionalidad y el coeficiente intelectual del niño. Las principales dificultades afectan al componente léxico semántico en la comprensión de palabras polisémicas, incapacidad para la identificación de metáforas, chistes, bromas, ironías y en actos indirectos con intencionalidad oculta, además se observa ausencia de capacidad simbólica e imaginación y alteraciones en el reconocimiento de mensajes con contenido emocional. En grados más graves de afección hay alteraciones significativas en la representación y simbolización, en la comprensión de estructuras gramaticales de oraciones coordinadas, escaso seguimiento de órdenes (acentuadas cuando se les habla deprisa) y gestos comunicativos (López, 2020).

#### **1.4.1. Implicación del procesamiento temporoespacial en las dificultades cognitivas**

En los últimos años, se han realizado investigaciones con el objetivo de encontrar el componente en común que subyace a las dificultades cognitivas descritas previamente, destacando dentro de éstos las manifestaciones temporoespaciales presentes en los perfiles cognitivos de TEA como principales componentes de alteración en el procesamiento y operacionalización de la información.

Se ha observado la existencia de un ligero retraso en la respuesta conductual frente a estimulación externa lo que impactaría directamente en la capacidad de realizar ajustes sensoriomotores en casos de autismo de alto funcionamiento; mientras que, en los de bajo funcionamiento, la reacción ante estímulos de alta velocidad e incluso en velocidad normal suele ser nula debido a la escasa percepción del cambio y la tendencia a evitar dichas

modificaciones, lo que corresponde con las ideas previamente mencionadas por George Frankl en 1938 (Gepner et al., 2009).

Ejemplo de lo anterior se describe en los estudios realizados por Tardif et al. (2002) en el cual reportaron que los niños con TEA presentan dificultades en la categorización de fonemas ambiguos cuando éstos son reproducidos en una velocidad normal, lo que repercute en el desarrollo óptimo del lenguaje debido al obstáculo que se presenta en el procesamiento de breves transiciones acústicas.

Del mismo modo, se ha observado que las personas con diagnóstico de TEA, tanto niños como adultos, presentan estrategias compensatorias ante los cambios rápidos e incluso comunes del mundo externo. Se describen algunas de ellas como la inclinación a evitar observar los movimientos oculares y de la boca durante un intercambio comunicativo que se realiza de forma cotidiana a velocidades normales (Gepner et al., 2021), el parpadeo rápido o encender y apagar las luces ante eventos visuales de rápido movimiento, con la finalidad de percibir más lenta su presentación (Gepner et al., 2002), la fijación atencional en estímulos que no presentan cambios radicales como objetos inanimados (Gómez, 2019), la presencia de conductas ritualistas y repetitivas que funcionan como estrategia para adaptarse y resistir el cambio constante del día a día (Gepner et al., 2009) e intercambios comunicativos concretos, simples y focalizados en un solo tema de interés en algunos casos (Siemann et al., 2020).

Aunado a la implicación de las alteraciones temporales, Haigh et al. (2018) demostraron que la velocidad de procesamiento mostrada en un grupo de adultos con diagnóstico de TEA ante estímulos en presentación normal, refleja un retraso importante en comparación con un grupo control y dichas dificultades se relacionaron directamente con su

desempeño durante tareas que implicaban desafíos sociales y de comunicación, provocando un intercambio más pobre e inconvenientes en habilidades de interacción recíproca.

En cuanto a la modalidad visual se han destacado peculiaridades en el procesamiento de información que reflejan un estilo de percepción local o focalizado en los detalles y definido como “Bottom Up” (abajo hacia arriba) en oposición al estilo de pensamiento holístico de carácter Top-Down (arriba hacia abajo), que lleva a fragmentar la información percibida para facilitar su asimilación (Gómez, 2019; Happé y Frith, 2006, citado en Hull et al., 2017).

Como se ha descrito previamente, son muchos los estudios que han analizado el período necesario para que los menores con TEA realicen la codificación correcta de estímulos visuales y auditivos o el cambio en éstos; siendo mayor en comparación con niños de su edad y dificultando la asociación entre ambos tipos de información a velocidades típicas presentando en ocasiones interrupciones en el desarrollo temporoespacial (Lawson, 2013 citado en Gómez, 2019).

## **Capítulo 2. Neurodesarrollo y Procesos Cognitivos**

*Te oigo mejor cuando no te estoy mirando.*

*El contacto visual es incómodo.*

*La gente nunca entenderá la batalla a la que me enfrento para poder hacer esto.*

*-Wendy Lawson, 1998.*

Es importante comenzar este capítulo con la definición del concepto “cognición”, palabra proveniente del latín “*cognitio*” (que significa -conocimiento o acción de conocer-) e involucra el proceso por el cual las personas obtienen conocimientos y que es relevante por

el estudio que se realiza de éste dentro de la psicología y la neuropsicología cognitiva, además de que fundamenta los procesos de los cuales se hablará más adelante (Rivas, 2008).

En la neuropsicología cognitiva es fundamental considerar el análisis de la actividad mental bajo los términos básicos del procesamiento de la información contemplando dentro del mismo los mecanismos neurales que subyacen a éste, es decir, comprender cómo el cerebro origina los diversos procesos cognitivos (Smith et al., 2008).

De forma general, el proceso por el cual se analizan las funciones cognitivas considera la presencia de etapas en el procesamiento de la información las cuales son; en primer lugar, el estudio de la entrada de información que ingresa al sistema nervioso y se denomina análisis perceptivo en el cual se involucra la participación de receptores sensoriales, estructuras subcorticales y áreas primarias del cerebro. En segundo lugar, se explora el tipo de procesamiento que se realiza y puede ser de forma serial o paralela; el cual, es el punto clave del almacenamiento de la información para su recuperación futura o para la representación de imágenes con denotación y connotación de significado e involucra el funcionamiento de áreas asociativas y conectividades funcionales. Y finalmente, el procesamiento de salida que facilita la transformación de la información en una respuesta, conducta, acción u operacionalización y conlleva la participación de áreas motoras corticales y subcorticales (Portellano, 2005).

Como se puede observar, el principal objetivo de la psicología cognitiva se concentra en el análisis, descripción, comprensión y aproximaciones explicativas de los procesos cognitivos por los cuales los seres humanos adquieren, procesan, almacenan, recuperan y ejecutan el conocimiento (Rivas, 2008).

Es por lo anterior y debido a los objetivos de la presente investigación que se profundizará en el análisis del procesamiento y operacionalización de la información, así como su correlato neuronal en los perfiles de TEA considerando la perspectiva del neurodesarrollo.

A partir de la heterogeneidad de funciones en el TEA, se han desarrollado diversas aproximaciones explicativas tales como: la coherencia central débil, perturbaciones en la teoría de la mente y la teoría de las funciones ejecutivas (las cuales se discutirán más adelante), además de la teoría de la hiperconectividad local y la subconectividad de largo alcance, siendo ésta la de principal interés dentro de la perspectiva del neurodesarrollo debido a que considera la integración coordinada de patrones de actividad transitorios en distintas regiones cerebrales como fundamentales para el procesamiento y operacionalidad de la información (Machado et al., 2017).

Como se ha documentado, en el desarrollo del Sistema Nervioso suceden una serie de eventos de forma secuenciada, genéticamente programada y en interacción con el medio. No obstante, es la etapa de la neurogénesis en donde se ha observado que la corteza cerebral de los menores con TEA comienza a organizarse de una forma peculiarmente distinta a como comúnmente sucede en los niños normotípicos (Gómez, 2019; Rosselli et al., 2010).

Si bien, los mecanismos celulares de proliferación, migración, diferenciación, conectividad, mielinización y apoptosis favorecen la formación y maduración del Sistema Nervioso, en los perfiles de autismo se han encontrado afectaciones en el proceso de migración, apoptosis, conectividad y mielinización, desencadenando un incremento en la cantidad de neuronas que conforman las capas profundas corticales lo que provoca una desincronización en el desarrollo típico repercutiendo en aspectos sinápticos al establecer

conexiones exacerbadas de corto alcance de carácter local, lo que se conoce como sobreconectividad y dejando debilitadas las conectividades de largo alcance, es decir, temas de subconectividad (Gómez, 2019).

Dichas afirmaciones se han corroborado mediante estudios de tractografía por resonancia magnética y electroencefalograma demostrando una sobreconectividad en redes locales cercanas anatómicamente y unos valores de densidad y fuerza de conexión disminuida para redes distantes en la población estudiada. Especialmente en aquellas regiones asociadas a la mediación de lenguaje superior, cognición social y funciones emocionales, así como en zonas que participan en la resolución de tareas de generalización, tareas de requerimiento de integración funcional compleja, coordinada y secuenciada debido a la disminución presente en sustancia blanca, la cual persiste incluso en edades adultas (Machado et al., 2017)

A partir de los hallazgos obtenidos con respecto a la conectividad neuronal en los menores con TEA, se han establecido posibles relaciones entre las alteraciones en la red neural y las afecciones presentes en diversos procesos cognitivos y manifestaciones conductuales como consecuencia de un procesamiento desfasado y su operacionalización en el medio; los cuales, se describirán de forma general en este apartado y de manera más puntual en los procesos de comprensión de lenguaje y secuencialidad motora.

En diversos procesos cognitivos es necesaria la integración de distintas modalidades sensoriales para su funcionalización adecuada; la cual, debe procesarse de forma simultánea o muy cercana en la ventana temporal para mejorar la asociación y comprensión de la información y su operacionalización externa, además de ser lo suficientemente estrecha para separar y diferenciar eventos temporalmente dispares. Misma que en las personas con TEA

se observa de forma ampliada desencadenando dificultades en la precisión de la combinación de estímulos audiovisuales y en algunos casos, visuomotores (Zhou et al., 2020; Kawakami et al., 2021).

Recuperando la hipótesis de la conectividad atípica de tractos largos debilitados en los pacientes con TEA, se han observado que los déficits cognitivos presentes en la integración multisensorial se deben en gran medida a que la actividad intersensorial se realiza de forma asincrónica dificultando el procesamiento de información superior por encima del procesamiento básico de información. Por tal motivo, se ha establecido que dichos efectos pueden afectar el desarrollo de diversas habilidades cognitivas como el reconocimiento de emociones de otros, leer la intencionalidad de las acciones, comprender componentes de lenguaje pragmático, realizar modificaciones conductuales sobre la marcha de la acción, identificación de aspectos de comunicación no verbal y cognición social, entre otros debido a retrasos en la integración audiovisual (reconocimiento de rasgos faciales y sonidos auditivos) en mayor grado y en el aspecto visuomotor (acciones motoras e identificación visual de la acción) de forma secundaria (Kawakami et al., 2021; Friedman et al., 2019).

Debido a lo descrito previamente, resulta primordial considerar como factor principal el desarrollo óptimo de la integración multisensorial debido a que son situaciones que favorecen el aprendizaje y la consolidación de diversos procesos desde edades tempranas y que en los casos de autismo se presentan afectados de manera importante dificultando el desarrollo posterior de funciones superiores (Turi et al., 2016; Zhou et al., 2020).

## **2.1. Comprensión de Lenguaje**

Hablar de lenguaje es describirlo como aquel sistema de comunicación complejo de carácter simbólico y representacional que permite la expresión de ideas, pensamientos, emociones,

etc., mediante la combinación de sonidos de letras, sílabas, palabras y frases además de símbolos y gestos. Durante la generación y la comprensión del lenguaje, participan una serie de sistemas visuales, auditivos, motores y multisensoriales que posibilitan una serie de procesos lingüísticos tales como la producción del habla, la escritura, la lectura, la comprensión de oraciones y frases, el uso del lenguaje en contextos sociales, así como el procesamiento de comunicación no verbal, etc. (Smith et al., 2018; Portellano, 2005; Bear et al., 2016).

Dentro de los perfiles de TEA, la esfera lingüística cursa con dificultades importantes, los cuales marcan uno de los criterios diagnósticos clínicos principales. De manera general, las temáticas de lenguaje que se manifiestan con mayores alteraciones son el lenguaje pragmático, el aspecto comprensivo y la expresión de lenguaje. Aunque para la relevancia del presente documento se abordarán únicamente aquellas atipicidades presentes en la comprensión del lenguaje (González et al. 2016).

En el proceso receptivo, se llevan a cabo una serie de eventos importantes que nos permite movernos desde la identificación de palabras que se reciben hasta el significado de lo que se está comprendiendo, atravesando por procesos como la representación semántica que se describe como el significado mental de la palabra e involucra el procesamiento de información no solo auditiva, también visual y funcional (Smith et al., 2018).

Por tal motivo, en el proceso de comprensión del lenguaje se requiere no solo de habilidades lingüísticas sólidas sino también una integración de capacidades perceptivas, motoras además de emocionales que permitan crear representaciones mentales lógicas, significativas, relacionales y simbólicas del mundo para poder manipular la información a la que día a día nos enfrentamos y crear conceptualizaciones que permitan agrupar

categoricamente el contenido y asignarle etiquetas descriptivas y diferenciales. Para ello, una serie de estructuras neuroanatómicas requieren funcionar de manera óptima y en velocidades específicas de transmisión de la información para codificarla de manera adecuada (Vásquez et al., 2016; Belinchón, 2019).

De manera general, el componente cortical más importante del aspecto simbólico del lenguaje se identifica en la corteza asociativa de la región posterior, específicamente en la conjunción de los lóbulos temporal, parietal y occipital, los cuales se encargan mayormente del procesamiento y comprensión del lenguaje a partir de la integración multimodal (Portellano, 2005).

Con relación a los asuntos de análisis y síntesis en la comprensión del lenguaje, la circunvolución de Heschl (o área auditiva primaria) y la famosa área de Wernicke en el hemisferio izquierdo, son las regiones encargadas principalmente del procesamiento de las palabras y sonidos recibidos para codificarlas, integrarlas y dotarlas de significado en regiones multimodales, llevando a cabo una decodificación de lo fonológico a la significación. Además, áreas fundamentales en los procesos de comprensión lingüística son la circunvolución supramarginal y la circunvolución angular debido a que su participación posibilita la integración de la información sensorial facilitando el desarrollo sintáctico secuencial del lenguaje (Portellano, 2005; Bear et al., 2016; González et al., 2014).

Empero, no solo se requiere el funcionamiento de regiones anatómicas específicas. A lo largo de los años se han utilizado diversas técnicas de neuroimagen que han permitido identificar aquellas redes y tractos funcionales involucrados tanto en la comprensión de palabras aisladas como en las oraciones complejas y lenguaje discursivo que se han denominado redes perisilvianas de lenguaje en sus ramas dorsales y ventrales. Algunas que

se han investigado y desarrollado de manera puntual son: el fascículo arqueado (FA), el fascículo longitudinal superior (FLS), fascículo longitudinal inferior (FLI), fascículo fronto-occipital inferior (FFOI), fascículo uncinado (FU) y el cuerpo calloso (CC), los cuales son de vital importancia para la temática que se aborda y se resumen en este apartado (Ivanova et al., 2016).

Diversos estudios han abordado la importancia que implica la maduración adecuada del FA y el FLS en el desarrollo de habilidades lingüísticas receptivas en los niños a partir de los 3 años, debido a que permite la conectividad entre regiones como el lóbulo frontal, parietal y temporal en su rama dorsal. En la tabla 2, se resumen los puntos más relevantes de ambos tractos dorsales y su participación dentro del proceso lingüístico:

<b>Tracto</b>	<b>Función</b>
<b>FA izquierdo</b>	Procesamiento sintáctico
<b>FA derecho</b>	Procesamiento visuoespacial del lenguaje, aspectos prosódicos y semánticos
<b>FA-rama larga</b>	Procesamiento fonológico e integración audiomotora para el aprendizaje de nuevas palabras.
<b>FA-rama corta</b>	Procesamiento lexico-semántico.
<b>FLS (unificación de circunvolución frontal inferior con circunvolución temporal superior y lóbulo parietal inferior)</b>	Comprensión de estructuras oracionales complejas mediante el análisis sintáctico de éstas a partir de la integración de información auditiva, motora y espacial.

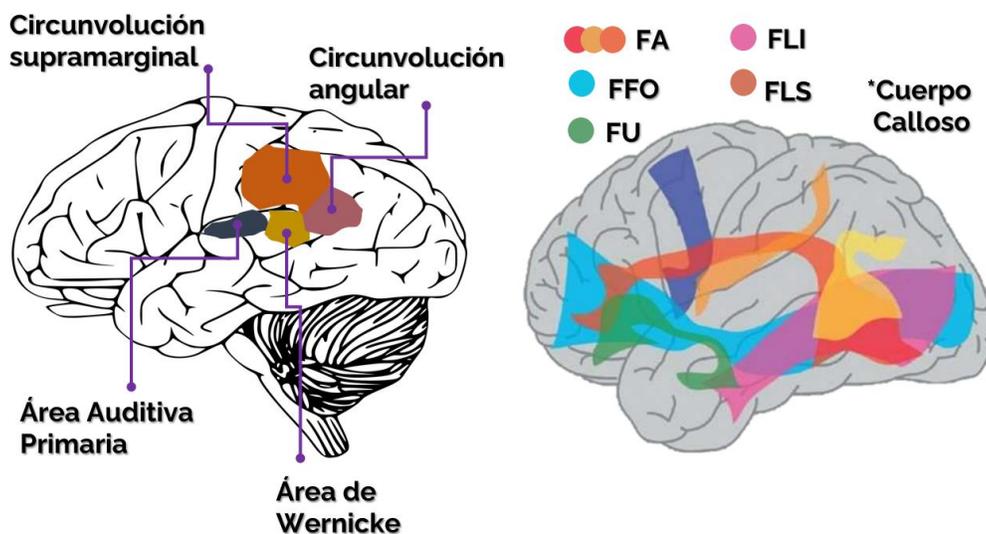
**Tabla 2.** Tractos dorsales implicados en la función productiva y receptiva de lenguaje. Con base en Sket et al., 2019; Catani et al., 2005; Liu et al., 2019.

Por otro lado, las estructuras consideradas dentro de la vía ventral perisilviana del lenguaje se han vinculado con mayor evidencia al procesamiento receptivo de la información. De forma general se presentan en la tabla 3 los tractos ventrales y su participación en la función lingüística.

Tracto	Función
<b>FLI</b> (comunicación del lóbulo occipital con las regiones anteriores del área temporal media e inferior, polo temporal y regiones límbicas)	Vinculado con el dominio de lenguaje, percepción integrada de información visual, auditiva y de memoria semántica. Reconocimiento de formas en letras y palabras en los procesos de lectura (comprensión de lenguaje por medio de entrada visual). Participación en denominación y asociación de objetos con el léxico.
<b>FFOI</b> (conectividad del lóbulo occipital en regiones inferiores y mediales con el lóbulo temporal y la corteza orbitofrontal inferior)	Comprensión verbal y no verbal de la información, denominación, repetición, así como aspectos de lectura, a partir del procesamiento multimodal de los estímulos involucrados.
<b>FU</b> (fibra asociativa que comunica las regiones anteriores del lóbulo temporal con la zona orbitofrontal medial y lateral y el área 10 de Brodmann)	Implicación en temas de codificación, almacenamiento y recuperación de conocimientos de carácter semántico a partir del procesamiento de información sensorial del ambiente externo.

**Tabla 3.** Tractos ventrales relacionados en la comprensión del lenguaje. Con base en González et al. 2014, Egger et al., 2015, Zhang et al., 2018, Cano-Galindo et al., 2014.

La figura 1 muestra de manera gráfica los principales tractos y estructuras lingüísticas descritos anteriormente:



**Figura 1.** Redes y estructuras cerebrales vinculadas a la función lingüística. Adaptada de *The language network visualized with difusión tractography* (p. 21), por P. Hagoort, 2017, John Benjamins Publishing Company.

Finalmente, uno de los tractos de mayor relevancia de forma general en la actividad cerebral es el cuerpo calloso; el cual, es un haz de fibras que conecta y transmite información de un hemisferio a otro.

Si bien, el CC se relaciona con la integración y complementación de la información que procesa cada hemisferio, en temas lingüísticos se ha considerado que el hemisferio izquierdo es el que mayor participación presenta en procesos de expresión y comprensión del lenguaje. No obstante, es relevante considerar el papel del hemisferio derecho en la comprensión del significado implícito del lenguaje, así como en el procesamiento del contenido emocional inmerso dentro del mismo. Por tal motivo, el cuerpo calloso es una estructura funcional de gran relevancia dentro de la esfera de la comprensión lingüística al facilitar el funcionamiento óptimo de ambos hemisferios dentro de una tarea (Portellano, 2005).

Como se ha revisado, el proceso receptivo del lenguaje es una función que conlleva un adecuado procesamiento e integración de la información específica y multimodal en diversas estructuras anatómicas y funcionales. Por tal motivo, alteraciones neurofuncionales como las que se encuentran en los casos de TEA pueden desencadenar las múltiples dificultades que se presentan en estas personas y que se describirán a continuación, por lo que intervenir en este tipo de trastornos resulta prometedor y relevante.

### **2.1.1 Desarrollo del proceso en el TEA y correlatos neuroanatómicos**

Antes de iniciar el desglose de este apartado, es fundamental aclarar que no se habla de un lenguaje autista debido a que dentro del trastorno existe una variabilidad en todas las funciones; incluido el lenguaje y la comprensión lingüística, de manera puntual. Por tal

motivo, las alteraciones que se observan en este aspecto pueden presentarse de forma heterogénea en cada perfil con algunas generalidades típicas (Rivière, 1997).

Como se describió anteriormente en el capítulo 1, la comprensión de lenguaje es uno de los principales dominios afectados en el desarrollo dentro del TEA; por lo que abordar el curso de éste en los menores desde etapas tempranas permite delimitar las alteraciones observadas en estos perfiles.

En gran medida, las complicaciones presentes en la esfera lingüística se han atribuido principalmente a los desfases observados en la atención conjunta debido al papel que ésta tiene en los precursores de desarrollo léxico en general desde los primeros meses; por lo que, en temas de aprendizaje y comprensión de lenguaje, al encontrarse con baja frecuencia o disminuida, dificulta la entrada de la información en los menores y su progreso lingüístico (Naigles, 2013; Belinchón, 2019).

Y es justo por este retraso en el progreso de la atención conjunta que los inicios de la representación de la asociación objeto-palabra comienza a presentarse de forma inadecuada y débil debido a que implica la alternancia de la mirada del menor entre el adulto y el objeto referenciado. Lo que en niños con desarrollo típico se empieza observar entre los 3 a los 14 meses (dominándolo mejor entre los 9 y los 18 meses), en menores con TEA se identifica como desinterés, falta de contacto visual, ausencia en seguimiento de la mirada hacia los demás, conductas restringidas de intercambio social, ausencia de respuesta al nombre, vocalizaciones inusuales, etc., desde los 6 meses de edad (Stefanatos, 2011).

En comparación, algunas conductas de atención conjunta que no se presentan en los menores con TEA, pero sí en niños con desarrollo típico son, por ejemplo: mirar atentamente

a los ojos y boca del interlocutor, sonreírle ante la sonrisa del hablante, responder al llamado por su nombre, señalar objetos o pedirlos, etc. (Belinchón, 2019).

Otro precursor importante del lenguaje para analizar en los perfiles de autismo es la poca preferencia e interés que se percibe en los menores, tanto conductual como en su referente neural, por sonidos del habla en contraposición a sonidos aislados. Dentro de este tipo de conductas se espera que exista una orientación hacia el habla, reconocimiento de sonidos y palabras, fragmentación de frases, comprensión de oraciones, respuestas ante llamados dirigidos al bebé etc., lo cual; en menores normotípicos se comienza a presentar desde los 6 a los 12 meses mientras que en los niños con TEA, a esta edad, se comienza a sospechar por los padres que existe un tipo de sordera debido a la falta de respuesta observada en ellos (Stefanatos, 2011; Belinchón, 2019).

Algunas manifestaciones que se han observado en este grupo de niños para la recepción de inputs lingüísticos es la dificultad para adquirir y comprender palabras más complejas, el uso y comprensión de gestos y realizar combinaciones fonémicas con mayor sentido de forma más lenta a como comúnmente sucede. Además, dentro de su léxico manejan una menor cantidad de palabras y frases que comienza a evidenciarse desde los 14 meses y mayor aún, de los 2 años de edad en adelante cuando la entrada lingüística se complejiza en contenido y velocidad (Choi et al., 2020).

Un hecho relevante dentro de la población con TEA es el marcado retraso en el desarrollo de la comprensión por encima de la expresión lingüística; el cual, marca una diferencia importante con el patrón observado en menores normotípicos. De los 2 años en adelante, se identifica un vocabulario receptivo más disminuido en comparación con sus pares lo que se ha atribuido a posibles dificultades en el rasgo semántico (asociados a las

perturbaciones en atención conjunta), componentes simbólicos y representacionales, comprensión auditiva e integración multimodal (visual y auditiva). Estas mismas alteraciones se han observado que prevalecen incluso entre los 5 y los 6 años afectando la comprensión de oraciones y frases complejas; así como en el procesamiento de estructuras gramaticales que no siguen el orden común de la oración (sujeto-verbo-predicado), oraciones coordinadas y contenido presentado a gran velocidad (Stefanatos, 2011; Garrido et al., 2015).

Aunado a lo anterior, en estudios recientes se ha analizado cómo el efecto temporal de la información repercute en la entrada y la comprensión del estímulo, demostrando que ante velocidades típicas o incluso más rápidas de forma experimental, la percepción del habla, la comprensión del discurso, la fragmentación de fonemas y la integración temporal atraviesa con dificultades importantes en menores diagnosticados con el trastorno, lo que ejemplificaría la importancia de la integración adecuada desde etapas tempranas del desarrollo de los precursores lingüísticos tanto auditivos, multimodales y atencionales. De manera profunda se abordarán estos asuntos en el capítulo 3 (Gepner et al., 2021; Lainé et al., 2011; Gepner et al., 2009).

Como se mencionó al inicio de este apartado, existen regiones cerebrales, tractos y fascículos neurales implicados en la maduración y la consolidación del lenguaje; los cuales, al desarrollarse inadecuadamente o con inconvenientes pueden provocar alteraciones y retrasos en el progreso de la función como se describe a continuación.

A lo largo de los años, diversos investigadores se han interesado en conocer en qué grado difiere la participación de regiones cerebrales y tractos funcionales en el proceso de la recepción y la integración lingüística de personas con TEA en comparación con sujetos normotípicos, identificando tres puntos claves que podrían explicar tales divergencias: las

regiones que participan en la integración de la información, la distribución de la carga de trabajo en las zonas que participan en el procesamiento, el grado de coordinación de la red neural y los aumentos o disminuciones de funcionalidad de los tractos (Williams, 2013).

En la tabla 4 se presentan algunos hallazgos estructurales en relación a las regiones y tractos que muestran diferencias en cuanto al desarrollo típico y su relación con las afectaciones lingüísticas presentes en los perfiles de TEA.

<b>Regiones o tractos neurales</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Vínculo con las características de los perfiles de TEA</b>
<b>Corteza temporal derecha e izquierda</b>	En bebés de 6 semanas de edad se identifica actividad atípica de ambas regiones; hipoactividad izquierda y mayor asimetría hacia la derecha ante sonidos del habla.	Lateralización atípica derecha que permanece a lo largo del desarrollo afectando la esfera lingüística por disfunción del hemisferio izquierdo, principalmente circunvolución temporal superior provocando defectos funcionales en cascada en las manifestaciones atípicas de lenguaje.
<b>Regiones temporales superiores izquierdas y circunvolución frontal inferior izquierda</b>	Durante tareas de comprensión semántica se evidencia mayor activación en zonas temporales superiores izquierdas, menor en la circunvolución frontal inferior izquierda y sincronización temporal disminuida entre ambas áreas corticales.	Dificultades en referentes semánticos, comprensión de lenguaje literal y dependiente de contexto.
<b>Tractos de la vía dorsal y ventral de lenguaje</b>	Conectividad estructural alterada en el fascículo longitudinal superior.	Complicaciones observadas en la comprensión de estructura sintácticas complejas; así como en la integración multimodal (aspectos visuales, auditivos, motores y espaciales).
	Aumentos del volumen de sustancia blanca en tractos como fascículo arqueado derecho y fascículo uncinado.	Deficiencias en el procesamiento visuoespacial de la comprensión de lenguaje, prosodia, almacenamiento, codificación y

	recuperación de referentes semánticos.
Anomalías y disminución de la sustancia blanca del cuerpo calloso en regiones frontales, temporales y occipitales.	Afectación en hemisferio izquierdo provocando una integración inadecuada y alteraciones en el desarrollo y consolidación de lenguaje.
Conectividades funcionales fronto-posteriores disminuidas (área de Wernicke - corteza prefrontal dorsolateral y regiones frontales -regiones parietales) durante la realización de tareas de comprensión de frases de diversos grados de dificultad.	Disfunciones en tareas que integran componentes espaciales y de comprensión.

**Tabla 4.** Hallazgos estructurales en relación a las manifestaciones en la recepción del lenguaje en población con TEA. Con base en Liu et al., 2019; Harris et al., 2006; Sket et al., 2019; Catani et al., 2005; Stefanatos, 2011; Palau-Baduell, 2010 y Palau-Baduell, 2012.

Un punto importante en este aspecto son los resultados obtenidos mediante estudios por magnetoencefalografía que permiten analizar y detectar alteraciones en el procesamiento e integración temporal rápida a partir de campos evocados por estímulos como lo es la percepción del habla y las segmentaciones del mismo.

Los hallazgos en temas de conectividad funcional se presentan en la tabla 5, destacando la relación presente entre los desajustes de campos electromagnéticos y las manifestaciones lingüísticas asociadas al procesamiento temporo-espacial:

<b>Regiones o tractos neurales</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Vínculo con las características de los perfiles de TEA</b>
<b>Área temporal izquierda</b>	Campos de desajuste magnético significativamente retrasado ante la distinción de sonidos del habla y transiciones acústicas.	Déficit significativo presente en la esfera de la comprensión lingüística asociado alteraciones en las representaciones acústicas y/o fonológicas de los sonidos verbales.

<b>Campo magnético M50</b> (circunvolución temporal superior)	Retraso importante en el procesamiento auditivo en el hemisferio derecho durante tareas que involucran estímulos verbales y no verbales con semánticas congruentes e incongruentes. Acentuado en personas con mayores dificultades lingüísticas.	Afectación global en lenguaje receptivo por la participación diferenciada de la circunvolución temporal superior desde etapas iniciales del desarrollo.
<b>Campo M100</b> (cerca del perímetro de la circunvolución de Heschl y regiones temporales circundantes)	Se presenta de forma asimétrica con una fuente más anteroposterior en el hemisferio izquierdo que en el derecho, inverso a como se presenta en población típica. Además de una asimetría heterogénea entre ambos hemisferios.	Implicación en el procesamiento de comprensión lingüística.
<b>Campos M100 y MMF</b> (campo de desajuste auditivo relacionado con el procesamiento del sonido vital para el desarrollo posterior de la integración lingüística)	Retrasos importantes en codificación, conducción y precisión del procesamiento de la información auditiva y verbal. Lateralización atípica de los campos, mostrando mayor dominancia en el hemisferio derecho sobre el izquierdo.	Mayor gravedad en los rasgos acústicos del TEA; así como en el deterioro de la función lingüística receptiva debido a una falta de especialización funcional hemisférica.
<b>Campos M50 y M100</b>	Se han encontrado retrasos en la conducción y procesamiento de la información presentes durante todo el ciclo del desarrollo, aunque no incrementan con éste.	Latencias asociadas a una peor aptitud verbal/ coeficiente verbal

**Tabla 5.** Hallazgos en conectividad funcional en relación a las manifestaciones en la comprensión de lenguaje en población con TEA. Con base en Oram et al., 2005; Kasai et al., 2005; Oram et al., 2008; Braeutigam et al., 2008; Roberts et al., 2019; Palau-Baduell, 2010; Schmidt et al., 2009; Berman et al., 2016 y Matsuzaki et al., 2019.

Aunque no se tiene claro el origen de estas dificultades madurativas, se ha vinculado una posible relación con aspectos de velocidad de conducción de sustancia blanca y que tales anomalías pueden deberse a la maduración inadecuada de redes locales durante períodos críticos; por lo que, al encontrarse involucrada una zona potencial de desarrollo lingüístico como la circunvolución temporal superior, ante mayores tiempos de reacción peores desempeños en el lenguaje receptivo se tendrán. Incluso, no solo se consideran afectaciones

en vías corticales, en diversas investigaciones de esta índole se ha considerado de manera fundamental las implicaciones de redes talamocorticales atípicas (Matsuzaki et al., 2019; Roberts et al., 2021).

A manera de resumen de este apartado, como se puede analizar se han estudiado en diversas investigaciones la posible implicación y afectación de los componentes neurales relacionados en las dificultades presentes en la esfera lingüística, y en específico, de la comprensión del lenguaje; el cual, es un proceso que requiere la participación de diversas funciones cerebrales demostrando en tal población una integridad anatómica reducida de las vías de largo alcance y una alteración funcional importante en la velocidad de conducción de redes tanto locales como distantes, lo que lleva a una restricción de procesos integrados debido a un ancho de banda limitado y retardado para el procesamiento adecuado de la información (Schipul et al, 2011 citado en Stefanatos, 2011).

## **2.2. Secuencialidad Motora**

Aunque dentro de las funciones mayormente afectadas en el Trastorno del Espectro Autista las manifestaciones psicomotoras son un punto importante a considerar, este proceso suele reducirse a comportamientos restrictivos y repetitivos cuando también se encuentran alterados diversos componentes psicomotores tales como: el equilibrio, la destreza manual, control de la marcha, coordinación, torpeza motora, control postural, imitación y secuencialidad temporoespacial de las acciones (Zampella et al., 2021).

Es fundamental iniciar definiendo la conducta motora como cualquier tipo de respuesta que emite un organismo que puede ser de tipo somático, en el cual participa toda la musculatura esquelética, o visceral, que requiere la participación del sistema nervioso autónomo (Portellano, 2005).

Para temas de este documento el movimiento somático es el tipo de proceso que se profundizará debido a que uno de los componentes del mismo es tema de interés dentro de la población con autismo. De manera general podemos definir este tipo de movimiento como una respuesta voluntaria, consciente y controlada que sucede bajo respuesta a un estímulo que lo provoca y se conforma por dos factores: el psicológico-central que involucra el procesamiento de la información desde su entrada hasta su ejecución para anticipar, planificar, accionar y controlar el acto y el aspecto motor-periférico que no considera el elemento cognitivo y que no será revisado en este escrito (Benedet, 2002).

Describir puntualmente el proceso necesario para que se lleve a cabo la ejecución motora con todos los pasos que ésta involucra es bastante complejo pues se requiere la participación de diversas áreas y componentes neurales que van organizados funcionalmente en tres niveles jerárquicos de control. De forma sintetizada el primer nivel involucra el procesamiento de la estrategia para realizar el movimiento en donde participan regiones neocorticales y ganglios basales, el segundo nivel considera las secuencias ordenadas de forma espaciotemporal para lograr el objetivo en el cual se involucran el cerebelo y la corteza motora y finalmente, el último nivel en el que participan principalmente el tronco cerebral y la médula espinal y es el proceso en el que se ejecuta la acción y que además, conlleva la retroalimentación por parte de las interneuronas y motoneuronas (Bear et al., 2016).

Debido a la evidencia científica que se tiene de cómo estas y otras estructuras se encuentran afectadas en pacientes con TEA desencadenando una serie de anomalías motoras específicas, es importante abordar la participación de las estructuras neurales en el desarrollo de la función motora en población neurotípica.

Como se mencionó previamente, durante el acto psicomotor participan una serie de regiones cerebrales y neuronales diversas, mismas que se enlistan, describen y se presentan de forma ordenada según el proceso que se realiza, en la tabla 6.

<b>Estructura</b>	<b>Función</b>
<b>Regiones asociativas parietales y temporales</b>	Integración multisensorial para un procesamiento temporoespacial visual y auditivo del estímulo, de la propia posición del cuerpo con relación al objeto y al espacio para saber a dónde dirigirse para lograr el objetivo y las acciones a realizar con base en un plan motor específico.
<b>Corteza premotora</b>	Planificación y organización de los movimientos y las acciones complejas a realizar en conjunto con la porción anterior de la corteza motora suplementaria.
<b>Corteza motora suplementaria</b>	Secuenciación de los movimientos con el campo oculomotor que realiza el procesamiento de la información visual compleja y con la corteza premotora lateral que lleva a cabo el control y planeación del movimiento complejo de manos y dedos.
<b>Ganglios basales</b>	Bucle de información que envía y recibe información de tálamo a corteza y de regreso, permitiendo sintetizar información del estímulo externo para seleccionar los movimientos a realizar, planificarlos y secuenciarlos en el área 6 de Brodmann, además de inhibir aquellos innecesarios.
<b>Corteza premotora, área motora suplementaria, precúneo y corteza somatosensorial.</b>	Representación mental (priming motor) al observar la secuencia a realizar y facilita producir el movimiento por nosotros mismos al mantener activa la simulación mental.
<b>Corteza motora primaria y cerebelo</b>	Inicio del movimiento de manera regulada, realizado secuencias complejas, coordinadas y programadas de forma rítmica-temporal.
<b>Cerebelo</b>	Integración de secuencias motoras, planificación y ejecución del movimiento mediante proyecciones de núcleos dentados que anticipan el movimiento posterior a realizar en una serie aprendida u observada. Permite la contracción de músculos e inhibe el movimiento para llegar al objetivo como un bucle de retroalimentación ante acciones rápidas, enviando información de vuelta a la corteza motora para regular la dirección, sincronización, ritmo, fuerza del movimiento, discriminación de la duración y coordinación de extremidades.
<b>Corteza visual y sensoriomotora</b>	Participa de manera similar que el cerebelo como un bucle de retroalimentación por medio de la retroalimentación visual y somatosensorial de las extremidades ante

---

movimientos lentos, aunque se trata de una vía menos directa que la red cerebelar y por ello, con menor participación.

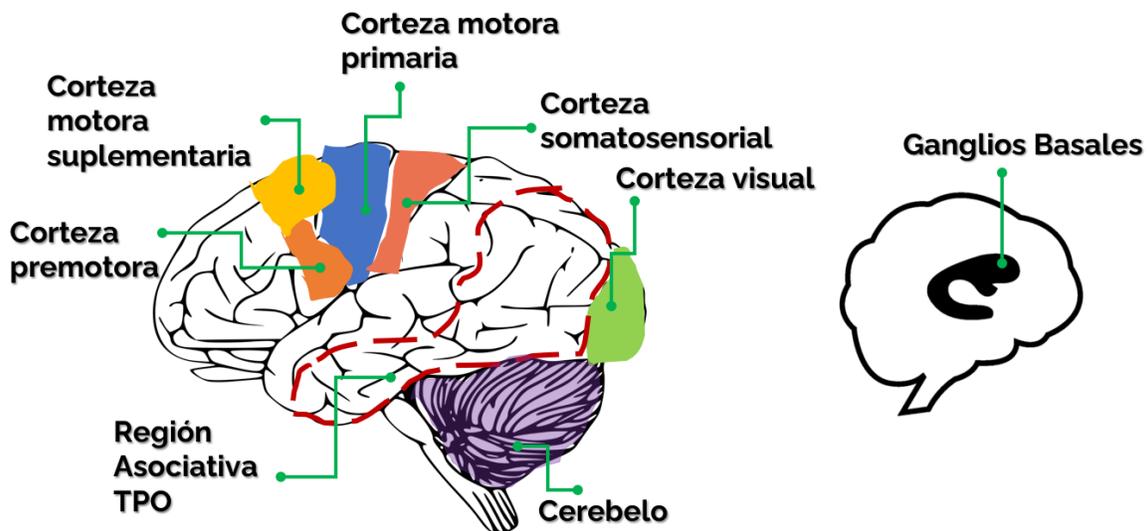
---

<b>Corteza motora primaria</b>	Integración de señales procedentes de regiones corticales y subcorticales, complementando el bucle de retroalimentación continuo en el sistema motor. Envío de proyecciones a núcleos del tronco encefálico y motoneuronas del tronco y la médula espinal. Establece órdenes motoras de cómo y cuándo debe ejecutarse un movimiento a través de la contracción y dirección muscular, así como de la retroalimentación de las motoneuronas y la médula espinal por medio de los tractos espinales.
--------------------------------	--

---

**Tabla 6.** Estructuras corticales y subcorticales implicados en el procesamiento psicomotor. Con base en Carlson, 2014; Bear et al., 2016; Picard et al., 1996; Smith et al., 2008 y Soriano et al., 2007.

En la figura 2 se presentan las principales estructuras descritas previamente:



**Figura 2.** Estructuras corticales y subcorticales asociadas al procesamiento psicomotor.

A manera de resumen, durante las conductas psicomotoras y sensoriomotoras, se requiere de la participación de diversas estructuras (como las mencionadas anteriormente) que interactúan con otras regiones y tractos complejos. La información visual se procesa en la corteza visual primaria y ésta transmite el mensaje a la corteza parietal posterior para después vincular esta información con entradas en la corteza motora primaria y premotora

que guían los comandos a ejecutar a partir de la retroalimentación visual y espacial. Dicho procesamiento, también se transmite de manera continua por proyecciones corticopontinas a diversos lóbulos del cerebelo y núcleos de los ganglios basales para refinar, calcular y ajustar los movimientos que previamente han sido planificados y seleccionados. Y es justo esta dinámica interactiva la que tiende a diferir en los menores con TEA y se discutirá a continuación (Unruh et al., 2019).

Como se ha podido revisar, el proceso psicomotor implica una serie de acciones y estructuras complejas para su funcionamiento; aunque, para finalidad de la tarea a realizar en este documento es importante rescatar que el acto psicomotor implica una vía sensomotora en el que participa la recepción de la información visual presentada, la descripción estructural corporal del modelo visual, codificación espacial extrínseca egocéntrica, conocimiento del esquema corporal, codificación espacial intrínseca, programación motora, regulación y control del mismo y ejecución de la representación mental del movimiento (Benedet, 2002).

Aunque aparentemente es un proceso sencillo, en personas con TEA se han identificado diversas anomalías que afectan el desarrollo óptimo de la función motora (más allá de las documentadas estereotipias) como las que se mencionaron previamente y dentro de las cuales se abordará de forma específica en el siguiente apartado los aspectos de secuencialidad motora.

### **2.2.1. Desarrollo del proceso en el TEA y correlatos neuroanatómicos**

Como muchas funciones, el proceso psicomotor está relacionando de manera importante con otros dominios cognitivos tales como lenguaje, esfera social, habilidades visuoespaciales, etc., participando como un precursor de dichas funciones. Por tal motivo, alteraciones en el desarrollo del proceso motor como las que se presentan en el TEA son de gran importancia

y no deben limitarse a temáticas conductuales como las estereotipias, los comportamientos ritualistas, entre otros (Wilson et al., 2018).

De manera general, los informes realizados por los padres de menores con TEA han destacado la presencia de un retraso importante en el alcance de diversos hitos motores como sentarse sin apoyo, bipedestación y desarrollo de la marcha en comparación con edades promedio de niños neurotípicos, alcanzando una sedestación a los 7.6 meses (5.9 en edad promedio), permanecer de pie sin apoyo a los 13.2 meses (10.8 meses) y una marcha independiente a los 18.3 meses (12 meses) lo que se ha vinculado a afectaciones motoras posteriores importantes (Harris, 2017; Mosconi et al., 2015).

Diversas investigaciones han identificado que las dificultades en la integración sensorial, que previamente se describieron en el primer capítulo, son cuestiones que repercuten de manera importante en temas motores tales como deficiencia en el registro sensorial, falta de coordinación motora además de deficiencias en la secuenciación y dispraxia verbal-motora, siendo los temas de secuenciación y coordinación un eje importante dentro de los signos distinguibles en el TEA (Wuang et al., 2020).

Considerando este argumento, Whyatt et al. (2013 citado en Kaur et al., 2018) proponen que los menores con TEA presentan un déficit básico en la integración de la percepción y la acción que repercute en componentes espacio-temporales tanto de dominios motores gruesos y finos como de destreza y secuencialidad psicomotora que se han asociado principalmente a fallas en redes frontoestriatales así como cerebelosas (Wilson et al., 2018).

Con relación a la motricidad gruesa, el estudio realizado por Wuang et al. (2020) demuestran que los menores con TEA presentan importantes afectaciones en la coordinación

motora al realizar ejercicios que involucran la participación de extremidades superiores e inferiores, acentuando mayormente las acciones que involucran los movimientos con manos. Del mismo modo, el estudio realizado por Kaur et al. (2018) demostró que durante la realización de ejercicios que implican la coordinación bilateral y sincrónica de ambas extremidades como por ejemplo tocar un tambor o realizar secuencias repetidas con las manos, se han reportado tasas de movimiento más lentas e incluso arrítmicas cuando debe realizarse bajo una constante temporal.

Del mismo modo, la ejecución motora fina y gruesa se ha observado que se realiza con velocidades significativamente más lentas en comparación con menores normotípicos lo que sugiere que existe una relación inadecuada entre la percepción y la acción motora en los menores con TEA lo que conlleva a un inadecuado encadenamiento de secuencias motoras rítmicas para ejecutar acciones de forma programada que produce una lentitud temporal como compensación ante esta dificultad (Khoury et al., 2020; Anzulewicz et al., 2016 y Sacrey et al., 2014 citados en Floris et al., 2018).

Y es debido a estas dificultades de integración sensorial que se han observado numerosas alteraciones en actividades y habilidades en esta población que demandan el procesamiento psicomotor como lo son tareas de secuenciación, integración y coordinación bilateral, movimientos posturales, actividades de integración propioceptiva para guiar acciones complejas y tareas práxicas (Wuang et al., 2020).

En relación a las actividades motoras de imitación, también se han identificado alteraciones práxicas imitativas; así como mayores tiempos de ejecución lo que se ha vinculado directamente a que la red práxica se encuentra distribuida en ambos hemisferios cerebrales y las debilidades en conexiones de largo alcance entre regiones visuales y motoras

provocan una comunicación neuronal inadecuada y lentificada. Dichos hallazgos se han relacionado con el proceso de memoria de trabajo visual en donde se ha observado un *span* mnésico atencional reducido siendo más acentuado ante estímulos o información visual más rápida (Wuang et al., 2020; Kaur et al., 2018).

Por otro lado, en aspectos de estabilidad y modificación postural que requieren la participación del control de gravedad, la anticipación, planificación y modificación motora constante, se han reportado desfases en el desarrollo asociados en gran medida a la integración sensorial inadecuada de procesos motores, visuales, propioceptivos y vestibulares; lo que repercute en la estabilidad postural, cambios (tanto en extremidades superiores e inferiores) inadecuados y lentificados; además del control de los cambios, balanceo, trayectoria y velocidad del movimiento (Floris et al., 2018; Wuang et al., 2020).

Como se mencionó al inicio de este apartado, son distintas las estructuras que se encuentran implicadas en el procesamiento de una función tan compleja como la psicomotricidad y más aún, de la integración de diversos sistemas para conformar una representación compleja y operarla en el medio de manera secuencial.

Por tal motivo, es importante también considerar a los tractos neurales establecidos entre las diversas regiones; así como la fortaleza, velocidad, desarrollo y maduración de éstos en el análisis de las diferencias encontradas en los menores con TEA; los cuales, se describen a continuación en la tabla 7.

<b>Regiones o tractos neurales</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Vínculo con las características de los perfiles de TEA</b>
<b>Regiones motoras y parietales posteriores.</b>	Procesamiento atípico de la retroalimentación entre ambas regiones.	Alteraciones en la transducción de información de errores sensoriales, dificultades en la corrección de planes motores durante la ejecución,

		interferencia en la adquisición de automatización y secuenciación motora por afectaciones en circuitos de ganglios basales e incluso la combinación de estas afectaciones.
<b>Cuerpo calloso</b>	Conectividad interhemisférica disminuida, cuerpo calloso reducido en tamaño por microestructura en sustancia blanca atípica, puntualmente en zonas del esplenio, rodilla y zona anterior.	Repercusión en la funcionalidad de zonas frontales de forma coordinada como la corteza prefrontal y orbitofrontal y de zonas posteriores como la conjunción temporoparietooccipital y zonas parietales.
<b>Circunvolución frontal medial derecha</b>	Anomalías volumétricas en sustancia gris	Afectación en la realización de tareas sensoriomotoras y visuomotoras que involucran procesamiento espacial bajo claves egocéntricas, coordinación motora, inhibición conductual y anticipación de acciones.
<b>Corteza motora primaria-M1</b>	Alteraciones oscilatorias de ondas gamma y beta (relacionadas con la acción y planeación motora, respectivamente). Acoplamiento de ondas beta-gamma reducido en la región de M1.	Mayores tiempos de reacción ante ejecuciones motoras, disfunción de la iniciación y la planificación motora, dificultando el procesamiento sensorial de la información y la modulación de la misma que provoca actividad cerebral rápida, es decir, los ritmos lentos que modulan este tipo de comunicación neuronal, no se presenta de igual forma en población con autismo desencadenando disfunciones en acciones sensoriomotoras.
<b>Corteza prefrontal derecha</b>	Menor activación de esta región independientemente de la mano a utilizar para ejecutar las acciones solicitadas.	Deficiencias para mantener activa la información presentada (memoria de trabajo) y actuar en consecuencia de ésta. Dificultad en la creación de representaciones mentales de la información visuomotora y actuar bajo la misma, usando otras estrategias compensatorias.
<b>Ganglios basales y Tálamo</b>	Mayor superficie bilateral en el tálamo (mayormente en su porción izquierda en aquellos perfiles más	Fallos en funciones motoras que se han descrito anteriormente y participación en las conductas repetitivas y restringidas, además de

afectados) y mayor concavidad en la porción derecha. Concavidad en el globo pálido derecho y en el putamen.	las disfunciones y dificultades importantes relacionadas a la integración multisensorial en la región talámica debido a la mayor superficie que presentan y que se vincula con temáticas de conectividad y mielinización de tractos.
--	--

**Tabla 7.** Hallazgos estructurales presentes en regiones corticales y subcorticales motoras de personas con TEA y su vínculo con las características presentes en los perfiles cognitivos. Con base en Unruh et al., 2019; Floris et al., 2018; Zhao et al., 2022; Albajara et al., 2021; An et al., 2021; Suzumura et al., 2021, Mosconi et al., 2015 y Schuetze et al., 2016.

Siguiendo con la estructura de anomalías identificadas en anatomía, conectividad y funcionalidad de diversas regiones corticales, es importante mencionar los hallazgos que se tienen en temas de conexiones de corto y largo alcance, descritos en la tabla 8.

<b>Regiones o tractos neurales</b>	<b>Hallazgos</b>	<b>Vínculo con las características de los perfiles de TEA</b>
<b>Red ejecutiva central (comprende regiones cerebrales prefrontales y parietales)</b>	Hiperconectividad importante de corto alcance en la red ejecutiva.	Repercusión en la planificación, control atencional y memoria de trabajo, además de funciones sensoriomotoras.
<b>Regiones sensoriales y motoras</b>	Hipoconectividad importante en zonas sensoriales y motoras.	
<b>Circuitos corticales premotores</b>	Dificultades en la modulación de dichos circuitos durante la retroalimentación sensoriomotora además de fallas en la conectividad funcional entre estos tractos y regiones visuales primarias	Implicación en la integración sensoriomotora y multisensorial durante la ejecución de planes motores
<b>Cerebelo</b>	Disminución del tamaño y densidad reducida en las células eferentes de Purkinje.  Comunicación disminuida e interrumpida en la conectividad funcional establecida entre el cerebelo posterior derecho y	Defectos en el procesamiento y corrección de errores de carácter visoespacial.  Repercuten en la realización de tareas de carácter sensoriomotor y durante actividades de

diversas estructuras relacionadas al procesamiento motor como: lóbulo parietal inferior izquierdo, la corteza prefrontal dorsolateral y las áreas premotora, motora y motora suplementaria.	secuencialidad afectando principalmente a funciones como la anticipación, planificación y ejecución motora.
---	---

**Tabla 8.** Hallazgos en conectividad de corto y largo alcance en regiones motoras y su vínculo con las manifestaciones cognitivas presentes en los perfiles con TEA. Con base en Holiga et al., 2019; Unruh et al., 2019 y Lidstone, 2021.

Para finalizar con el aspecto de la psicomotricidad, durante este apartado se pudieron identificar diversas irregularidades en el desarrollo y la consolidación de hitos importantes desde etapas tempranas que convierten a las dificultades motoras observables en las personas con TEA en indicadores primarios del trastorno y que en etapas posteriores repercuten en el desarrollo y alcance de otras funciones cognitivas como el lenguaje, las habilidades sociales, funciones frontales, entre otros (Mosconi et al., 2015).

Por tal motivo, los estudios recientes en relación al tema han cobrado vital importancia al permitir estudiar y observar diversas estructuras, tractos, diferencias anatómicas y de conectividad presentes en la población y compararlo con lo observado en lo conductual y cognitivo para abordar de mejor manera esta condición y continuar desarrollando estrategias de intervención fundamentadas en evidencia (Mosconi et al., 2015; Unruh et al., 2019).

Finalmente, al iniciar este capítulo se consideró como factor principal el desarrollo óptimo de la integración sensorial para la consolidación y el funcionamiento adecuado de diversas funciones como las que previamente se describieron; el cual, se ha podido identificar durante la exposición de investigaciones y hallazgos que al estar trastocado por asuntos de estructura, funcionamiento, conectividad, entre otros, repercute de manera importante en las

fallas y dificultades presentes en los individuos dentro del espectro. Por tal motivo, el estudio detallado de dichas alteraciones e inconvenientes a través del desarrollo de hipótesis y teorías explicativas, resulta importante para un acercamiento más profundo del trastorno, así como para conocer y desarrollar mejores herramientas de evaluación e intervención que favorezcan el funcionamiento adecuado de la población estudiada.

### **Capítulo 3. Aproximaciones Explicativas en torno al TEA.**

*El mundo va demasiado rápido para las personas con autismo.  
Reduzca la velocidad del mundo exterior y calme el mundo interior.  
-Bruno Gepner, 2014.*

Durante las últimas décadas, investigadores en todo el mundo han realizado diversas aproximaciones dentro del campo del Trastorno del Espectro Autista buscando respuestas en relación al origen de las dificultades cognitivas que presenta la población con dicha condición.

Dentro de éstas, destacan y predominan en el campo la hipótesis de la Teoría de la Mente desarrollada por Simon Baron-Cohen, Alan Leslie y Uta Frith (1985), la aproximación de la Coherencia Central Débil de Francesca Happé y Uta Frith (1989), el análisis de la disfunción ejecutiva propuesta por Sally Ozonoff, Bruce F. Pennington y Sally J. Rogers (1991) y la aproximación explicativa de los trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales desarrollada en los últimos años por Bruno Gepner, François Ferón y Carole Tardif (2009); bajo la cual se sustenta el presente documento.

### **3.1. Teoría de la Mente, Coherencia Central Débil y Análisis de la Disfunción Ejecutiva**

Pese a que, la aproximación propuesta por Bruno Gepner y colaboradores (2009) es la que mayormente se abordará en este apartado, es indispensable mencionar de manera general, los fundamentos, aciertos explicativos y limitaciones que presentan y caracterizan las aproximaciones con mayor predominio dentro del autismo, con la finalidad de enmarcar la importancia que toma la aproximación explicativa de los trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales al discutir aspectos que se retoman en otras hipótesis pero explicadas bajo otros postulados, además de considerar también las limitaciones que se presentan en algunas de ellas.

Para tal efecto, se presentan en la tabla 9 los puntos previamente mencionados de cada aproximación realizando un análisis comparativo entre cada una, abordando su fundamento, los alcances y limitaciones de cada enfoque.

Aproximación teórica	Teoría de la Mente <b>Baron-Cohen, Leslie y Frith, 1985</b>	Coherencia Central Débil <b>Frith y Happé, 1989</b>	Análisis de la disfunción ejecutiva <b>Pennington, Ozonoff y Rogers, 1991</b>
<b>Fundamento principal de las afectaciones</b>	Déficit nuclear en la capacidad cognitiva de la “teoría de la mente”, imposibilitando la construcción de <b>metarrepresentaciones</b> (“mentalizar”) sobre pensamientos y conductas de otros para distinguir el mundo real de las representaciones de éste y que son la base del juego simbólico, estados mentales, desarrollo de habilidades sociales y consolidación del lenguaje en distintas modalidades.	Estilo de procesamiento de la información que se centra en los detalles y referentes locales más que en la integración de sus partes en un todo, lo que lleva a describir que el funcionamiento atencional, perceptual y procesual típico del TEA son la consecuencia de presentar una coherencia central débil y una superioridad en el <b>procesamiento local</b> que, a su vez, se presenta como un sesgo cognitivo.	“ <b>Metáfora frontal</b> ” como postulado explicativo debido a la similitud funcional del TEA con pacientes que han sufrido algún daño frontal. Argumentando que en el autismo se debe a una afectación grave y prematura en el desarrollo y consolidación de funciones complejas que inicia con dificultades en la planificación y afectan la adquisición e implementación de conceptos necesarios para la integración de información; además de impactar en la esfera social, emocional, motivacional entre otras.
<b>Alcances para describir las características en los perfiles</b>	<p><i>Juego simbólico:</i> juegos mayormente orientados a la realidad y nunca o casi nunca basados en la ficción por fallas en la adquisición del simbolismo en el entorno, teniendo una teoría de la mente en su forma más básica.</p> <p><i>Interacciones sociales:</i> manifestaciones de poca o nula atención a rostros y voces y dificultades en la sincronización de acciones o “protoconversaciones”.</p> <p><i>Esfera emocional:</i> déficit en la diferenciación del sentir, pensar,</p>	<p><i>Habilidades perceptuales:</i> superioridad en el procesamiento visual, espacial y el conjunto de éstos en pruebas de construcción debido al requerimiento de partir de los detalles para englobarlos en un todo.</p> <p><i>Capacidad mnésica:</i> recuperaciones con orden y características de información perfectas de elementos auditivos y visuales asociados un procesamiento mnésico estable, complejo y detallado.</p> <p><i>Esfera social:</i> integración fragmentada de elementos como los</p>	<p><i>Habilidades de Planificación:</i> deficiencias en el dominio ante la ejecución de ensayos con mayor complejidad, además de fallas en memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad y anticipación.</p> <p><i>Flexibilidad cognitiva y atención alternante:</i> baja flexibilidad mental al no lograr cambiar el pensamiento por el cual se categorizan diferentes estímulos tanto simples como complejos y preservación en respuestas equívocas. Además de dificultades para el cambio entre actividades, tareas o ideas, rigidez y</p>

	saber y creer de los demás con respecto al sentir, saber, creer y pensar propio, que se reduce a una incapacidad en la “lectura” de los pensamientos ajenos.	rostros, al percibirlos de forma aislada y no como un todo imposibilitando la integración de expresiones faciales con emociones o incluso el seguimiento ocular mediante la ejecución de tareas de atención conjunta.  <i>Proceso lingüístico:</i> afectación semántica, principalmente ante palabras ambiguas por la ausencia en el uso del contexto para elegir el concepto correcto y que repercute en la adquisición de conocimiento debido a la poca abstracción del contenido general de una temática compleja.	estereotipias motoras, rituales y ecolalias.  Estas deficiencias descritas, se asocian a dificultades en la regulación emocional y lenguaje no verbal debido a una afectación en la regulación del comportamiento social en actividades de la vida cotidiana, misma que se requiere para un desarrollo adecuado de estas habilidades superiores.
<b>Limitaciones explicativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de conductas estereotipadas</li> <li>• Fallas en integración de la información</li> <li>• Constantes desatenciones a situaciones del entorno</li> <li>• Inconvenientes en la planificación y secuenciación de acciones</li> <li>• Poca flexibilidad en diversos ámbitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de conductas estereotipadas y repetitivas</li> <li>• Condiciones lingüísticas</li> <li>• Dificultades asociadas al lóbulo frontal (planificación, anticipación, flexibilidad y secuenciación)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesgo de evaluación mediante medidas indirectas de las funciones ejecutivas y la ejecución normalizada durante pruebas estructuradas directas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comorbilidad cognitiva y anatómica con otros trastornos del neurodesarrollo.</li> <li>• Heterogeneidad constante en el espectro que trastoca la diversidad ejecutiva.</li> </ul> </li> </ul>

**Tabla 9.** Análisis comparativo de las principales aproximaciones teóricas y neurobiológicas en relación al TEA. Con base en Calderón et al., 2012; Barbolla et al., 1993; Gómez, 2010; Núñez et al., 2020, López et al., 2007; Happé et al., 2006; Gómez, 2019; Martos et al., 2011; Lee, 2021; Travaglia et al., 2022; Pérez-Pichardo et al., 2018; Johnston et al., 2019 y May et al., 2020.

### **3.2. Teoría de los Trastornos del Procesamiento Temporo-Espacial de Flujos Multisensoriales (TSPD) (Gepner, Ferón y Tardif, 2009)**

Debido a la heterogeneidad de los perfiles de autismo, describir y desarrollar aproximaciones teóricas que engloben las dificultades cognitivas y conductuales presentes en el espectro y empleen correlatos neurobiológicos ha sido un reto dentro del campo de estudio del TEA. No obstante, a lo largo de los años Bruno Gepner y su equipo de trabajo en la *Aix-Marseille Université* han realizado múltiples investigaciones que permiten proponer la teoría de los trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales (*TSPD* por sus siglas en inglés) como una explicación sólida de las alteraciones presentes en los perfiles, así como una alternativa a las estrategias de intervención para la funcionalización de las mismas.

En primer lugar, es importante describir la importancia que tiene la integración multisensorial ya que permite obtener experiencias unificadas del mundo externo y adecuar bajo este procesamiento, nuestro comportamiento, pensamiento y funcionalidad. Dicha unificación implica la participación de los sentidos y sistemas para atender, percibir, incorporar y realizar adecuaciones sensoriomotoras para actuar en una situación en específico, bajo la peculiaridad de integrar todos los estímulos recibidos en un rango temporal y espacial adecuado (Cornelio et al., 2021).

Con base en lo anterior y mediante la revisión de datos clínicos, neuropsicológicos, neurofisiológicos, genéticos, de neuroimagen y epidemiológicos se desarrolla la propuesta de los TSPD; la cual, considera que en el espectro autista se presentan distintos grados de afectación en la integración multisensorial que permiten explicar las alteraciones conductuales, cognitivas e incluso motoras que se presentan en el autismo (Gepner et al., 2009).

Algunos de los postulados que se describirán ya se habían identificado aproximadamente en 1957 por George Frankl como la causa de las deficiencias en lenguaje (Muratori et al., 2020); aunque Gepner y colaboradores (2009), puntualizan que son grados de déficit que se presentan al no poder percibir e integrar la información multisensorial de manera coherente y armónica y al producir respuestas sensoriomotoras, verbales, representacionales y perceptuales dentro de un rango espacio-temporal correspondiente.

Como se profundizó en el segundo capítulo, durante la etapa del neurodesarrollo distintos procesos neuronales comienzan a suceder de forma atípica provocando cambios importantes en la citoarquitectura y conectividad neuronal como lo es la hiperconectividad de corto alcance y la hipoconectividad de tractos largos; que desencadenan múltiples eventos en el desarrollo cognitivo y conductual posterior siendo el origen en común de éstos las alteraciones en la integración espacio-temporal de información multisensorial y es justo este fundamento, el principal argumento neurobiológico que presenta la propuesta de los TSPD además de contrastar dicha información con hallazgos genéticos y datos neuropsicológicos como los que se describen a continuación (Machado et al., 2017; Gómez, 2019).

Algunos puntos a destacar dentro de la esfera socioemocional son las dificultades que se han encontrado al procesar estímulos faciales con contenido emocional en situaciones estáticas y dinámicas y la mejora que se presenta en la comprensión y percepción de las mismas ante presentaciones estroboscópicas (estímulos dinámicos lentos) (Gepner et al., 2001). Del mismo modo, en la imitación de expresiones faciales y corporales, en la investigación de Lainé et al. (2011) el desempeño fue bajo durante la percepción y ejecución temporal típica de los movimientos secuenciados tanto en el rostro como en el cuerpo; no obstante, mejoraron en el grupo con mayor grado de afectación ante los estímulos

presentados de forma lenta, siendo más coordinados y armónicos en comparación con la presentación estándar.

Situaciones similares han sido estudiadas en temas de percepción audiovisual de lenguaje demostrando que los menores con autismo presentan de manera importante deficiencias en la percepción temporal y categorización de fonemas de carácter ambiguo (Tardif et al., 2002), además se documenta que no solo ocurre esta alteración temporal en el procesamiento de fonemas, sino también en la percepción de sonidos y destellos identificando asincronía en la reacción inicial de la emisión (Foss-Feig et al., 2010) y siendo mayor la ventana de asociación temporal audiovisual ante estímulos complejos como por ejemplo en el “Efecto McGurk” o ante no palabras (Stevenson et al., 2014).

En relación al procesamiento multisensorial de funciones sensoriomotoras y espaciales, se han documentado alteraciones espaciotemporales en tareas que involucran la modalidad visual y táctil e integración referencial peripersonal y dinámica, mostrando un procesamiento erróneo de la percepción del límite corporal ante el movimiento y la estimulación táctil con objetos lejanos y cercanos al cuerpo (Noel et al., 2020), además se han identificado alteraciones de este tipo en efectos perceptuales como “la ilusión de la mano de goma”, demostrando que la susceptibilidad a la sensación sucede con cierto retardo temporal (Cascio et al., 2012) y en actividades de anticipación motora como predecir el momento en el que una pelota tocará el balón con apoyo de videos, los menores también han demostrado dificultades para anticipar el momento preciso del suceso; lo cual, se corrobora bajo las imágenes cerebrales obtenidas que muestran una hipoactividad corticobasal izquierda (Webster et al., 2020).

A manera de resumen con respecto a las alteraciones neuropsicológicas, la propuesta de la deficiencia en el procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales presenta como postulados principales que ante el déficit en la integración de información surgen dificultades para detectar y procesar el movimiento visual, codificar y analizar estructuras lingüísticas además de anticipar, programar y reprogramar ajustes sensoriomotores dentro de ventanas temporales estándar (Gepner et al., 2009).

Finalmente, un aspecto a destacar dentro de esta aproximación es el énfasis que le otorga a los testimonios de aquellos que viven en persona el espectro autista como evidencia crucial en la hipótesis, más allá de la evidencia neurofisiológica, anatómica, cognitiva y genética que se pueda tener.

Muchas personas con la condición de autismo, han declarado que las situaciones de aversión en la mirada se deben, principalmente, a las dificultades que presentan para procesar los efectos visuales rápidos como el movimiento de los ojos o el parpadeo. Ejemplo de ello es Temple Grandin (1995 citado en Gepner et al., 2009); quien menciona en su libro “Pensar con Imágenes” que “es complicado establecer contacto visual con otra persona ya que sus ojos no se quedan quietos”, lo que los lleva a utilizar estrategias como parpadear rápidamente, desviar la mirada para evitar esa molestia o mirar de manera periférica (Gepner et al., 2002).

De igual forma, esta situación se presenta en temas de audición y lenguaje tal y como refiere Temple Grandin et al. (2019) “yo no era sorda, pero presentaba dificultades para percibir las consonantes como la C, cuando las personas hablaban deprisa solo escuchaba sonidos vocálicos y cuando la logopeda hablaba despacio podía escuchar sonidos difíciles como la C”. Y estos mismos argumentos también los menciona Daniel Tammett (2006 citado en Gepner et al., 2009) en una frase contundente durante una entrevista con Grandin “hablaba

muy rápido y me cuesta trabajo seguirla, la rápida sucesión de preguntas me parece intrusiva y me toma tiempo responder”.

Por lo anterior, se considera que el cambio constante y cotidiano de la mayoría de las cosas que suceden no brinda la oportunidad de prepararse y anticiparse a éste, situación que Donna Williams refiere en una frase como “paren el mundo, me quiero bajar” y Grandin complementa con “o si no para el mundo, por lo menos reducir la velocidad”. Lo que permite comprender que, al recibir diversos tipos de información sensorial en un mismo momento de forma abrumadora, afecta la forma en la que el mundo y las cosas se perciben y por consecuencia el actuar ante ello (Grandin et al., 2019).

Y es con base en la evidencia acumulada que Gepner y colaboradores (2009) proponen como una estrategia de funcionalización e intervención en los menores con TEA el lentificar la presentación de información por medio del software “*Logiral*” (Tardif et al., 2012) realizando un símil con las compensaciones naturales que hacen los niños para poder asimilar de mejor manera los cambios cotidianos y tomando como base el fundamento del desarrollo exacerbado de conexiones cortas y la debilidad de trectos largos y zonas de asociación multimodal.

A partir de la examinación de este método, se han obtenido diferentes resultados que permiten considerar la ralentización de los estímulos como una posible “terapia de lentitud” (Gepner et al., 2021) aplicable en distintas áreas de funcionamiento en los menores, aunque únicamente ha comenzado a examinarse en la esfera socioemocional y de lenguaje en población francesa.

En el dominio de lenguaje, la implementación de la lentificación ha demostrado mejoras en la identificación de estructuras lingüísticas complejas ambiguas como “MNA”, evitando la sobrecategorización hacia un solo fonema y permitiendo el reconocimiento adecuado de los componentes de ésta en una misma línea temporal (Tardif et al., 2002) y facilita la comprensión de instrucciones y preguntas incrementando la cognición verbal de los menores analizados (Tardif et al., 2017). Además, al implementar la lentificación con otras terapias como la intervención en lenguaje se documentan resultados importantes al potencializar los efectos tanto en la producción, comprensión y procesamiento de la comunicación verbal y no verbal, mismos que mejoran las habilidades comunicativas de los menores (Gepner et al., 2021).

Por otro lado, en la esfera socioemocional también se han probado los beneficios de la ralentización de la información obteniendo, un mejor rendimiento en temas de procesamiento, comprensión e imitación de expresiones faciales, movimientos del rostro y corporales en la interacción (Gepner et al., 2001), disminución de conductas disruptivas e hiperactividad motora, mayores períodos atencionales a su evaluador y a rasgos de la cara como los ojos y la boca en movimiento durante la narración de una historia, la presentación de instrucciones y el intercambio social, favoreciendo no solo la reciprocidad social durante una interacción sino también la expresión lingüística a partir de la percepción y decodificación de la información audiovisual (Lainé et al., 2011; Gepner et al., 2020; Gepner et al., 2021).

A partir de estos datos ha surgido la pregunta de ¿por qué la ralentización de los estímulos podría beneficiar el procesamiento, la integración y la operacionalización de la información en los menores con TEA?, y la respuesta parece estar fundamentada en las

ventanas de integración temporal y la conectividad atípica de los menores que previamente se describió.

Desde etapas tempranas del desarrollo, es necesario un procesamiento adecuado de la información multisensorial en ventanas espacio-temporales adecuadas para favorecer el andamiaje del desarrollo cognitivo, lingüístico y social. Estas integraciones, son la base fundamental de procesos funcionales como las asociaciones entre objetos y sonidos, la lectura de labios y asociación auditiva para la decodificación y adquisición del lenguaje, la discriminación de ritmos y prosodias dentro del lenguaje pragmático, además del reconocimiento de expresiones emocionales, la sincronía y secuencialidad de acciones, la capacidad de resolución de problemas y la precisión del pensamiento abstracto y el razonamiento complejo (Zhou et al., 2020).

Pero para que estos procesos puedan llevarse a cabo, es necesaria la funcionalidad coordinada de una red cerebral compleja que involucra la conectividad de corta y larga distancia en regiones como las cortezas auditiva y visual, la red dorsal fronto-parietal, los colículos superiores, la ínsula, la corteza parietal inferior, áreas prefrontales, cerebelo, tálamo y el surco temporal inferior; que son zonas que se han encontrado estructural y funcionalmente atípicas en población con TEA (Zhou et al., 2020; Gómez, 2019).

Diversos datos han permitido analizar que el exceso de conexiones de corta distancia llega a lentificar la velocidad de procesamiento en diversas funciones siendo una causa importante de las manifestaciones presentes en los niños con autismo desde etapas iniciales del desarrollo; y, aunado a la hiperconectividad de corta distancia, la subconectividad de tractos largos también repercute en la maduración cerebral al impedir o entorpecer la conexión entre las principales áreas de integración, dejando como consecuencia alteración

en el procesamiento neural, desincronización de diversas redes y lentificación en la asimilación de la información (Gómez, 2019).

Con base en lo anterior, la estrategia de lentificar la información parece favorecer la velocidad de procesamiento neuronal que presentan los niños dentro del espectro al brindar el tiempo necesario para integrar de manera sincrónica las diversas fuentes de información, percibir y asimilar el cambio y potencializar la funcionalización de redes cerebrales complejas para el desarrollo de procesos cognitivos utilizando como base la compensación que realizan de forma autónoma los niños con la atención a lo estático o poco cambiante, el sobreacoplamiento sensorio-motor o el fraccionar la información en elementos más simples (Gepner et al., 2009).

Para finalizar este capítulo, es importante mencionar que, si bien la etiología y/o la base fundamental de las principales fallas presentes en el Trastorno del Espectro Autista aún no se explican por completo por alguna aproximación explicativa como las previamente descritas, éstas han brindado las bases teóricas para tratar de describir, delimitar y profundizar sobre los componentes cognitivos y neurológicos subyacentes a los signos dentro del espectro.

Permitiendo concluir que mientras que para la hipótesis de la “Teoría de la Mente” las principales fallas se asocian a una dificultad en la capacidad metarrepresentacional, para la propuesta de la “Coherencia Central Débil” se deben a un estilo de procesamiento local focalizado a los detalles y para la aproximación de la “Teoría de la Disfunción Ejecutiva” se vinculan a una deficiencia en el desarrollo de las funciones ejecutivas debido a dificultades anatómicas y estructurales frontales. No obstante, el alcance de la hipótesis de la “Teoría de los Trastornos del Procesamiento Temporo-Espacial de Flujos Multisensoriales” permite

englobar la mayoría de los signos y síntomas presentes en el TEA en una aproximación unificada que presenta como evidencia las alteraciones estructurales y funcionales del cerebro autista por lo que abordar este planteamiento en población mexicana con dominio del idioma español y haciendo uso de otras funciones poco exploradas dentro de la propuesta permite ampliar esta hipótesis y contrastar lo realizado hasta ahora.

#### **4. Justificación**

En los últimos años, el Trastorno del Espectro Autista (TEA) ha aumentado su prevalencia derivado en buena medida de dos grandes factores: una mayor concientización y una mejor definición clínica del mismo. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) existe una tendencia mundial de TEA de 1 por cada 100 niños (0.62%), siendo una estimación aproximada debido al desconocimiento de datos en países de ingresos medios y bajos.

Durante años, el autismo en México no se consideraba dentro de las principales causas de atención psiquiátrica; incluso los datos referentes a su epidemiología e incidencia eran escasos. No obstante, es a partir del año 2013 que comienzan a reportarse datos oficiales que colocan al TEA como uno de los principales problemas en salud pública en nuestro país (Reynoso, et al., 2017). Complementando lo anterior, la Secretaría de Salud (2019) estima que aproximadamente 6, 200 niños al año en México presentan esta condición y 1 de cada 115-120 (0.87 %) personas son diagnosticadas con alguna presentación del TEA. De los casos considerados, se contempla que alrededor de 94 mil corresponden al grupo de edad de 0 a 4 años y existen más de 298 mil en las edades de 5 a 19 años. Empero, es importante señalar que este dato corresponde a una población específica debido a la ausencia de

información sobre la estadística del autismo en todo el país, excluyendo a regiones marginadas del territorio.

Con base en lo anterior, el número de investigaciones en torno al TEA ha ido incrementando exponencialmente en los últimos años, permitiendo desarrollar diversas teorías cognitivas y neuropsicológicas que buscan explicar el punto clave de la sintomatología autista; dentro de las cuales destacan las siguientes: por una parte, se identifica un déficit en la capacidad representacional propia y de los demás, explicada mediante la Teoría de la Mente (ToM) (Baron-Cohen, Leslie y Frith, 1985). Por otro lado, la preferencia del individuo con autismo para procesar la información con base en el detalle explicado en la teoría de la Coherencia Central Débil (Frith y Happé, 1994) y finalmente, la teoría de la disfunción ejecutiva (Pennington, Ozonoff y Rogers, 1991) que considera como punto central del autismo a los comportamientos, intereses y actividades restringidas y estereotipadas (Aoki, 2006; Jodra, 2015).

No obstante, a partir del año 2000 comienzan a realizarse estudios fuera de las líneas teóricas antes descritas; teniendo como principal representante a Gepner. Dichas teorías permiten ampliar las investigaciones explicativas sobre la base central del TEA. Así, Gepner y Ferón (2009) focalizan su interés en los inconvenientes que presentan las personas con diagnóstico de TEA para percibir e integrar múltiples dinámicas ambientales de estímulos sensoriales, así como producir ajustes sensoriomotores (ajustes posturales y adecuaciones verbales y no verbales) ante demandas ambientales que proponen la hipótesis explicativa TSPD/MBD.

Dicho supuesto refiere que las principales alteraciones funcionales presentes en las personas con TEA pueden deberse a Trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos

multisensoriales (TSPD) y que éstos pueden resultar de la desconexión-desincronía cerebral multisistémica (MBD) (Gepner y Ferón, 2009; Rodríguez, 2016).

Los estudios realizados por Rodríguez (2016) aportan evidencia a este postulado y demuestran que, cualitativamente, la manera en la que los niños con Síndrome de Asperger procesan estímulos temporoespaciales difiere de aquel procesamiento que realizan los menores con desarrollo típico. Del mismo modo, Tardif et al. (2017) mencionan que el funcionamiento de las personas con TEA se caracteriza principalmente por mejores desempeños en procesamiento de estímulos estáticos y locales y estas particularidades del perfil cognitivo de TEA son mostradas en los resultados obtenidos en sus estudios de caso, los cuales, demuestran mejorías en su desempeño cognitivo verbal ante estímulos presentados de forma ralentizada y poco cambiante.

Aunado a lo anterior, Gepner et al. (2020) intentaron adicionar evidencia a la hipótesis TSPD al reducir la velocidad de la dinámica facial durante el habla para analizar los efectos de esta lentificación en el desempeño de los menores con TEA. En sus hallazgos, demuestran que al presentar de forma ralentizada la dinámica facial, hay un incremento en la atención y el mantenimiento de ésta en regiones como la boca y los ojos, lo que permitiría entrenar la comprensión y expresión verbal en niños con TEA a partir de la lectura de labios y expresiones faciales en estímulos lentificados.

Con base en lo anterior, el presente trabajo se enfoca en estudiar los impactos de la información auditiva y visual presentada de forma ralentizada en el desempeño de procesos de comprensión de lenguaje, así como en las habilidades secuenciales motoras en una muestra mexicana de menores con TEA.

Con la finalidad de proponer la implementación de nuevas estrategias para la funcionalización de alteraciones cognitivas fundamentadas en esta hipótesis, además de aportar evidencia al enfoque TSPD/MBD que actualmente comienza a crecer dentro de los avances en el estudio del Trastorno del Espectro Autista.

## **5. Pregunta de Investigación**

¿Qué efecto tiene la presentación ralentizada (tres velocidades de presentación) de estímulos auditivos y visuales de pruebas neuropsicológicas en el desempeño de niños con diagnóstico de TEA en procesos secuenciales motores y de comprensión de lenguaje?

## **6. Objetivos**

### **6.1. Objetivo General**

Conocer si existe una relación entre la presentación ralentizada de estímulos auditivos y visuales, correspondientes a tareas de secuencialidad motora y de comprensión de lenguaje, y el desempeño obtenido en éstas de un grupo de niños con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista (TEA) con edades de 5 años 11 meses a 12 años 11 meses, además de identificar si en una velocidad ralentizada específica (70%, 60% o 50%) existe un mejor desempeño en comparación con una velocidad normal.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- 1) Evaluar el desempeño en procesos de secuencialidad motora de un grupo de niños con diagnóstico de TEA a través de la aplicación de las subpruebas de “secuencias motoras manuales” (NEPSY-II) y “movimientos de manos” (K-ABC), en una presentación a velocidad normal.

- 2) Valorar el desempeño en procesos de secuencialidad motora de un grupo de niños con diagnóstico de TEA, con presentaciones ralentizadas: al 70%, 60% y 50% con respecto a la velocidad original.
- 3) Evaluar el rendimiento de un grupo de niños con diagnóstico de TEA en tareas de comprensión de lenguaje mediante la aplicación de las subpruebas de “seguimiento de instrucciones” (ENI-2) y “comprensión de instrucciones” (NEPSY-II), en una presentación a velocidad normal.
- 4) Valorar el rendimiento de un grupo de niños con diagnóstico de TEA en el proceso de comprensión de lenguaje a partir de la presentación ralentizada: al 70%, 60% y 50% con respecto a la velocidad original.

## **7. Método**

### **7.1. Hipótesis**

**Hi1:** existen diferencias significativas en el desempeño de un grupo de menores con diagnóstico de TEA en tareas relacionadas a procesos de comprensión de lenguaje y habilidades de secuencialidad motora al presentar de forma ralentizada los estímulos verbales y visuales de cada prueba.

**Hi2:** existe relación positiva significativa entre la velocidad de presentación de la información y el desempeño obtenido en las pruebas aplicadas contabilizados bajo puntuación directa de las pruebas utilizadas.

**Hi3:** existe relación positiva significativa entre la velocidad de presentación de la información y el desempeño obtenido en las pruebas aplicadas contabilizados bajo puntuación normalizada.

**Ho:** no existen diferencias significativas entre la presentación normalizada de los estímulos y su modalidad ralentizada en el desempeño de habilidades de comprensión de lenguaje y procesos de secuencialidad motora en niños con diagnóstico de TEA.

**Ho:** no existe relación positiva significativa entre el desempeño obtenido en los niños ante la presentación en una velocidad específica considerando puntuaciones directas de las pruebas utilizadas.

**Ho:** no existe relación positiva significativa entre la velocidad de presentación de la información y el desempeño obtenido en las pruebas aplicadas contabilizados bajo puntuación normalizada.

**Ha:** existen diferencias significativas en el desempeño de los participantes con diagnóstico de TEA en el proceso de comprensión de lenguaje ante la presentación ralentizada (en cualquiera de las tres velocidades) de la información versus la presentación típica.

**Ha:** existen diferencias significativas en el desempeño de los participantes con diagnóstico de TEA en las habilidades de secuencialidad motora en presencia de una tarea ralentizada (en cualquiera de las tres velocidades) en comparación con una presentación típica.

**Ha:** existe relación positiva entre los desempeños en la realización de pruebas que evalúan procesos de comprensión de lenguaje y habilidades de secuencialidad motora y su modalidad típica en comparación con la presentación lentificada (tres velocidades).

## **7.2. Tipo de Estudio**

Se trató de un estudio cuantitativo cuasi experimental con alcance exploratorio, descriptivo y correlacional comparativo, de tipo transversal.

### **7.3. Descripción de Variables**

**Variable Independiente:** velocidad de presentación de la información audiovisual en cuatro velocidades distintas para las cuatro subpruebas utilizadas de forma contrabalanceada intragrupo incompleto.

(1) presentación típica de las pruebas relacionadas a evaluación de procesos de comprensión de lenguaje.

(2) presentación ralentizada al 70% de las cuatro pruebas elegidas.

(3) presentación ralentizada al 60% de las cuatro pruebas elegidas.

(4) presentación ralentizada al 50% de las cuatro pruebas elegidas.

*Definición operacional:* ralentización de la presentación audiovisual de las pruebas realizada bajo el uso del Software Logiral (aplicación digital gratuita en línea) en una lentificación al 70%, 60% y 50% del archivo original y en una presentación normal (Tardif et al., 2012).

**Variable Dependiente:** rendimiento cognitivo de los menores que conforman el grupo diagnosticado con TEA en procesos de comprensión de lenguaje y secuencialidad motora, medido bajo puntuaciones directas y normalizadas.

*Definición conceptual:*

Comprensión de lenguaje: función reguladora del lenguaje que involucra un proceso de decodificación lingüística que se activa ante la percepción sensorial auditiva del estímulo verbal y finaliza en la asociación de éste con un elemento almacenado en el lexicón mental y con una reacción motora en un mismo sistema funcional para emitir una respuesta regulada (Luria, 1984).

Secuencialidad motora: actividad integradora de los estímulos que tiene lugar en la corteza cerebral y contempla integrar estímulos en un orden serial concreto en el cual el componente previo se relaciona directamente con el siguiente para organizar la acción (Das et al., 1994).

*Definición operacional:*

Comprensión de lenguaje: subprueba “seguimiento de instrucciones” del dominio Comprensión de Lenguaje de la ENI-2 y subprueba de “comprensión de instrucciones” del dominio de Lenguaje de la NEPSY-II.

Secuencialidad motora: subprueba de “secuencias motoras manuales” del dominio de habilidades sensoriomotoras de la NEPSY-II y subprueba de “movimiento de manos” de la escala “procesamiento secuencial” de la K-ABC.

#### **7.4. Muestra de Estudio**

Se utilizó una muestra no probabilística por conveniencia conformada por 14 niños con diagnóstico clínico de TEA establecido mediante los criterios del DSM-5-TR (2022) y la CIE-11 (2019) con edades comprendidas entre los 5 años, 11 meses y 12 años, 11 meses de edad de la zona metropolitana de la Ciudad de México que presentaban como lengua materna el español y pertenecían a un grupo escolarizado, además de estar o haber estado dentro de un ambiente de intervención cognitiva en algún momento de su desarrollo.

#### **7.5. Criterios de Selección de la Muestra**

##### *a. Criterios de Inclusión*

- Presentar diagnóstico neurológico o neuropsiquiátrico de TEA (grado 1- “necesita ayuda” y grado 2- “necesita ayuda notable”) determinado bajo los criterios diagnósticos del DSM-5-TR (2022) y la CIE-11 (2019).
- Pertenecer a un rango de edad entre 5 años y 12 años 11 meses.
- Vivir en la zona metropolitana de la Ciudad de México.

- Tener como lengua materna el español.
- Pertenecer a un grupo escolarizado.
- Recibir o haber recibido intervención cognitiva en algún momento de su vida.
- Aceptar participar en el estudio y firmar un consentimiento informado.

*b. Criterios de Exclusión*

- Tener una afectación genética determinada.
- Padecer algún trastorno neurodegenerativo.
- Presentar alguna afectación neuropsiquiátrica.
- Padecer algún trastorno psiquiátrico.

*c. Criterios de Eliminación*

- No cooperar en la aplicación o concluir de forma incompleta la valoración.
- Solicitud del participante para no continuar el estudio.

## **7.6. Instrumentos**

*a. Historia clínica y cuestionario semiestructurado de valoración inicial*

Cuestionario semiestructurado concerniente a los datos de identificación y sociodemográficos del participante (nombre, edad, sexo, escolaridad, lengua materna, lateralidad, antecedentes clínicos, diagnóstico actual y cuestionario de valoración de los índices de desarrollo de los menores como precursores de los procesos evaluados.

*b. Subpruebas de “Comprensión de Instrucciones” de la Batería NEPSY-II (2014, no adaptado a población mexicana) y “Seguimiento de Instrucciones” de la Batería ENI-2 (2014, estandarizado en población mexicana).*

Estas subpruebas conforman la evaluación del dominio de comprensión de lenguaje por medio de ítems que valoran la capacidad de percibir, procesar, integrar y ejecutar

indicaciones audioverbales que tienen como característica en común el crecimiento sintáctico incrementando la complejidad de la tarea. Con respecto a la subprueba de la NEPSY-II, requiere que el niño señale objetos (conejos) y formas (círculos y cruces) dispuestos en dos láminas, respectivamente. Los estímulos cambian en tamaño (grandes y pequeños), color (azul, amarillo, blanco, negro y rojo), posición espacial y emoción (feliz y triste), y la instrucción la brinda la evaluadora de forma verbal, valorando la capacidad de procesar y responder instrucciones verbales que incrementan en su complejidad sintáctica. Consta de 33 reactivos aplicables a rangos de edad de 5 a 16 años con puntuaciones de 0 para respuestas incorrectas y de 1 para respuestas correctas, obteniendo puntajes naturales capaces de ser transformadas a puntuaciones escalares. Por otra parte, en la subprueba de la ENI-2, haciendo uso de una lámina que contiene aviones y automóviles de dos tamaños distintos (grandes y pequeños) y cuatro colores (rojo, azul, verde y amarillo), el niño debe señalar una serie de instrucciones verbales que incrementan en su composición sintáctica. Se conforma de 10 reactivos aplicables al mismo rango de edad que su símil, puntuando con 0 respuestas incorrectas, con 0.5 respuestas correctas realizadas bajo la solicitud de repetir el inciso y 1 a respuestas correctas, que permiten obtener una puntuación total capaz de ser transformada a puntuación escalar, puntuación T y percentil.

- c. *Subpruebas de “Secuencias Motoras Manuales” de la Batería NEPSY-II (2014, no adaptado a población mexicana) y “Secuencias Motoras de Manos” de la Batería K-ABC (1997, no adaptado a población mexicana).*

Estas subpruebas constituyen la evaluación del dominio de secuencialidad motora a través de ítems que demandan la capacidad de imitar acciones secuenciadas temporalmente con una o ambas manos de manera rítmica. En relación a la subprueba de la NEPSY-II, se solicita al

menor que ejecute las secuencias de movimientos de las manos del mismo modo en que lo realiza la evaluadora y que concluya el movimiento sólo cuando la examinadora lo indique (con la finalidad de realizar cinco repeticiones por secuencia) con el objetivo de evaluar la capacidad de imitar una serie de movimientos rítmicos, coordinados y secuenciados en orden. Se conforma de 12 reactivos aplicables a menores de 5 a 12 años con puntuaciones que van de 0 a 5 según las series realizadas de forma correcta, obteniendo puntajes naturales capaces de ser interpretables en percentiles. Con respecto a la subprueba de la K-ABC, utiliza el mismo fundamento que su símil con las diferencias de que se realiza el movimiento con una mano (no se alternan ni coordinan ambas extremidades superiores y puede usar indiferenciadamente la mano derecha o izquierda) y se realiza una repetición por secuencia en el mismo orden. Consta de 21 reactivos aplicables a niños con edades de 2 años 5 meses a 12 años 5 meses, puntuando con 0 las ejecuciones incorrectas y 1 a las ejecuciones correctas, que permiten obtener una puntuación total posible de ser transformada a puntuación escalar.

### **7.7. Materiales**

Para realizar la aplicación de las subpruebas del dominio de lenguaje se requirieron las plantillas correspondientes a cada subprueba de forma impresa, así como los protocolos de aplicación correspondientes a las cuatro subpruebas. Además, para la aplicación de los reactivos de todas las subpruebas se utilizó una computadora portátil con el software *Logiral* en donde se exhibieron videos pregrabados de cada ítem de las cuatro subpruebas para poder manipular la velocidad de presentación.

## **7.8. Procedimiento**

Se realizó en primera instancia la cumplimentación del consentimiento informado, así como la firma del mismo para la aceptación de participar en el estudio, posteriormente se llevó a cabo el llenado del cuestionario de valoración inicial con la finalidad de recuperar datos generales de cada niño y/o adolescente, así como información clínica pertinente. A continuación, en una sesión de trabajo individual con duración de 45 a 60 minutos en un espacio cómodo y adecuado para los participantes, se le presentó a cada menor una computadora con el material audiovisual previamente grabado; así como el material físico pertinente y se brindaron instrucciones claras y precisas de lo que se iba a realizar antes de comenzar las actividades. Se mostraron las pruebas a realizar en distintas velocidades de presentación (establecidos bajo el método de contrabalanceo incompleto por asuntos muestrales y bajo los parámetros establecidos en Gepner et al., 2021) y se registró el desempeño de los menores en cada protocolo correspondiente a la subprueba aplicada.

Aunado a lo anterior, se calificaron y convirtieron los desempeños de los participantes, con base en los manuales clínicos de las pruebas, en puntuaciones escalares; además, para la realización de la valoración y obtención de información de carácter cualitativo y comportamental, cada sesión fue videograbada preservando en todo momento el anonimato de los participantes y se realizó un análisis en formato de reporte de la ejecución de cada menor el cual se entregó a los padres para informar el rendimiento de los niños y permitió complementar la discusión de los resultados. Por último, se registraron los datos de todos los participantes y se almacenaron en una base de datos estadística para su posterior análisis.

## **7.9. Consideraciones Éticas**

Al iniciar el estudio se les explicó de forma detallada a los menores y a sus padres sobre el procedimiento de la evaluación, así como los objetivos de la investigación. Posteriormente se les solicitó el llenado individual y escrito del consentimiento informado el cual expresaba abiertamente la aceptación para colaborar en el proyecto además de permitir comunicar los resultados del mismo en cualquier medio académico o científico considerando siempre los criterios de confidencialidad de datos relacionados a su identidad.

Durante la fase de experimentación siempre se mantuvo un trato profesional, ético y apegado a las normas institucionales de servicio y atención profesional a pacientes. Del mismo modo, la presente investigación se realizó de acuerdo con las consideraciones éticas establecidas por la Declaración de Helsinki para la investigación médica en seres humanos (World Medical Association, 2013).

## **7.10. Análisis de Datos**

Se recabaron los datos utilizando los protocolos pertinentes a cada instrumento utilizado y se videograbaron las sesiones para verificar los puntajes alcanzados en cada subprueba además de complementar los resultados cuantitativos con observaciones cualitativas pertinentes.

Además, se registraron y analizaron cuantitativamente los siguientes datos: edad, escolaridad, preferencia manual y sexo, para conocer las medidas de tendencia central y dispersión con la finalidad de caracterizar los resultados sociodemográficos, clínicos y neuropsicológicos de la muestra de estudio. Del mismo modo, se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para valorar la distribución de los datos.

Con base en los resultados de la prueba anterior, se determinó realizar la comparación entre grupos, usando como variable de contraste la velocidad de presentación (4 grupos de velocidad), mediante la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para analizar si existen diferencias de desempeño en las tareas aplicadas.

Finalmente, se realizó un análisis de correlación por medio del coeficiente de correlación de Spearman con el objetivo de establecer relaciones, en aquellas diferencias significativas, entre la velocidad de presentación y el objetivo obtenido por cada participante, la dirección de ésta, así como observar si en determinada velocidad el desempeño era mejor.

## **8. Resultados**

### **8.1 Datos Sociodemográficos**

La muestra estuvo constituida por 14 niños con diagnóstico clínico de Trastorno del Espectro Autista (según los criterios del DSM-5 y la CIE-11), con edades de 5 años 11 meses a 12 años 11 meses, de nacionalidad mexicana, residentes en la Ciudad de México y zona metropolitana. Como aspecto importante, presentan como lengua materna el español, pertenecen al grupo escolarizado y actualmente se encuentran bajo intervención cognitiva en instituciones públicas y/o privadas.

Del total de participantes, el 71.4% pertenecen al sexo masculino y el 28.6% al sexo femenino. La media de edad fue de  $9.1 \pm 2.49$  (D.E), con una edad mínima de 5 años 11 meses y una edad máxima de 12 años 11 meses, siendo mayor el porcentaje de edad de 7 años y 12 años (21.3% para cada conjunto). La media de escolaridad de la muestra fue de  $5.64 \pm 2.34$  (D.E) años de educación, con un rango de 3 a 9 años de educación formal del cual, el 28.6% de la muestra presenta 3 años de escolaridad, que corresponde a preescolar concluido y/o primer grado de primaria. Con respecto a la preferencia manual, el 85.7%

presenta una preferencia por la mano derecha mientras que el 7.1% por la mano izquierda y en el 7.1% no hay prioridad en el uso de una u otra mano. Además, el 100% de los participantes se encuentran bajo intervención cognitiva y presentan como lengua materna el español.

En relación a la clasificación clínica dentro del Espectro todos los participantes incluidos en el análisis cuantitativo presentaban perfiles diagnósticos de TEA grado 1 y grado 2, requiriendo poca ayuda y guía en la realización de las actividades; mientras que en el aspecto farmacológico se presentaron cuatro casos con medicación de: caso 1- risperidona (0.5 mg); caso 2- metilfenidato (20 mg) y risperidona (1.5 mg); caso 3- atomoxetina (28 mg), risperidona (1.5 mg) y melatonina (3 ml) y caso 4- risperidona (1.7 mg), sertralina (25 mg), metilfenidato (30 mg) y melatonina (5 mg).

Los resultados de los análisis descriptivos mencionados se muestran a continuación en la tabla 10:

*Tabla 10. Datos sociodemográficos de la muestra de estudio.*

<b>Datos Sociodemográficos</b>					
<b>n= 14</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	$\bar{X}$	<b>D.E</b>
<b>Sexo</b>	<b>Masculino</b>	10	71.4%	1.29	.489
	<b>Femenino</b>	4	28.6%		
<b>Edad</b>	<b>5 años</b>	1	7.1%	9.1	2.49
	<b>6 años</b>	1	7.1%		
	<b>7 años</b>	3	21.4%		
	<b>8 años</b>	1	7.1%		
	<b>9 años</b>	1	7.1%		
	<b>10 años</b>	2	14.3%		
	<b>11 años</b>	2	14.3%		
	<b>12 años</b>	3	21.4%		
<b>Preferencia Manual</b>	<b>Derecha</b>	12	85.7%	Distribución unimodal	
	<b>Izquierda</b>	1	7.1%		

	<b>Ambas</b>	1	7.1%		
<b>Escolaridad</b>	<b>3 años</b>	4	28.6%		
	<b>4 años</b>	2	14.3%		
	<b>5 años</b>	1	7.1%		
	<b>6 años</b>	1	7.1%	5.64	2.34
	<b>7 años</b>	2	14.3%		
	<b>8 años</b>	2	14.3%		
	<b>9 años</b>	2	14.3%		

Con respecto a la distribución de las pruebas por velocidad en la muestra, las secuencias diseñadas bajo el tipo de asignación por modelo compensado incompleto por asuntos muestrales se presentan en las tablas 11 y 12:

*Tabla 11. Secuencias de aplicación para cada participante.*

<b>Muestra</b>	<b>Velocidad de Presentación</b>			
	<b>Normal</b>	<b>70%</b>	<b>60%</b>	<b>50%</b>
<b>Participante 1</b>	K-ABC	ENI-2	NEPSY II- lenguaje	NEPSY II- motor
<b>Participante 2</b>	NEPSY II- motor	K-ABC	ENI-2	NEPSY II- lenguaje
<b>Participante 3</b>	ENI-2	K-ABC	NEPSY II- motor	NEPSY II- lenguaje
<b>Participante 4</b>	NEPSY II- lenguaje	K-ABC	ENI-2	NEPSY II- motor
<b>Participante 5</b>	K-ABC	NEPSY II- motor	NEPSY II- lenguaje	ENI-2
<b>Participante 6</b>	NEPSY II- motor	ENI-2	K-ABC	NEPSY II- lenguaje
<b>Participante 7</b>	ENI-2	K-ABC	NEPSY II- lenguaje	NEPSY II- motor
<b>Participante 8</b>	NEPSY II- lenguaje	K-ABC	NEPSY II- motor	ENI-2
<b>Participante 9</b>	K-ABC	NEPSY II- lenguaje	ENI-2	NEPSY II- motor
<b>Participante 10</b>	NEPSY II- motor	NEPSY II- lenguaje	K-ABC	ENI-2
<b>Participante 11</b>	ENI-2	NEPSY II- motor	NEPSY II- lenguaje	K-ABC
<b>Participante 12</b>	NEPSY II- lenguaje	ENI-2	K-ABC	NEPSY II- motor

<b>Participante 13</b>	ENI-2	NEPSY II- lenguaje	NEPSY II- motor	K-ABC
<b>Participante 14</b>	NEPSY II- lenguaje	NEPSY II- motor	ENI-2	K-ABC

*Tabla 12. Distribución final de cada prueba por velocidad de presentación.*

<b>Prueba</b>	<b>Normal</b>	<b>70%</b>	<b>60%</b>	<b>50%</b>
<b>ENI-2</b>	4	3	4	3
<b>NEPSY II LENGUAJE</b>	4	3	4	3
<b>K-ABC</b>	3	5	3	3
<b>NEPSY II MOTOR</b>	3	3	3	5

## **8.2 Medias generales de puntuación por velocidad de presentación en cada subprueba**

Se obtuvieron estadísticos descriptivos de los puntajes obtenidos por velocidad de presentación en cada subprueba aplicada para conocer el promedio general obtenido en cada modificación de velocidad y posteriormente analizar si existen diferencias a partir de las medias halladas. Para tal efecto se obtuvieron los promedios de puntuaciones normalizadas (puntajes escalares para las subpruebas de la ENI-2, NEPSY-II dominio de lenguaje y K-ABC y percentiles para la subprueba de la NEPSY-II dominio motor) y directas mostrando los puntajes más altos en velocidades ralentizadas (media general velocidad 70%= 2.33 normalizada y 6.67 directa, media general velocidad 60%= 10.00 normalizada y 7.50 directa, media general velocidad 50%= 4.00 normalizada y 7.00 directa) que en la velocidad estándar (media general en velocidad 100%= 7.00 normalizada y 6.50 directa) en la subprueba de la ENI-2 y del mismo modo sucede en los promedios generales obtenidos en la subprueba de la NEPSY-II siendo mayor en velocidades ralentizadas (media general en velocidad 70%= 6.33 normalizada y 19.67 directa, media general en velocidad 60%= 6.50 normalizada y 20.25

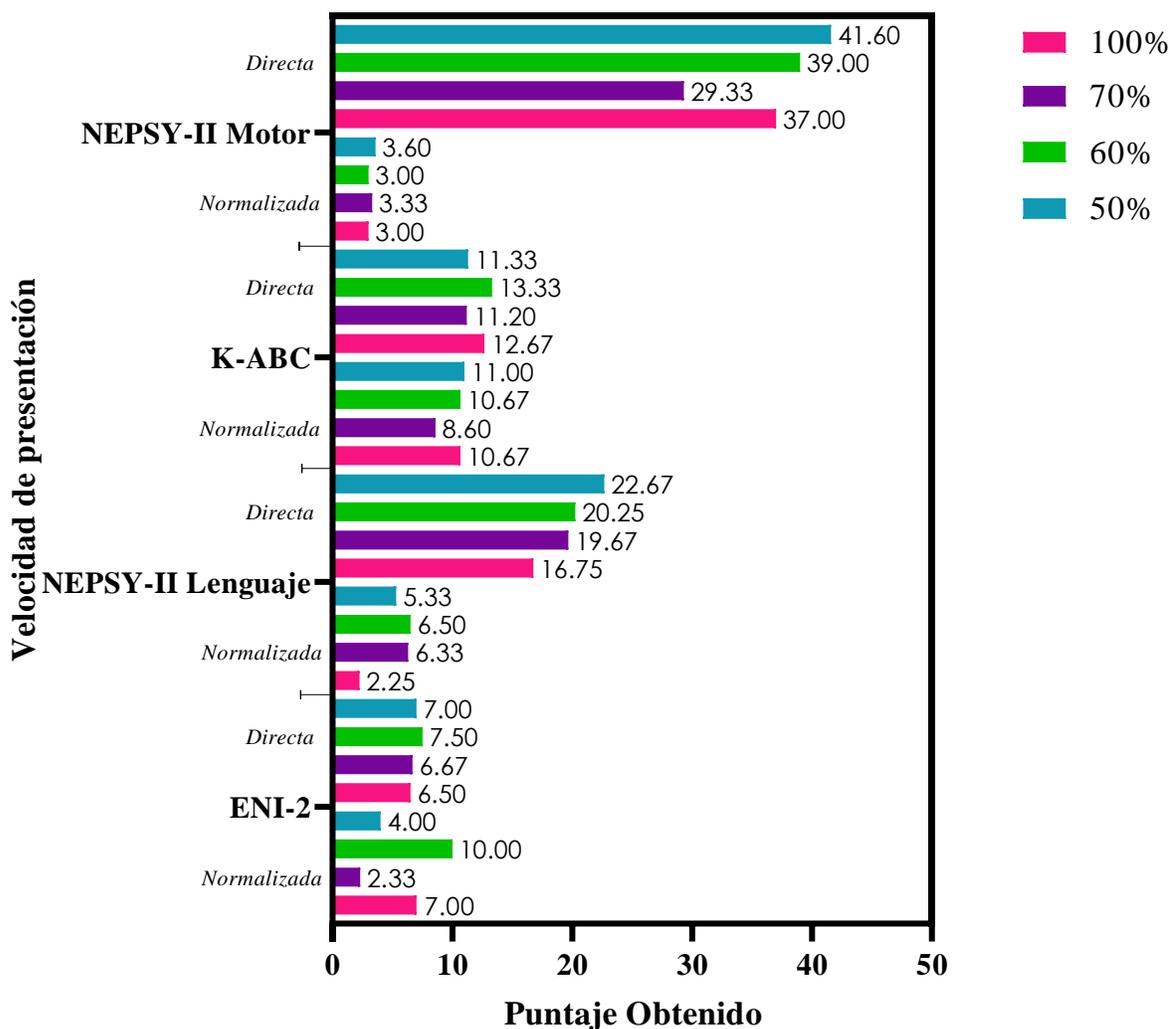
directa, media general en velocidad al 50%= 5.33 normalizada y 22.67 directa) en comparación con la velocidad típica (media general= 2.25 normal y 16.75 directa) y mayor aún en la velocidad al 60% en ambas subpruebas; mientras que en el dominio de secuencialidad motora se observan únicamente promedios más altos en puntuaciones directas ante velocidades al 60% (media general= 39.00) y al 50% (media general= 41.60) en comparación con la velocidad estándar (media general= 37.00) en la subprueba de la NEPSY-II; mientras que en la subprueba de la K-ABC únicamente se observa un promedio de puntaje directo más alto al 60% de velocidad (media general= 13.33) en comparación con la velocidad normal (media general= 12.67). Estos resultados se presentan en la tabla 13.

*Tabla 13. Promedios generales por velocidad de presentación en puntuaciones normalizadas y directas*

Subprueba	Media de Desempeño							
	Velocidad 100%		Velocidad 70%		Velocidad 60%		Velocidad 50%	
	Normalizada	Directa	Normalizada	Directa	Normalizada	Directa	Normalizada	Directa
<b>ENI-2</b>	7.00	6.50	2.33	6.67	10.00	7.50	4.00	7.00
<b>NEPSY-II</b>	2.25	16.75	6.33	19.67	6.50	20.25	5.33	22.67
<b>Lenguaje</b>								
<b>K-ABC</b>	10.67	12.67	8.60	11.20	10.67	13.33	11.00	11.33
<b>NEPSY-II</b>	3.00	37.00	3.33	29.33	3.00	39.00	3.60	41.60
<b>Motor</b>								

**Nota.** Puntuaciones normalizadas utilizadas: puntuaciones escalares para las subpruebas de la ENI-2, NEPSY-II dominio de lenguaje y K-ABC y percentiles para la subprueba de la NEPSY-II dominio motor.

### Promedios Generales por Velocidad de Presentación



**Figura 3.** Puntajes generales directos y normalizados por velocidad de presentación en cada subprueba evaluada. Puntuaciones escalares para ENI-2, NEPSY II dominio de lenguaje y K-ABC, percentiles para NEPSY-II dominio motor.

### 8.3 Comparación de las puntuaciones normalizadas obtenidas bajo las variaciones de velocidad (Modalidad Normal versus Ralentizada)

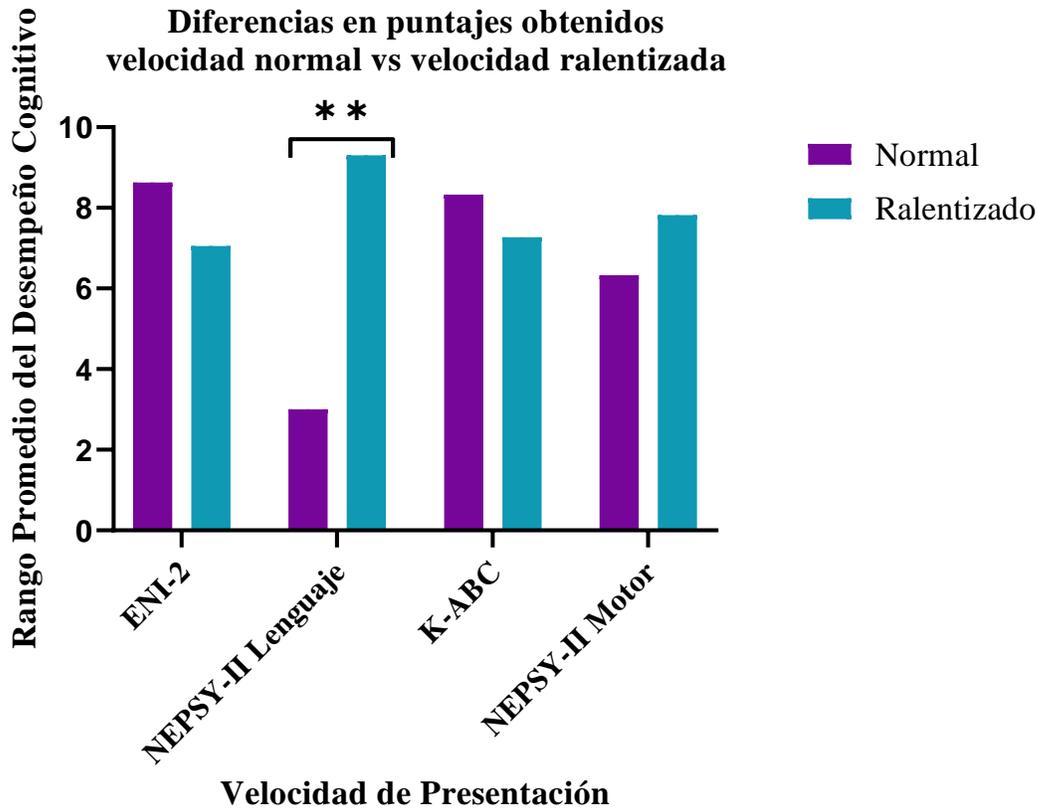
Se analizaron los datos obtenidos, correspondientes a los puntajes normalizados (puntuaciones escalares y percentiles) de cada subprueba aplicada bajo la prueba U de Mann-Whitney, con el objetivo de observar si existían diferencias entre la presentación en velocidad

normal versus velocidades ralentizadas en los puntajes obtenidos por los participantes. De forma general, los análisis permiten identificar que, aunque en los puntajes de tres de las cuatro pruebas administradas, no se presentan diferencias significativas; en el puntaje escalar de la subprueba de comprensión de lenguaje de la NEPSY-II, se identifican diferencias significativas entre el grupo que recibió la aplicación en una velocidad normal versus aquellos que recibieron la evaluación en una modalidad ralentizada ( $p= 0.10$ ). Los resultados se presentan en la tabla 14.

*Tabla 14. Diferencias entre los puntajes normalizados obtenidos en cada subprueba bajo velocidad de presentación normal (100%) versus ralentizadas (70, 60 y 50%).*

Subpruebas	Puntuación	Velocidad	Velocidades	Z	U	p
		100% n= 4	Ralentizadas (70, 60 y 50%) n= 10			
		Rango promedio	Rango promedio			
<b>ENI-2</b>	Escalar	8.63	7.05	-.647	15.500	.518
<b>NEPSY II LENGUAJE</b>	Escalar	3.00	9.30	-2.565	2.000	<b>.010**</b>
		<b>n= 3</b>	<b>n= 11</b>			
<b>K-ABC</b>	Escalar	8.33	7.27	-.392	14.000	.695
<b>NEPSY II MOTOR</b>	Percentiles	6.33	7.82	-.577	13.000	.564

\*\* Probabilidades significativas al nivel 0.01



**Figura 4.** Comparación de puntajes normalizados obtenidos según la velocidad de presentación (normal versus ralentizado, agrupando las tres velocidades lentificadas en un grupo) en cada subprueba. Las barras negras indican las puntuaciones Z. **\*\*p<0.01**

#### **8.4 Comparación de las puntuaciones normalizadas obtenidas en cada velocidad de presentación**

Mediante la prueba U de Mann Whitney, se realizó la comparación entre los diversos grupos de velocidades de presentación para analizar si existen diferencias significativas entre los puntajes obtenidos en cada presentación; así como determinar en qué velocidad se presenta un mejor desempeño. Los resultados se muestran en la tabla 15. Se puede identificar que aunque existen diferencias importantes, pero no significativas, en los puntajes directos de la subprueba NEPSY II del dominio motor cuando se comparan velocidades de 100% (rango promedio= 3.17) versus 50% (rango promedio= 5.30), 70% (rango promedio 2.67) versus

50% (rango promedio= 5.60) y 60% (rango promedio= 3.67) versus 50% ( rango promedio= 5.00), éstos no se ven de la misma manera al transformar las puntuaciones a puntajes normalizados (percentiles), por lo que no se puede asumir diferencias significativas. Del mismo modo, se presenta este resultado al analizar las diferencias ante las variaciones de velocidad en la subprueba de la K-ABC, obteniendo resultados no significativos entre los grupos. No obstante, al comparar los puntajes de la ENI-2 en los grupos de velocidad de presentación 70% versus 60% ( $p=.032$ ) y 60% versus 50% ( $p= .032$ ), se identifican diferencias significativas que demuestran un desempeño promedio más alto ante la velocidad de presentación del 60% en comparación con los puntajes alcanzados a la velocidad de 70% y 50%; además, también es superior el rango promedio en la comparación de los grupos velocidad de presentación 100% (rango promedio= 4.00) versus velocidad 60% (rango promedio= 5.00), aunque ésta no es significativa.

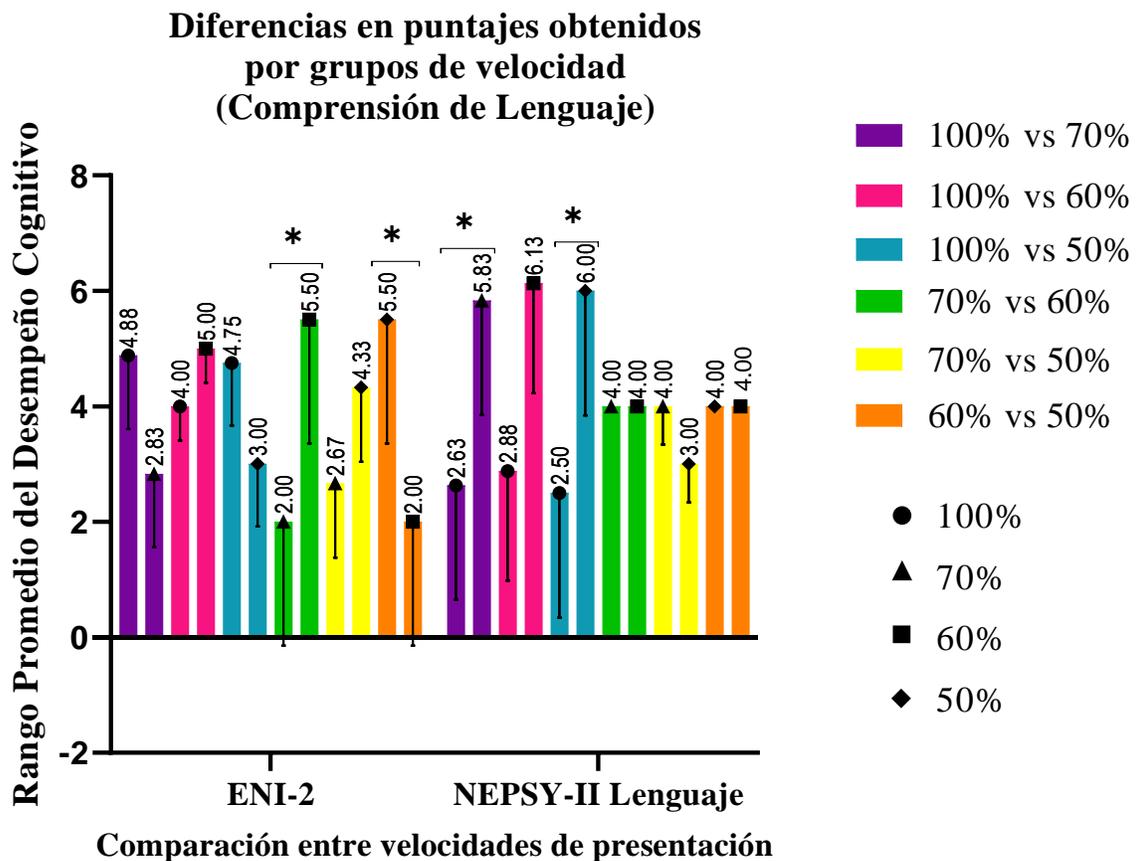
Con respecto a los valores de la subprueba de la NEPSY II en el dominio de comprensión de lenguaje, se observan diferencias significativas en las comparaciones entre el grupo de velocidad de presentación 100% versus velocidad 70% ( $p= .048$ ) y entre el grupo de velocidad 100% versus 50% ( $p=.031$ ). La comparación entre los grupos de velocidad al 100% versus velocidad 60% muestran diferencias importantes, éstas no llegan a ser significativas; sin embargo, el rango promedio del desempeño de los menores resulta ser superior en esta velocidad en comparación con las 4 variaciones.

Tabla 15. Diferencias entre los puntajes normalizados obtenidos en cada subprueba con base en comparaciones entre grupos de cada velocidad

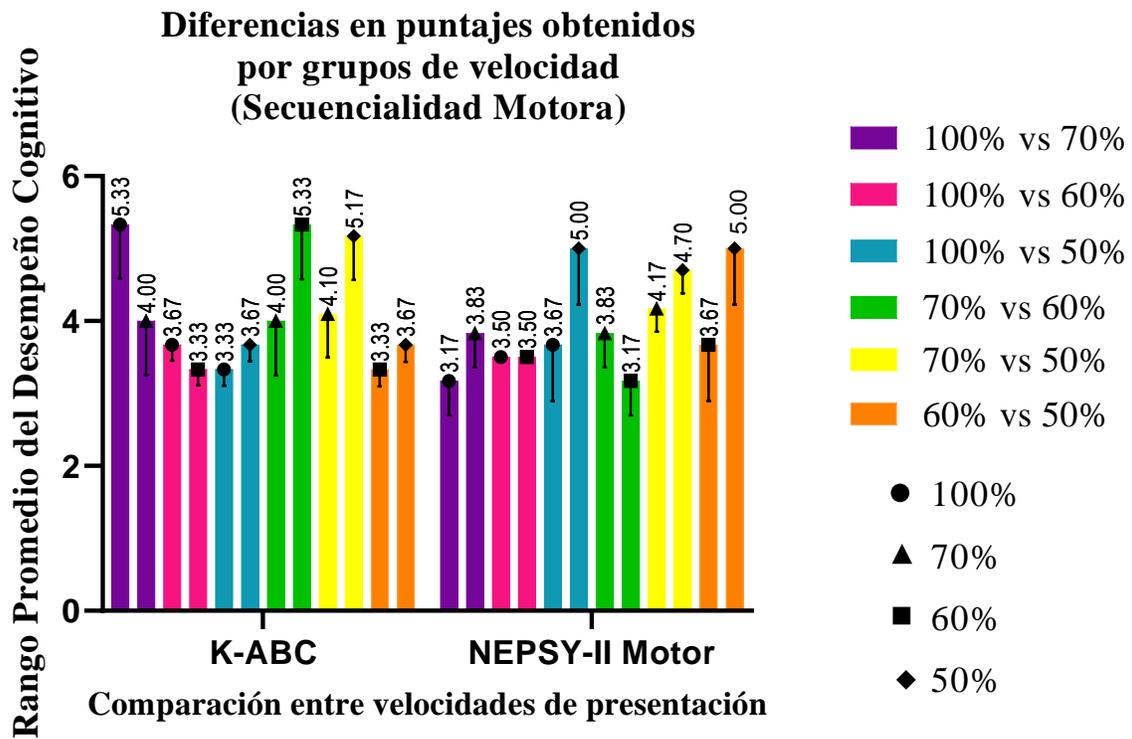
Subpruebas	Velocidades	Velocidad	Velocidad	Z	U	p
		1	2			
		Rango promedio	Rango promedio			
<b>ENI-2</b>	100 % vs 70%	4.88	2.83	-1.272	2.500	.203
	100% vs 60%	4.00	5.00	-0.592	6.000	.554
	100% vs 50%	4.75	3.00	-1.080	3.000	.280
	70 % vs 60%	2.00	5.50	-2.141	0.000	<b>.032*</b>
	70% vs 50%	2.67	4.33	-1.291	2.000	.197
	60% vs 50%	5.50	2.00	-2.141	0.000	<b>.032*</b>
<b>NEPSY II LENGUAJE</b>	100 % vs 70%	2.63	5.83	-1.980	0.500	<b>.048*</b>
	100 % vs 60%	2.88	6.13	-1.899	1.500	.058
	100% vs 50%	2.50	6.00	-2.160	0.000	<b>.031*</b>
	70% vs 60%	4.00	4.00	0.000	6.000	1.000
	70% vs 50%	4.00	3.00	-0.664	3.000	.507
	60% vs 50%	4.00	4.00	0.000	6.000	1.000
<b>K-ABC</b>	100% vs 70%	5.33	4.00	-0.745	5.000	.456
	100% vs 60%	3.67	3.33	-0.218	4.000	.827
	100% vs 50%	3.33	3.67	-0.221	4.000	.825
	70% vs 60%	4.00	5.33	-0.754	5.000	.451
	70% vs 50%	4.10	5.17	-0.604	5.500	.546
	60% vs 50%	3.33	3.67	-0.232	4.000	.817

<b>NEPSY II MOTOR</b>	100% vs 70%	3.17	3.83	-0.471	3.500	.637
	100% vs 60%	3.50	3.50	0.000	4.500	1.000
	100% vs 50%	3.67	5.00	-0.773	5.000	.439
	70% vs 60%	3.83	3.17	-0.471	3.500	.637
	70% vs 50%	4.17	4.70	-0.320	6.500	.749
	60% vs 50%	3.67	5.00	-0.773	5.000	.439

\* Probabilidades significativas al nivel 0.05



**Figura 5.** Comparación de puntajes normalizados obtenidos según la velocidad de presentación por grupos de diferencias en las subpruebas de comprensión de lenguaje. Las barras indican las puntuaciones Z. Las comparaciones entre velocidades se indican con un mismo color y el promedio en cada velocidad se señalan con una figura específica para cada velocidad. \* $p < 0.05$



**Figura 6.** Comparación de puntajes normalizados obtenidos según la velocidad de presentación por grupos de diferencias en las subpruebas de secuencialidad motora. Las barras indican las puntuaciones Z. Las comparaciones entre velocidades se indican con un mismo color y el promedio en cada velocidad se señalan con una figura específica para cada velocidad.

### 8.5 Relación entre los puntajes normalizados obtenidos ante velocidades ralentizadas y velocidad normal

Con la finalidad de analizar si el puntaje normalizado obtenido en cada prueba tenía relación significativa con la velocidad de presentación de la información, se realizó una correlación de Spearman, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y significancia estadística ( $Sig.$ ) se pueden ver en la tabla 16. Dichos análisis arrojaron una relación directa significativa, positiva y alta entre las puntuaciones que previamente mostraron diferencias significativas y la velocidad de presentación.

Tabla 16. Correlación entre los puntajes normalizados obtenidos en cada subprueba y la velocidad de presentación (normal y ralentizadas)

Variables	<i>r</i>	<i>Sig.</i>
NEPSY II LENGUAJE	.712**	.004

\*\*Correlación significativa en el nivel 0.01

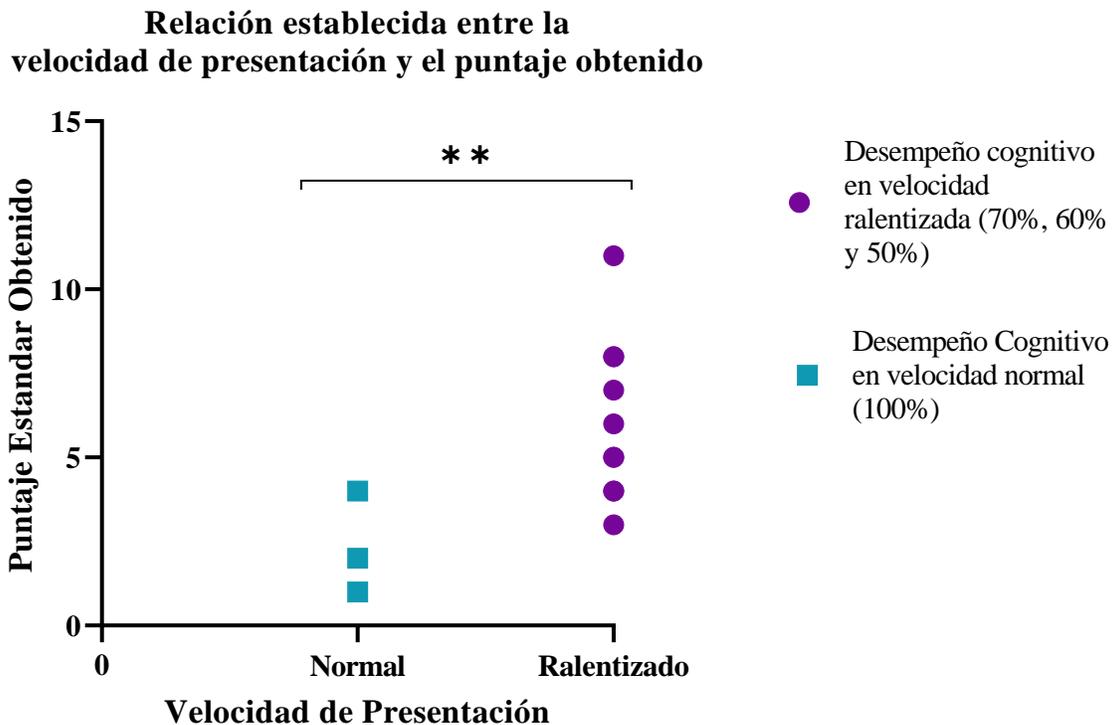


Figura 7. Relación establecida entre los puntajes normalizados obtenidos y la variación en la velocidad de presentación (normal vs ralentizada) en la subprueba “comprensión de instrucciones” de la NEPSY-II. \* $p < 0.01$ .  $r = .712$ .

### 8.6 Relación entre los puntajes normalizados obtenidos y las diferentes velocidades de presentación

Con el objetivo de analizar si el puntaje normalizado obtenido en cada prueba guardaba relación significativa con las velocidades de presentación utilizadas, se ejecutó una correlación de Spearman, los coeficientes de correlación ( $r$ ) y significancia estadística ( $Sig.$ ) de las subpruebas ENI-2 y NEPSY II Lenguaje, se observan en la tabla 17. Estos resultados

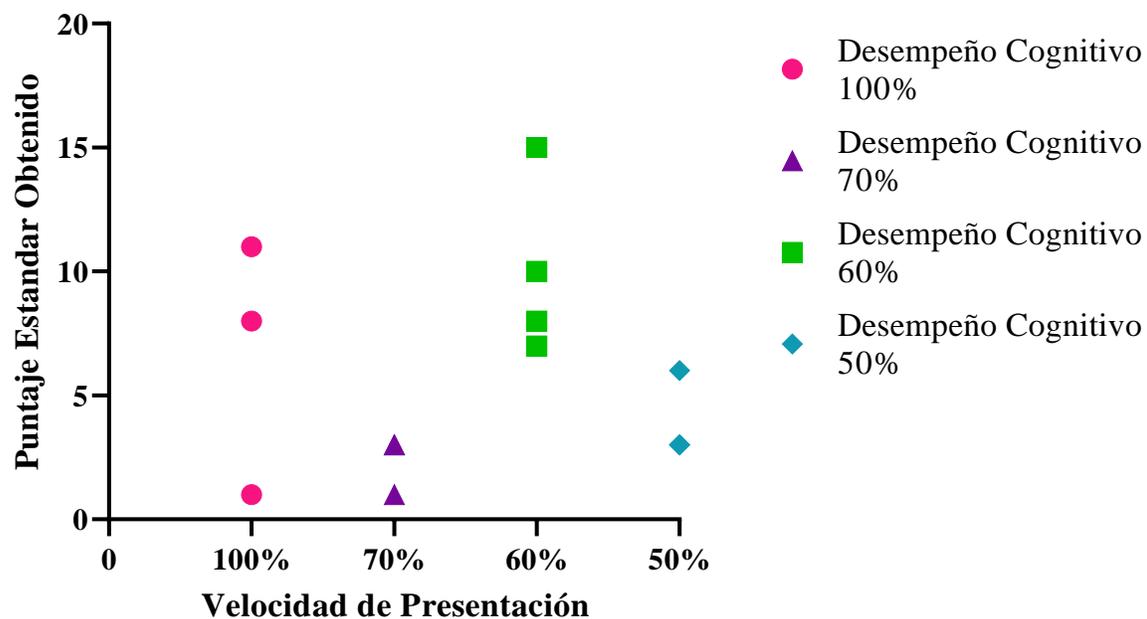
destacan una relación significativa media en la subprueba de “NEPSY Lenguaje” y la velocidad de presentación.

*Tabla 17. Correlación entre los puntajes normalizados obtenidos en cada subprueba y cada velocidad de presentación de forma individual*

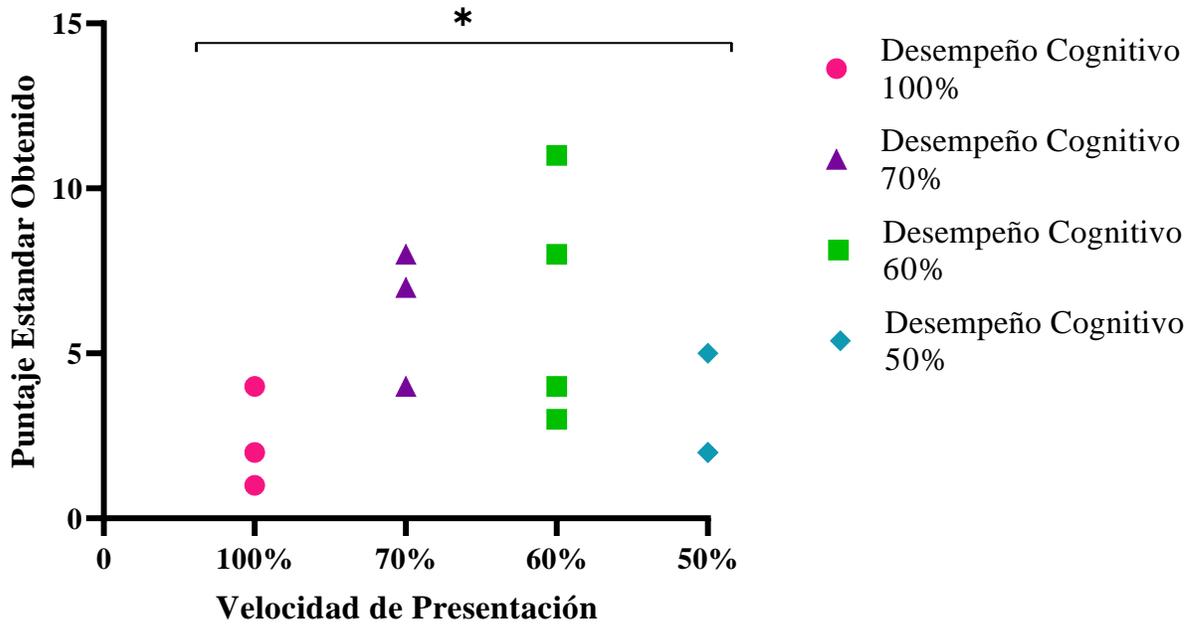
<b>Variables</b>	<b>r</b>	<b>Sig.</b>
<b>ENI-2</b>	-.057	.848
<b>NEPSY II LENGUAJE</b>	.536*	.048

\* Correlación significativa en el nivel 0.05

**Relación establecida entre cada velocidad de presentación y el puntaje obtenido en la subprueba de la ENI-2**



**Relación establecida entre cada  
velocidad de presentación y el puntaje obtenido en la  
subprueba de la NEPSY-II Lenguaje**



**Figuras 8 y 9.** Relaciones establecida entre los puntajes normalizados obtenidos y la variación en la velocidad de presentación, según las cuatro velocidades utilizadas en las subpruebas del dominio de comprensión de lenguaje. \* $p < 0.05$ .  $r = .536$

## 9. Discusión

Para comenzar este apartado es importante rescatar las hipótesis iniciales de la investigación; las cuales, se concentraron en conocer si la velocidad de presentación ralentizada versus velocidad normal tenía efecto alguno en el desempeño de menores con TEA en tareas neuropsicológicas de comprensión de lenguaje y secuencialidad motora además de establecer si en alguna velocidad específica se alcanzaban los mejores desempeños para finalmente buscar la relación entre la velocidad de presentación de la información y la ejecución en las pruebas mencionadas; para con ello, presentar hallazgos en relación a la hipótesis explicativa de Trastornos del procesamiento temporo-espacial de flujos multisensoriales (TSPD) que

resultan de la desconexión-desincronía cerebral multisistémica (MBD) (Gepner et al., 2009; Rodríguez, 2016).

Por lo anterior, se considera un punto importante a señalar que la muestra experimental al mostrar diversidad funcional y perfiles heterogéneos permite realizar inferencias fundamentales que rescatan el aspecto ecológico del estudio a partir de los resultados obtenidos. Dichos hallazgos demuestran que, al comparar los puntajes conseguidos bajo velocidad normal versus velocidades lentificadas, se identifican diferencias significativas importantes en la subprueba “comprensión de instrucciones” de la NEPSY-II que pertenece al dominio evaluado de lenguaje; lo cual coincide con los resultados observados en las investigaciones realizadas por Gepner et al. (2021), Lainé et al. (2011) y Garrido et al. (2015) demostrando que el efecto temporal repercute en la recepción y comprensión de estímulos verbales al requerir integración multisensorial no sólo en población francesa; sino también en población mexicana hispanohablante por lo que, aparentemente, la afectación en la comprensión lingüística no se debe a argumentos exclusivos del idioma y mayor aún, es un tema asociado principalmente a temas neurobiológicos (internos) y ambientales (externos) como la velocidad de presentación.

Además, a partir de los hallazgos mencionados previamente en cuestión de afectaciones estructurales y funcionales a nivel cortical en población con TEA, se considera que la comprensión de aspectos lingüísticos al requerir la maduración y funcionalización adecuada de zonas primarias y de asociación, así como de tractos complejos largos para su ejecución correcta, no se realiza de manera adecuada en los menores estudiados ya que necesitan mayores tiempos para su procesamiento, integración multimodal adecuada y operacionalización en forma (Dean et al., 2017; Stefanatos, 2011).

Considerando la trayectoria del neurodesarrollo, las cortezas asociativas son las últimas en desarrollarse y madurar y esta misma situación ocurre con aquellos tractos asociativos (principalmente tractos temporo-frontales) involucrados en funciones cognitivas de mayor nivel como lo son las funciones lingüísticas en donde se identifican patrones de maduración postero-anteriores e infero-superiores (Dean et al., 2017). Y son estos puntos los que rescata la hipótesis de hiperconectividad local y subconectividad distante; los cuales, coinciden con los resultados obtenidos en las diferencias significativas demostrando que la ralentización de la velocidad puede ser benéfica para la conectividad funcional larga de tipo cortico-cortical como lo es el fascículo longitudinal superior izquierdo (Liu et al., 2019), facilitando la integración multimodal que se procesa en la conjunción temporoparietooccipital izquierda y en las comunicación interhemisférica del cuerpo caloso; además de compensar las dificultades presentadas ante la lateralización atípica temporal derecha como el volumen aumentado de sustancia blanca en fascículos arqueado y uncinado (Sket et al., 2019; Catani et al., 2005; Stefanatos, 2011).

Dichas mejoras en el procesamiento y la operacionalización de la información se observan en los puntajes obtenidos ante indicaciones de carácter simple que implican la manipulación exclusiva de uno o dos elementos diversos en de forma, emoción, color y/o tamaño; así como enunciados de tipo complejo, identificando puntuaciones más altas en modalidades ralentizadas, tanto en puntajes directos como normalizados, que en velocidad estándar y siendo mayores los puntajes en la velocidad al 60% tanto en la subprueba de la ENI-2 como en la subprueba de la NEPSY-II.

En relación a la comunicación de regiones posteriores con áreas frontales específicamente del lado izquierdo (Palau-Baduell, 2012), también se observan

anormalidades estructurales y funcionales que se encuentran aparentemente beneficiadas con la disminución de la velocidad de presentación al facilitar la comprensión de oraciones sintácticas complejas que involucran la resolución de enunciados secuenciales (manipulando de forma activa hasta 3 elementos sencillos y complejos), condicionales y adversativos con cuestiones temporoespaciales, exceptuando un reactivo que implicaba referencias espaciales aloécnicas que no se benefició de velocidades ralentizadas ni estándar en ningún participante.

Con relación a la velocidad de procesamiento, se puede considerar que las mejoras observadas en velocidades ralentizadas se presentan como beneficio al compensar de forma externa la lentificación del procesamiento presente en campos electromagnéticos como el M50 en la circunvolución temporal superior (Oram et al, 2008; Braeutigam et al., 2008) y los M100 y MMF que se identifican en la circunvolución de Heschl y regiones temporales circundantes (Palau-Baduell, 2010; Berman et al., 2016), mismos que se encuentran con retrasos importantes en el lado izquierdo ante la codificación, conducción y precisión del procesamiento audioverbal. Se reflexiona sobre la implicación de dichos campos en la operacionalización y los tiempos de ejecución que comienzan a reducirse ante velocidades ralentizadas, logrando identificar de forma cualitativa tiempos de reacción más estándar y beneficiando, además, la distinción fonológica de sonidos del habla y su representación acústica-visual para una mejor comprensión del discurso.

Por tal motivo, se reflexiona la razón por la cual a velocidades ralentizadas en la subprueba NEPSY-II al 70% (rango promedio= 5.83) y 50% (rango promedio=6.00) de velocidad se ven beneficios en comparación con la velocidad al 100% pero mayor aún al 60% (rango promedio= 6.13) de la velocidad mostrando los mejores desempeños. Se

hipotetiza que dichos efectos se deben a que en velocidades al 70% aún no se facilita por completo la integración de la información a procesar y por el otro lado, en velocidades al 50% se presenta una pérdida de información por retrasos de eventos en la integración de la ventana temporal, involucrando aspectos de memoria de trabajo y estructuras como la corteza prefrontal que también se identifica hipoactiva en población autista. No obstante, la velocidad al 60% parece ser una presentación exitosa permitiendo compensar los retrasos en la conducción de sustancia blanca y asimilarlos dentro de ventanas temporales integradas.

Lo cual establece diferencias con los hallazgos descritos por Gepner y colaboradores en las investigaciones realizadas (Lainé et al., 2011; Tardif et al., 2017; Gepner et al., 2020; Gepner et al., 2021) ya que; aunque en población francesa se observan de igual forma beneficios por la lentificación, las velocidades con mayores rendimientos se han establecido al 70% y al 50% (con excepciones de casos que oscilan entre el 80% y el 50%, Gepner et al., 2021) y permite considerar que la velocidad en este rango temporal (60%) en población mexicana potencializa la comunicación postero-anterior ante la ejecución de tareas de lenguaje complejas como lo son los 33 incisos de la subprueba NEPSY-II, y es un efecto que se presenta por la diferencia estructural y fonológica con el idioma francés.

Estos resultados se observan a partir de la correlación obtenida ( $r = .712$ ) entre el efecto de la velocidad y el desempeño en el proceso lingüístico; la lentificación de la información parece beneficiar la integración multimodal y la funcionalización cognitiva en temas de comprensión. Además, se hipotetiza que esta relación puede ser de tipo curvilíneo con mayores beneficios ante la velocidad al 60%.

Por lo anterior, se infiere que las demandas cognitivas que requiere la subprueba “seguimiento de instrucciones” de la ENI-2 si bien son similares a las necesarias para

responder los reactivos de su análoga “comprensión de instrucciones” (NEPSY-II), no alcanzan a mostrar efectos importantes en las diferencias obtenidas en los desempeños por velocidad debido a la extensión del instrumento (10 incisos) y a la complejidad de los reactivos; ya que, la curva de dificultad en la subprueba no es tan amplia como en la primera descrita.

Empero, a pesar de no presentar diferencias significativas, los resultados permiten identificar el mismo efecto con relación a la velocidad del 60%. Se identifican puntajes más altos (rango promedio= 5.50) en comparación con las otras tres velocidades, siendo significativos al evaluar los desempeños contra el 70% (rango promedio= 2.00) y el 50% (rango promedio= 2.00). Por lo que se confirma nuevamente lo descrito, la velocidad de presentación ralentizada mejora los efectos de integración multimodal para la comprensión de lenguaje ante indicaciones simples y complejas; así como la funcionalidad adecuada de tractos largos y regiones anatómico-funcionales primarias; aunque, en relación a la subprueba de la ENI-2, no son tan sensibles estos efectos.

Por otro lado, los resultados obtenidos en las subpruebas del dominio de secuencialidad motora (“movimientos de manos” de la K-ABC y “secuencias motoras manuales” de la NEPSY-II), se obtuvieron resultados no significativos que permiten definir diversos puntos como los que se describen a continuación.

En relación a la comprensión de lenguaje se demostró que la ralentización beneficia la funcionalidad de tractos largos cortico-corticales, tractos cortos; así como regiones primarias y cortezas de asociación compensando las asimetrías atípicas, los retrasos en la integración de información y la funcionalización de eficiente de sustancia blanca. No obstante, en el proceso de secuencialidad motora los hallazgos son diferentes. En el dominio

motor, se han visto comprometidas principalmente regiones anteriores derechas (principalmente estructuras asociativas), estructuras subcorticales y tractos cortico-subcorticales a diferencia de los hallazgos de afectación ante tareas de lenguaje que comprometen principalmente la afectación posterior izquierda.

De tal forma, al comparar los estadísticos descriptivos de toda la muestra en cuestión de medias de puntuaciones, se identifican desempeños más altos ante la ejecución realizada en velocidades ralentizadas al 60% y 50% en comparación con el estándar en la subprueba de la NEPSY-II; mientras que en la subprueba K-ABC únicamente se observa una diferencia de puntuación mayor en la velocidad al 60% en comparación con la velocidad normal.

Por tal motivo, los resultados obtenidos permiten identificar que, aunque en la subprueba de “secuencias motoras de manos” de la K-ABC no se muestran mejoras significativas ni de promedio ante velocidades ralentizadas, la subprueba de “secuencias motoras manuales” correspondiente de la NEPSY-II si presenta medias de puntajes ligeramente más elevados ante velocidades lentificadas en comparación con la velocidad estándar, aunque no significativos. Lo cual propicia que se atribuya a que la primera prueba únicamente requiere la participación de una mano pero no la alternancia coordinada de ambas extremidades como en la segunda subprueba que demanda una integración bilateral y compleja, involucrando la participación del cuerpo caloso que se ha observado afectado en la población estudiada por su tamaño reducido y una conectividad debilitada (específicamente en esplenio, rodilla y la parte anterior en general) (Floris et al., 2018; Zhao et al., 2022) además de la retroalimentación y el procesamiento multimodal por medio de tractos fronto-parietales, la conjunción temporoparietooccipital y estructuras subcorticales, que de igual forma se encuentran comprometidas.

Además, se considera que a partir de lo obtenido, las dificultades que se presentaron ante ambas tareas motoras implican la participación no solo de las zonas previamente descritas; sino también de regiones asociativas, prefrontales y conectividad fronto-parietal dorsal al requerir la operacionalización adecuada de la información por medio de procesos como memoria de trabajo, habilidades visuoespaciales, planificación e iniciación del movimiento y modulación ejecutiva de la acción; lo cual, se presenta de forma hipoactiva en los menores o de manera inadecuada.

De manera cualitativa, dichos hallazgos corresponden con la ejecución observada en los menores estudiados. En el tema visuoespacial, de manera general sin considerar el componente de velocidad de presentación, se identifica una colocación inversa de la palma de la mano en posición “de lado”, es decir, colocando la palma hacia afuera con referencia egocéntrica rotando completamente la extremidad debido a fallas visuoespaciales, visuomotoras y de retroalimentación sensoriomotora debido a los compromisos descritos en temas de cuerpo calloso además de las anomalías presentes en la circunvolución frontal medial (Albajara et al., 2021) y las afectaciones asociadas a la reducción de tamaño y densidad en células eferentes de Purkinje en el cerebelo (Unruh et al., 2019).

Considerando la velocidad de presentación, se percibe clínicamente una planificación modulada disminuyendo la emisión de respuestas impulsivas en velocidades ralentizadas y posibilitando la programación previa y ajustada del movimiento además de la ejecución secuenciada y meditada antes de realizarla completamente en un ensayo final; lo cual, permite inferir la posibilidad de compensación en el acoplamiento de ondas beta-gamma (An et al., 2021) en regiones motoras y principalmente en regiones premotoras y suplementarias que facilitan el ajuste ante la información lentificada. Además, se considera

que también se encuentra implicada la hipoconectividad presente en zonas sensoriales y motoras (Holiga et al., 2019); lo cual, favorece la funcionalización de dichas zonas y la comunicación entre ellas, permitiendo mejores planes motores desde el inicio de éstos hasta su ejecución final.

En cuestión de ejecución visuomotora, las disfunciones presentes en la integración sensoriomotora y multisensorial también se benefician de la ralentización mediante la modulación de tractos largos cortico-corticales que comunican regiones premotoras y motoras con áreas visuales primarias y parietales (Unruh et al., 2019), optimizando la atención hacia el movimiento a ejecutar y su posterior realización de manera integrada acomodando la mano en su posición solicitada bajo referencias egocéntricas y la transición hacia los movimientos subsiguientes de forma ordenada y fluida.

De igual forma, se favorece la comunicación cortico-subcortical establecida entre regiones frontales con el cerebelo posterior derecho (circuito frontocerebeloso) (Lidstone, 2021), tálamo y ganglios basales (circuito frontoestriatal), mismos que se han identificado con afectaciones como comunicación disminuida, interrumpida y poco regulada (Mosconi et al., 2015; Schuetze et al., 2016), pero que al presentar actividades motoras novedosas lentificadas, compensa estos fallos permitiendo establecer un bucle de retroalimentación conforme se realiza la acción y que se percibe con movimientos sincronizados, rítmicos y ajustados ante fallos sobre la marcha además de pequeñas mejoras en la coordinación con ambas extremidades.

Finalmente, en el proceso de memoria de trabajo también se presentan mejoras en la cantidad de elementos a manipular de manera activa siendo en promedio 4 elementos simples y 3 complejos con series de hasta 4 repeticiones constantes y rítmicas con ambas

extremidades de manera coordinada debido, nuevamente, a la compensación que se asocia de forma hipotética con las fibras del cuerpo calloso y la corteza prefrontal derecha (Suzumura et al., 2021) al promover mayor activación por medio del tiempo ajustado para el procesamiento individual de cada movimiento y en serie conjunta y ordenada.

No obstante, a pesar de beneficiar de forma individual diversos procesos y habilidades requeridas para el cumplimiento de las demandas de la tarea aplicada, no se identifican diferencias significativas asociadas a la velocidad de presentación. Por lo que se reflexiona que posiblemente, en la función motora se presentan preservadas áreas corticales primarias pero no así regiones de asociación por tal motivo, al compensar las fallas asociadas a integración multisensorial con el funcionamiento independiente de cada tipo de información por medio de tractos cortos; la velocidad de presentación en una sola exposición no causa los mismos beneficios que en el dominio de lenguaje y se requerirían más aproximaciones para probar sus mejoras amplias en esta función y en temas de coordinación y habilidades visuoespaciales complejas.

Además, al implicar la participación de fibras cortico-subcorticales de carácter largo pero más cortas (en comparación con los tractos largos cortico-corticales involucrados en lenguaje), específicos y complejos, no se alcanzan a reflejar las compensaciones que provoca la lentificación de la velocidad en dichos haces de fibras; además de requerir la aplicación de pruebas que demanden mayor participación coordinada de ambos hemisferios cerebrales y de la comunicación integrada de zonas subcorticales.

Por último, aunque no se consideraron dentro de los análisis sistemáticos y metodológicos a realizar la medición de observaciones comportamentales cualitativas, éstas demuestran resultados importantes.

En primer lugar, en el dominio atencional se presentan períodos ampliados ante presentaciones lentificadas, marcando un cambio importante en la atención sostenida desde la disminución al 70% de velocidad, siendo mayor en el 60% (en general en todas las subpruebas) y decayendo en algunos participantes ante la velocidad al 50% (mayormente en las pruebas lingüísticas) en donde incluso se enunció un comentario por parte de un menor que mencionaba: “hablas tan lento que no te entiendo nada” (sic). No obstante, en un participante con diagnóstico grado 3 de TEA (no verbal), la velocidad en esta presentación benefició de manera importante su desempeño y atención en indicaciones sencillas permitiendo responder de forma adecuada en los primeros incisos simples. Con relación a la velocidad al 60%, se observa mayor fijación en rasgos faciales como ojos y boca y en los movimientos manuales en comparación con la velocidad al 100% e incluso al 70%.

Por otro lado, en temas de regulación conductual bajo situaciones de estrés o demanda cognitiva y conductas estereotipadas, también se presentaron hallazgos interesantes en las velocidades lentificadas dentro de los cuales destacan: la disminución de comportamientos repetitivos y estereotipados (por ejemplo: aleteo, movimientos de cabeza en diagonal y parpadeo rápido) al decrementar la velocidad en su presentación al 60%, el interés por atender y realizar los movimientos solicitados al ensayar paso a paso cada uno antes de integrarlos de manera unificada y de monitorearlos constantemente para corregir ante error, la disminución de emisiones de desagrado para suspender la aplicación, el decremento de intentos por levantarse de su lugar y por distraerse con situaciones externas; así como la presencia importante de repeticiones de cada indicación antes de emitir una respuesta motora en las subpruebas de comprensión y la elaboración de estrategias de resolución adecuadas para cada subprueba.

Dichos efectos atencionales, conductuales y comportamentales, coinciden con los hallazgos descritos en diferentes artículos del autor de la teoría base del proyecto y de la estrategia de la ralentización; lo cual incrementa la evidencia de la utilidad de la lentificación de la información para la intervención de procesos cognitivos afectados en el TEA además de marcar un continuo en el campo de investigación en torno al tema y al desarrollo de estrategias de intervención adecuadas.

## **10. Limitaciones y sugerencias**

Dentro de las limitaciones que se presentaron dentro del estudio y se proponen como prospectivas se encuentran:

- 1) El uso de pruebas neuropsicológicas estandarizadas para población mexicana, permitiendo la utilidad en general de puntuaciones escalares para tener rendimientos uniformes y con los mismos rangos de comparación.
- 2) Involucrar diversos dominios de funcionamiento que permitan aplicar la estrategia de la ralentización como, por ejemplo: atención, memoria, percepción, etc.; que además se encuentren afectados de manera importante en la población con TEA debido a alteraciones de conectividad de corto y largo alcance y de integración multisensorial.
- 3) En asuntos motores, implementar otras habilidades para complejizar las tareas a realizar como actividades de imitación facial, imitación de gestos emocionales o mayores ejercicios que requieran coordinación complejizada de ambos hemisferios cerebrales y de manera independiente entre extremidades.
- 4) Un estudio longitudinal con mayores exposiciones a la estrategia de la lentificación, que permita comprender con mayor exactitud el alcance y la relación de retrasar la velocidad de presentación como estrategia compensatoria de las asimetrías y

afectaciones estructurales y funcionales para el incremento de la funcionalización de los dominios afectados en población con TEA.

- 5) Uso de correlatos neuroanatómicos y funcionales mediante técnicas de neuroimagen para tener mayores evidencias neurobiológicas.
- 6) Ampliar la muestra y realizar diversos análisis posteriores como puede ser un análisis de regresión lineal para conocer los efectos y la relación entre variables por grupo de velocidad de presentación y con base en ello, analizar con mayor profundidad los aparentes beneficios de la velocidad al 60% por medio de la magnitud del efecto. Buscando incrementar la potencia estadística y la justificación clínica del paradigma.
- 7) Considerar en futuros estudios las diversas variables implicadas en un grupo preestablecido como aspectos de neurodesarrollo, maduración y dominio funcional.

## **11. Conclusiones**

Con base en las hipótesis iniciales propuestas, siendo la primera de ellas indagar si existen diferencias en el desempeño de un grupo de menores con diagnóstico de TEA en tareas de comprensión de lenguaje y secuencialidad motora ante velocidades lentificadas versus velocidad normal, los hallazgos obtenidos en este estudio sugieren que la velocidad de presentación ralentizada beneficia el desempeño de menores mexicanos con autismo e hispanohablantes en tareas de comprensión de lenguaje aunque en el dominio de secuencialidad motora los resultados no son concluyentes.

Con respecto a la velocidad en donde se observan mayores diferencias, se obtuvieron los mejores rendimientos en la velocidad reducida en 60% favoreciendo la funcionalidad de tractos cortos de la región posterior izquierda y tractos largos postero-anteriores izquierdos y derechos. En relación a la función de motricidad, también se presentan mayores puntajes

en tareas secuenciales complejas y coordinadas con ambas extremidades en una velocidad al 60% aunque se requieren mayores aplicaciones para observar un efecto significativo y fuerte en la funcionalidad y participación de tractos largos cortico-subcorticales, cortico-corticales antero-posteriores derechos y cuerpo calloso en su porción anterior derecha; debido a la aparente integridad de regiones primarias y tractos cortos implicados.

Finalmente, los resultados obtenidos también permiten establecer una relación importante y fuerte entre la velocidad de presentación de la información y el desempeño alcanzado con base en puntajes estandarizados durante las pruebas de comprensión de lenguaje, aunque este efecto no se observa en tareas de secuencialidad motora.

## 12. Referencias

1. Albajara, A., Villemonteix, T., Van Schuerbeek, P., Baijot, S., Septier, M., Defresne, P., Delvenne, V., Passeri, G., Raeymaekers, H., Victoor, L., Willaye, E., Peigneux, P., Deconinck, N. y Massat, I. (2021). Motor abnormalities in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Autism Spectrum Disorder are associated with regional grey matter volumes. *Frontiers in Neurology*, 12, 666980. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.666980>
2. American Psychological Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th edition) Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
3. An, K., Ikeda, T., Hasegawa, C., Yoshimura, Y., Tanaka, S., Saito, D. N., Yaoi, K., Iwasaki, S., Hirose, T., Jensen, O. y Kikuchi, M. (2021). Aberrant brain oscillatory coupling from the primary motor cortex in children with autism spectrum disorders. *Neuroimage: Clinical*, 29, 102560. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102560>

4. Aoki, S. (2006). *Autismo, más allá de la discapacidad; la organización de un sistema funcional peculiar*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
5. Artigas, J. y Paula, I. (2012). El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger. *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq*, 32 (115), 567-587. <https://dx.doi.org/10.4321/S0211-57352012000300008>
6. Barbolla, M. A. y García, D. A. (1993). La “teoría de la mente” y el autismo infantil: una revisión crítica. *Revista Complutense de Educación*, 4 (2), 11-28
7. Bear, M. F., Connors, B. W. y Paradiso, M. A. (2016). *Neurociencia, la exploración del cerebro*. Wolters Kluwer.
8. Belinchón, M. (2021). Haciendo camino al contar: reflexiones sobre el libro *historia del autismo. Conversaciones con los pioneros (de Adam Feinstein)*. *Siglo Cero*, 52 (2), 61-81. <https://doi.org/10.14201/scero20215226181>
9. Belinchón, M. (2019). Alteraciones asociadas al autismo: ¿qué nos enseñan sobre cómo los bebés adquieren el léxico?. *Revista de sociolingüística de la Universitat de Barcelona*, 17. 52-63. <https://doi.org/10.1344/LSC-2019.17.6>
10. Benedet, M. J. (2002). *Neuropsicología cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación, fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva*. IMERSO.
11. Berman, J. I., Edgar, J. C., Blaskey, L., Kushner, E. S., Levy, S. E., Ku, M., Dell, J. y Roberts, T. P. L. (2016). Multimodal Diffusion-MRI and MEG Assessment of Auditory and Language System Development in Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Neuroanatomy*, 10 (30), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnana.2016.00030>
12. Braeutigam, S., Swithenby, S. J. y Bailey, A. J. (2008). Contextual integration the

- unusual way a: magnetoencephalographic study of responses to semantic violation in individuals with autism spectrum disorders. *Eur. J. Neurosci.*, 27 (4), 1026-1036. <https://doi:10.1111/j.1460-9568.2008.06064.x>.
13. Calderón, L., Congote, C., Richard, S., Sierra, S. y Vélez, C. (2012). Aportes desde la teoría de la mente y de la función ejecutiva a la comprensión de los trastornos del espectro autista. *Revista Ces Psicología*, 5 (1), 77-90.
  14. Cano-Galindo, S., Vélez-García, A. E., Orozco-Calderón, G. y Cruz-Pérez, F. (2014). Implicaciones de la función del fascículo uncinado en la epilepsia. *Revista Mexicana de Neurociencias*, 15 (5). 277-281.
  15. Carlson, N. R. (2014). *Fisiología de la Conducta (11ª Ed)*. Pearson.
  16. Cascio, C. J., Foss-Feig, J. H., Burnette, C. P., Heacock, J. L. y Cosby, A. A., (2012). The rubber hand illusion in children with autism spectrum disorders: delayed influence of combined tactile and visual input on proprioception. *Autism: the international journal of research and practice*, 16 (4), 406-419. <https://doi.org/10.1177/1362361311430404>
  17. Catani, M., Jones, D. K. y Ffytche, D. H. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Ann Neurol*, 57 (1), 8-16. <https://doi:10.1002/ana.20319>.
  18. Choi, B., Shah, P., Rowe, M. L., Nelson, C. A. y Tager, H. (2020). Gesture development, caregiver responsiveness, and language and diagnostic outcomes in infants at high and low risk for autism. *Journal Autism Dev. Disord.*, 50 (7), 2556-2572. <https://doi:10.1007/s10803-019-03980-8>
  19. Cornelio, P., Velasco, C. y Obrist, M. (2021). Multisensory Integration as per Technological Advances: A Review. *Frontiers in neuroscience*, 15, 652611. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.652611>

20. Cruz, F. y Zurita, C. O. (2015). Trastornos del Espectro Autista en el DSM V: “Exclusión” del Síndrome de Asperger. En Martínez, Y., Salvador, J., Delgado, A. C., y Cruz, F. *Neurodesarrollo infantil: diversas aproximaciones teóricas y aplicativas* (pp. 154-184). Universidad Juárez del estado de Durango.
21. Das, J. P., Naglieri, J. A. y Kirby, J. R. (1994). *Evaluación de los procesos cognitivos: La teoría PASS de la inteligencia*. Ally & Bacon.
22. Dean, D. C., Planalp, E. M., Wooten, W., Adluru, N., Kecskemeti, S. R., Frye, C., Schmidt, C. K., Schmidt, N. L., Styner, M. A., Goldsmith, H. H., Davidson, R. J. y Alexander, A. L. (2017). Mapping White Matter Microstructure in the One Month Human Brain. *Scientific reports*, 7 (1), 9759. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09915-6>
23. Doernberg, E. y Hollander, E. (2016). Neurodevelopmental Disorders (ASD and ADHD): DSM-5, ICD-10, and ICD-11. *CNS Spectrums*, 1-5. <https://doi:10.1017/S1092852916000262>
24. Egger, K., Yang, S., Reiser, M., Kaller, C., Mader, I., Beume, L., Weiller, C. y Urbach, H. (2015). Tractography of Association Fibers Associated with Language Processing. *Clinical Neuroradiology*, 25, 231-236. <https://doi.org/10.1007/s00062-015-0447-2>
25. Floris, D., Barber, A., Nebel, M., Martinelli, M., L., M-C., Crocetti, D., Baron-Cohen, S., Suckling, J., Pekar, J. y Mostofsky, S. H. (2016). Atypical lateralization of motor circuit functional connectivity in children with autism is associated with motor deficits. *Molecular Autism*, 7 (35), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13229-016-0096-6>
26. Floris, D. L. y Howells, H. (2018). Atypical structural and functional motor networks in autism. *Progress in Brain Research*, ISSN 0079-6123. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.06.010>

27. Foss-Feig, J. H., Kwakye, L. D., Cascio, C. J., Burnette, C. P., Kadivar, H., Stone, W. L., y Wallace, M. T. (2010). An extended multisensory temporal binding window in autism spectrum disorders. *Experimental brain research*, 203 (2), 381-389. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2240-4>
28. Friedman, L. y Sterling, A. (2019). A review of lenguaje, executive function and intervention in autism disorder. *Seminars in speech and lenguaje*, 40 (4), 291-304.
29. Garrido, D., Carballo, G., Franco, V. y García-Retamero, R. (2015). Dificultades de comprensión del lenguaje en niños no verbales con trastornos del espectro autista y sus implicaciones en la calidad de vida familiar. *Revista de Neurología*, 60 (5), 207-214. <https://doi.org/10.33588/rn.6005.2014226>
30. Gepner, B., Charrier, A., Arciszewski, T., y Tardif, C. (2021). Slowness Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder: A Blind Longitudinal Randomized Controlled Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, (2021). <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05183-6>
31. Gepner, B., Deruelle, C. y Grynfeldt, S. (2001). Motion and Emotion: A Novel Approach to the Study of Face Processing by Young Autistic Children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31 (1), 37-45. <https://doi:10.1023/a:1005609629218>
32. Gepner, B., Godde, A., Charrier, A. Carvalho, N. y Tardif, C. (2020). Reducing facial dynamics' speed during speech enhances attention to mouth in children with autism spectrum disorder: An eye-tracking study. *Development and Psychopathology*, 2020, 1-10. <https://doi:10.1017/S0954579420000292>
33. Gepner, B. y Ferón, F. (2009). Autism: A world changing too fast for a mis-wired brain?. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1227-1242. <https://doi:10.1016/j.neubiorev.2009.06.006>

34. Gepner, B. y Mestre, D. (2002). Rapid visual-motion integration deficit in autism. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 6 (11), 455.
35. Gómez, I. (2010). Ciencia Cognitiva, Teoría de la Mente y autismo. *Pensamiento Psicológico*, 8 (15), 113-123.
36. Gómez, M. I. (2019). Conexión neuronal en el trastorno del espectro autista. *Psiquiatría Biológica*, 26 (1), 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.psiq.2019.02.001>
37. Gómez, M. I. (2019). A través de los ojos del niño con trastorno del espectro autista. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 7 (1), 11-22.
38. González, R. y Hornauer, A. (2014). Cerebro y lenguaje. *Rev. Hosp. Clin. Univ. Chile*, 25, 143-153.
39. González, Y., Rivera, M., Domínguez, L.B. y González, M. G. (2016). Autismo y evaluación. *Ra Ximhal*, 12 (6), 525-533.
40. Grandin, T. y Panek, R. (2019). *El cerebro autista: el poder de una mente distinta (edición digital)*. RBA libros.
41. Haigh, S., Walsh, J.A., Mazefsky, C. A., Minshew, N. J. y Eack, S.M. (2018). Processing Speed is Impaired in Adults with Autism Spectrum Disorder and relates to Social Communication Abilities. *Journal of Autism and Development Disorders*, 48 (8), 2653-2662. <https://doi:10.1007 / s10803-018-3515-z>
42. Hagoort, P. (2017). The neural basis for primary and acquired language skills. En Segers, E. y Van den Broek, E. *Developmental Perspectives in Written Language and Literacy: In honor of Ludo Verhoeven*. (pp. 17-28). John Benjamins Publishing Company.
43. Happé, F. y Frith, U. (2006). The Weak Coherence Account: Detail-focused Cognitive

- Style in Autism Spectrum Disorders. *Journal for autism and developmental disorders*, 36, 5-25. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>
44. Harris, G. J., Chabris, C. F., Clark, J., Urban, T., Aharon, I., Steele, S., McGrath, L., Condouris, K. y Flusberg, H. T. (2006). Brain activation during semantic processing in autism spectrum disorders via functional magnetic resonance imaging. *Brain Cognition*, 61 (61), 54-68. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2005.12.015>
45. Harris, S. R. (2017). Early motor delays as diagnostic clues in autism spectrum disorder. *Eur J. Pediatr*, 176. 1259-1262. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2951-7>
46. Hervás, A., Balmaña, N. y Salgado, M. (2017). Los trastornos del espectro autista (TEA). *Pediatría Integral*, XXI (2), 92-108.
47. Hervás, A. y Rueda, I. (2018). Alteraciones de conducta en los Trastornos del Espectro Autista. *Revista de Neurología*, 66 (1), S31-S38.
48. Holiga, S., Hipp, J. F., Chatham, C. H., Garces, P., Spooren, W., D'Ardhuy, X. L., Bertolino, A., Bouquet, C., Buitelaar, J. K., Bours, C., Rausch, A., Oldehinkel, M., Bouvard, M., Amestoy, A., Caralp, M., Gueguen, S., Moal, M. L., Houenou, J., Beckmann, C. F., Loth, E., Murphy, D., Charman, T., Tillmann, J., Laidi, C., Delorme, R., Beggiato, A., Gaman, A., Scheid, I., Leboyer, M., D'Albis, M. A., Sevigny, J., Czech, C., Bolognani, F., Honey, G. D. y Dukart, J. (2019). Patients with autism spectrum disorders display reproducible functional connectivity alterations. *Science Translational Medicine*, 11, (481), eaat9223.
49. Hull, L., Mandy, W. y Petrides, K. V. (2017). Behavioural and cognitive sex/gender differences in autism spectrum condition and typically developing males and females. *Autism*, 21 (6), 706-727.

50. Ivanova, M., Isaev, D. Y., Dragoy, O. V., Akinina, Y. S., Petrushevskiy, A. G., Fedina, O. N., Shklovsky, V. M. y Dronkers, N. F. (2016). Diffusion-tensor imaging of major white matter tracts and their role in language processing in aphasia. *Cortex*, 85, 165-181. <https://doi:10.1016/j.cortex.2016.04.019>
51. Jodra, M. (2015). *Cognición temporal en personas adultas con autismo: un análisis experimental*. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.
52. Johnston, K., Murray, K., España, D., Walker, I. y Russell, A. (2019). Executive Function: Cognition and Behaviour in Adults with Autism Spectrum Disorders (ASD). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49 (10), 4181-4192. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04133-7>
53. Kasai, K., Hashimoto, O., Kawakubo, Y., Yumoto, M., Kamio, S., Itoh, K., Koshida, I., Iwanami, A., Nakagome, K., Fukuda, M., Yamasue, H., Yamada, H., Abe, O., Aoki, S. y Kato, N. (2005). Delayed automatic detection of change in speech sounds in adults with autism: A magnetoencephalographic study. *Clinical Neurophysiology*, 116 (7), 1655-1664. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.03.007>
54. Kaur, M. Srinivasan, S. y Bhat, A. (2018). Comparing motor performance, praxis, coordination, and interpersonal synchrony between children with and without Autism Spectrum Disorder (ASD). *Res Dev. Disabil.*, 72. 79-95. <https://doi:10.1016/j.ridd.2017.10.025>
55. Kawakami, S. y Otsuka, S. (2021). Multisensory Processing in Autism Spectrum Disorders. En Grabrucker, A. M. *Autism Spectrum Disorders* (43-54). Exon Publications.
56. Khoury, E., Carment, L., Lindberg, P., Gaillard, R., Krebs M.-O. y Amado, I. (2020). Aspects sensorimoteurs et motricité manuelle dans les troubles du spectre autistique:

- une revue de la littérature. *L' Encéphale*, 46. 135-145.  
<https://doi.org/10.1016/j.encep.2019.11.005>
57. Lainé, F., Rauzy, S., Tardif, C. y Gepner, B. (2011). Slowing Down the Presentation of Facial and Body Movements Enhances Imitation Performance in Children with Severe Autism. *Journal Autism Dev. Disord.*, 41, 983-996.  
<https://doi:10.1007/s10803-010-1123-7>
58. Lee, J. I. (2021). Cognición espacial y autismo: particularidades en el conocimiento del entorno construido. *Revista Arquis*, 10 (2), 199-214.  
<https://doi.org/10.15517/ra.v10i2.44554>
59. Lidstone, D. E., Rochowiak, R., Mostofsky, S. H. y Nebel, B. M. (2021). A data driven approach reveals that anomalous motor system connectivity is associated with the severity of core autism symptoms. *Autism Research: official journal of the International Society for Autism Research*, 10.1002/aur.2476. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/aur.2476>
60. Liu, J., Tsang, T., Jackson, L., Ponting, C., Jeste, S. S, Bookheimer, S. Y. y Dapretto, M. (2019). Altered Lateralization of Dorsal Language Tracts in 6-Week-Old Infants at Risk for Autism. *Dev. Sci.*, 22 (3), e12768. <https://doi.org/10.1111/desc.12768>
61. López, B. y Leekam, S. R. (2007). Teoría de la coherencia central: una revisión de los supuestos teóricos. *Infancia y Aprendizaje*, 30 (3), 439-457.  
<http://doi.org/10.1174/021037007781787462>
62. López, K. A. (2020). *Características del lenguaje y la comunicación en el trastorno del espectro del autismo en niños*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Central del Ecuador, Ecuador.
63. Luria, A. R. (1984). *Conciencia y Lenguaje*. Editorial Visor Libros.

64. Machado, C., Rodríguez, R., Estévez, M., Leisman, G., Chinchilla, M. y Portela, L. (2017). Trastorno del Espectro Autista: un reto para las neurociencias. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 18 (4), 30-45.
65. Martos, J. y Pérez, P. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 52 (S01), S147-S153. <https://doi.org/10.33588/rn.52s01.2010816>
66. Matsuzaki, J., Ku, M., Dipiero, M., Chiang, T., Saby, J., Blaskey, L., Kuschner, E. S., Kim, M., Berman, J. I., Bloy, L., Chen, Y., Dell, J., Liu, S., Brodtkin, E. S., Embick, D. y Roberts, T. P. L. (2019). Delayed Auditory Evoked Responses in Autism Spectrum Disorder: Across the Life span. *Dev. Neurosci.*, 41 (3-4), 223-233. <https://doi.org/10.1159/000504960>
67. May, K. E. y Kana, R. K. (2020). Frontoparietal Network in Executive Functioning in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, 13 (10), 1762-1777. <https://doi.org/10.1002/aur.2403>
68. Mintz, M. (2017). Evolution in the Understanding of Autism Spectrum Disorder: historical perspective. *Indian Journal Pediatric*, 84 (1), 44-52. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12098-016-2080-8>
69. Mosconi, M. W., y y Sweeney, J. A. (2015). Sensorimotor dysfunctions as primary features of autism spectrum disorders. *Science China. Life Sciences*, 58 (10), 1016-1023. <https://doi.org/10.1007/s11427-015-4894-4>
70. Muratori, F., Calderoni, S. y Bizzari, V. (2020). George Frankl: an undervalued voice in the history of autism. *European Child & Adolescent Psychiatry*, (2020).
71. Naigles, L. R. (2013). Input and language development in children with autism. *Seminars in speech and language*, 34 (4), 237-248. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1353446>.

72. Newcomb, E. y Hagopian, L. (2018). Treatment of severe problem behaviour in children with autism spectrum disorder and intellectual disabilities. *International Review of Psychiatry*, 30 (1), 96-109.  
<https://doi.org/10.1080/09540261.2018.1435513>
73. Noel, J. P., Failla, M. D., Quinde-Zlibut, J. M., Williams, Z. J., Gerdes, M., Tracy, J. M., Zoltowski, A. R., Foss-Feig, J. H., Nichols, H., Armstrong, K., Heckers, S. H., Blake, R. R., Wallace, M. T., Park, S. y Cascio, C. J. (2020). Visual-Tactile Spatial Multisensory Interaction in Adults with Autism and Schizophrenia. *Frontiers in psychiatry*, 11, 578401. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.578401>
74. Nuñez, M. y Gómez, J. C. (2020). Early interaction, communication and the origins of autism: far-reaching insights by Ángel Rivière. *Journal for the Study of Education and Development*, 43 (4), 748-763. <https://doi.org/10.1080/02103702.2020.1811542>  
<https://doi.org/10.1007/s00787-020-01622-4>
75. Oram, J. E., Flagg, E. J., Roberts, W. y Roberts, T. P. L. (2005). Delayed mismatch field for speech and non-speech sounds in children with autism. *Neuroreport.*, 16 (5), 521-525. <https://doi:10.1097/00001756-200504040-00021>
76. Oram, J. E., Flagg, E. J., Roberts, W. y Roberts, T. P. L. (2008). Auditory evoked fields predict language ability and impairment in children. *Int. J. Psychophysiol*, 68 (2), 170-175. <https://doi:10.1016/j.ijpsycho.2007.10.015>
77. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). *Autismo*. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
78. Palau-Baduell, M., Salvadó-Salvadó, B., Torrentó-Clofent, M. y Valls-Santassusana, A. (2012). Autismo y conectividad neural. *Revista de Neurología*, 54 (S01), S31-S39.  
<https://doi.org/10.33588/rn.54S01.2011711>

79. Palau-Baduell, M., Valls-Santasusana, A. y Salvadó-Salvadó, B. (2010). Aspectos neurolingüísticos en los trastornos del espectro autista. Relaciones neuroanatómicas y funcionales. *Rev. Neurol.*, 50 (3), s69-s76.  
<https://doi.org/10.33588/rn.50S03.2009766>
80. Passerino, L. M., Guimaraes, J. Solon, C. y Baldassarri, S. (2018). Mesas Tangibles para la Planificación Cognitiva en alumnos con Trastorno del Espectro Autista (TEA). En Arnaiz, P. y García, M. D. *Tecnología accesible e inclusiva: logros, resistencias y desafíos*. (pp. 1-12). Educarmms.
81. Pérez-Pichardo, M. F., Ruz-Sahrur, A., Barrera-Morales, K. y Moo-Estrella, J. (2018). Medidas directas e indirectas de las funciones ejecutivas en niños con trastorno de espectro autista. *Acta Pediatr Mex*, 39 (1), 13-22.
82. Picard, N. y Strick, P. L. (1996). Motor Areas of the Medial Wall: A Review of Their Location and Functional Activation. *Cerebral Cortex*, 6 (3). 342-353.
83. Portellano, J. A. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*. McGraw Hill.
84. Reynoso, C., Rangel, M. J. y Melgar, V. (2017). El trastorno del espectro autista: aspectos etiológicos, diagnósticos y terapéuticos. *Revista Médica del IMSS*, 55 (2), 214-222.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457750722015>
85. Riquelme, I., Hatem, S. M. y Montoya, P. (2016). Abnormal pressure pain, touch sensitivity, proprioception, and manual dexterity in children with autism spectrum disorders. *Neural Plasticity*, 2016, 1-9.
86. Rivas, M. (2008). El paradigma cognitivo: construcción del significado. En Rivas, M. *Procesos Cognitivos y Aprendizaje Significativo*. (pp. 66-102). Consejería de Educación-Comunidad de Madrid.

87. Rivière, A. (1997). Tratamiento y definición del espectro autista I: Relaciones sociales y comunicación. Martos, J., Rivière, Ángel (comp.). *El tratamiento del autismo nuevas perspectivas* [pp. 61-105]. Editorial APNA.
88. Roberts, T. P. L., Matsuzaki, J., Blaskey, L., Bloy, L., Edgar, C., Kim, M., Ku, M., Kuschner, E. S. y Embick, D. (2019). Delayed M50/M100 evoked response component latency in minimally verbal/nonverbal children who have autism spectrum disorder. *Molecular Autism*, 10 (34), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13229-019-0283-3>
89. Roberts, T. P. L., Kuschner, E. S. y Edgar, C. (2021). Biomarkers for autism spectrum disorder: opportunities for magnetoencephalography (MEG). *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 13 (34), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s11689-021-09385-y>
90. Rodríguez, P. (2016). *Procesamiento temporo espacial en pacientes con Síndrome de Asperger*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
91. Rosselli, M., Matute, E. y Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del Desarrollo Infantil*. Manual Moderno.
92. Schmidt, G. L., Rey, M. R., Oram, J. E. y Roberts, T. P. L. (2009). Absence of M100 source asymmetry in autism associated with language functioning. *Neuroreport*, 20 (11), 1037-1041. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32832e0ca7>
93. Schuetze, M., Park, M. T., Cho, I. Y., MacMaster, F. P., Chakravarty, M. M. y Bray, S. L. (2016). Morphological alterations in the thalamus, striatum and pallidum in autism spectrum disorder. *Neuropsychopharmacology: official publication of the american college of neuropsychopharmacology*, 41 (11), 2627-2637.

94. Secretaría de Salud (2019). *Día Mundial de Concientización sobre el Autismo*. Disponible en <https://www.gob.mx/salud/articulos/dia-mundial-de-concientizacion-sobre-el-autismo-152837?idiom=es>
95. Secretaría de Salud (2019). *Publican guía para detectar desde la primera infancia, la condición del espectro autista*. Disponible en <https://www.gob.mx/salud/prensa/114publican-guia-para-detectar-desde-la-primera-infancia-la-condicion-del-espectro-autista>
96. Seijas, R. (2015). Atención, memoria y funciones ejecutivas en los trastornos del espectro autista: ¿cuánto hemos avanzado desde Leo Kanner? *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 35 (127), 573-586.
97. Siemann, J. K., Veenstra-VanderWeele, J. y Wallace, M. T. (2020). Approaches to Understanding Multisensory Dysfunction in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research*, 13 (9), 1430-1449. <https://doi.org/10.1002/aur.2375>
98. Sket, G. M., Overfeld, J., Styner, M., Gilmore, J. H., Entringer, S., Wadhwa, P. D., Rasmussen, J. M. y Buss, C. (2019). Neonatal white matter maturation is associated with infant language development. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00434>
99. Smith, E. E. y Kosslyn, S. M. (2008). *Procesos Cognitivos: modelos y bases neurales*. Pearson Educación.
100. Soriano, C., Guillazo, G., Redolar, D. A., Torras, M. y Vale, A. (2007). *Fundamentos de neurociencia*. Editorial UOC.
101. Stefanatos, G. A. y Baron, I. S. (2011). The ontogenesis of language impairment in autism: a neuropsychological perspective. *Neuropsychol*, 21 (252), 252-270. <https://doi.org/10.1007/s11065-011-9178-6>

102. Stevenson, R. A., Siemann, J. K., Schneider, B. C., Eberly, H. E., Woynaroski, T. G., Camarata, S. M. y Wallace, M. T. (2014). Multisensory temporal integration in autism spectrum disorders. *The Journal of Neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 34 (3), 691-697. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3615-13.2014>
103. Suzumura, N., Nishida, T., Maki, N., Komeda, H., Kawasaki, M. y Funabiki, Y. (2021). Atypical cortical activation during fine motor tasks in autism spectrum disorder. *Neuroscience Research*, 172 (2021), 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2021.04.010>
104. Talero, C., Echeverria, C. M., Sánchez, P., Morales, G. y Vélez, A. (2015). Trastorno del Espectro Autista y función ejecutiva. *Acta Neurológica Colombiana*, 31 (3), 246-252. <https://doi.org/10.22379/2422402237>
105. Tardif, C. y Gepner, B. (2012). *Logiral [Software para PC]*. <https://centrepsyche-amu.fr/logiral>
106. Tardif, C., Gepner, B. y Rey, V. (2002). Evaluation du système phonologique explicite chez des enfants autistes. *Parole*, 21, 35-71.
107. Tardif, C., Latzko, L., Arciszewski, T. y Gepner, B. (2017). Reducing Information's Speed Improves Verbal Cognition and Behavior in Autism: A 2-Cases Report. *Pediatrics*, 139 (6), e1-e6. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-4207>
108. Travaglia, P. y Fenoglio, M. (2022). Trastorno del Espectro Autista y Funciones Ejecutivas. En De la Barrera, M. L. *Autismo: descubriendo sus colores. Pasar del Trastorno a la Condición*. (pp. 11-24). UniRío Editora.

109. Turi, M., Karaminis, T., Pellicano, E. y Burr, D. (2016). No rapid audiovisual recalibration in adults on the autism spectrum. *Scientific Reports*, 6 (21756), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep21756>
110. Unruh, K. E., Martin, L. E., Magnon, G., Vaillancourt, D. E., Sweeney, J. A. y Mosconi, M. W., (2019). Cortical and subcortical alterations associated with precision visuomotor behavior in individuals with autism spectrum disorder. *Journal of Neurophysiology*, 122 (4), 1330-1341.
111. Vásquez, A., Méndez, A., Ruiz, P., Apud, I., Maiche, A., González, H., Pires, A. C., Carboni, A., Barg, G., Martín, A., Aguirre, R., Moreira, K., Aznárez, L., Curione, K., Huertas, J. A., Elices, M. y González, F. (2016). *Manual de introducción a la psicología cognitiva*. CSE-Comisión Sectorial de enseñanza.
112. Volkman, F. R. y McPartland, J. C. (2014). From Kanner to DSM-5: Autism as an Evolving Diagnostic Concept. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 193-212. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153710>
113. Webster, P. J., Frum, C., Kurowski-Burt, A., Bauer, C. E., Wen, S., Ramadan, J. H., Baker, K. A. y Lewis, J. W. (2020). Processing of real-world, dynamic natural stimuli in autism is linked to corticobasal function. *Autism research: official journal of the international society for autism research*, 13 (4), 539-549. <https://doi.org/10.1002/aur.2250>
114. Williams, D. L., Cherkassky, V. L., Mason, R. A., Keller, T. A., Minshew, N. J. y Just, M. A. (2013). Brain Function Differences in Language Processing in Children and Adults with Autism. *Autism Res.*, 6 (4), 288-302. <https://doi.org/10.1002/aur.1291>

115. Wilson, R. B., Enticott, P. G. y Rinehart, N. J. (2018). Motor development and delay: advances in assessment of motor skills in autism spectrum disorders. *Curr Opin Neurol*, 31, (2). 134-139. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000541>
116. World Health Organization [WHO]. (2019). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (11th edition). World Health Organization.
117. World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310 (20). 2191-2194
118. Wuang, Y. P., Huang, C. L. y Tsai, H. Y. (2020). Sensory Integration and Perceptual-Motor Profiles in School-Aged Children with Autistic Spectrum Disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 16. 1661-1673  
<https://doi.org/10.2147/NDT.S253337>
119. Zampella, C. J., Wang, L. A. L., Haley, M., Hutchinson, A. G. y de Marchena, A. (2021). Motor Skill Differences in Autism Spectrum Disorder: a Clinically Focused Review, *Current Psychiatry Reports*, 2021 (23:64). 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11920-021-01280-6>
120. Zegarra, J. y Chino, B. (2017). Mentalización y teoría de la mente. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 80 (3), 189-199. <https://dx.doi.org/10.20453/rnp.v80i3.3156>
121. Zhang, J., Wei, X., Xie, S., Zhen, Z., Shang, D., Ji, R., Yu, Y., He, F., Du, Y., Ye, X. y Luo, B. (2018). Multifunctional Roles of the Ventral Stream in Language Models: Advanced Segmental Quantification in Post-Stroke Aphasic Patients. *Frontiers in Neurology*, 9 (89). 1-12. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00089>
122. Zhao, Y., Yang, L., Gong, G., Cao, Q. y Liu, J. (2022). Identify aberrant White matter

microstructure in ASD, ADHD and other neurodevelopmental disorders: A meta-analysis of difusión tensor imaging studies. *Progress in Neuropsychopharmacology & Biological Psychiatry*, 113 (2022), 110477.

<https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2021.110477>

123.Zhou, H., Cheung, E. F. C. y Chan, R. C. K. (2020). Audiovisual temporal integration: cognitive processing, neural mechanisms, developmental trajectory and potential interventions. *Neuropsychologia*, 140 (2020), 1-19.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107396>

124.Zurita, C. O. (2019). *Representación de la Navegación en niños con Trastorno del Espectro Autista*. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.