



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

Percepción Multiestable como un Acercamiento al Estudio de la Variabilidad
Individual en Adultos con TEA

T E S I S

Que para obtener el título de
Licenciada en Psicología

P R E S E N T A

Elizabeth Guadalupe Paniagua Bañuelos

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo

ASESORA DE TESIS

Dra. Patricia Romero Sánchez



Ciudad Universitaria, CDMX, 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.

Esta tesis fue apoyada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, mediante el proyecto "MODELAMIENTO DEL DESARROLLO DEL LENGUAJE EN EL SÍNDROME DE DOWN Y LOS TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA" CB 285152.

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a mis amados padres y hermana, quienes han creído en mí y me han apoyado en cada paso que he dado. Esta tesis es un reflejo de todo nuestro esfuerzo conjunto y la motivación que he recibido a lo largo de mi vida por parte de ustedes.

Gracias por su amor, paciencia y sacrificio para permitirme perseguir mis sueños incluso en una movilidad estudiantil al otro lado del mundo. Sus palabras de ánimo y su confianza en mí han sido mi mayor fuente de aliento para mantenerme enfocada en alcanzar mis metas.

En cada página de este trabajo se refleja la profunda gratitud que les tengo por su papel como mi fuente de motivación e inspiración, y por acompañarme en la realización de este logro.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios y a la vida por su inmensa bondad, guía y protección. Agradezco sinceramente por las oportunidades que me han brindado de acercarme al conocimiento y disfrutar tanto de las pruebas y los desafíos como de las satisfacciones a lo largo de mi camino académico y de la vida en general.

Mamá: gracias por ser la persona más dulce, amorosa, por sus enseñanzas de bondad y astucia; por darme la dicha de su compañía. Espero que el culminar esta etapa sea un tributo a todo el amor que me ha brindado, así como una muestra de mi gratitud a sus abrazos reconfortantes, sus deliciosas comidas, su preocupación, compromiso y cariño.

Papá: agradezco sinceramente su paciencia, sacrificio y esfuerzo para que pudiera estudiar, desde cuando me llevaba al kínder en sus hombros hasta este momento que es en gran parte la cosecha de su esfuerzo. Gracias por todo su amor y sabiduría, ojalá algún día termine de retribuir a ello.

Alma: Gracias porque aparte de mi hermana has sabido ser mi confidente y amiga durante toda la vida, gracias por tu compañía y paciencia en las largas jornadas de ida y vuelta a la facultad, sin duda fueron mucho más llevaderas porque podía compartirlas contigo, así como las veces que te desvelaste ayudándome a estudiar y porque siempre me has apoyado en medida de tus posibilidades. Estoy ansiosa por verte triunfar.

Además, quiero agradecer a mi pareja: Gus, gracias por ser mi soporte y apoyo en aspectos que van desde dar difusión de mi investigación para encontrar participantes hasta cuando creía que ya no podía con la misma, gracias por tu acompañamiento, tus ideas y amor durante el trayecto. En los momentos de agotamiento y estrés, tus palabras de aliento han sido como un bálsamo para mi espíritu.

Vane: Agradezco que la vida me haya permitido encontrar a una persona tan noble como tú y la hermandad que hemos construido a lo largo de estos años. Gracias por creer en mí y por tu apoyo que iba desde ayudarme a encontrar participantes hasta un consuelo en los momentos de desaliento.

A mis mejores amigas y amigo: Karen, Lau, Alo, Cris. Gracias por escucharme en los momentos de angustia, por animarme ante los desafíos y celebrar juntos cada logro

alcanzado durante este proyecto y la vida en general, por comprender mis ausencias y por hacerme reír en medio del estrés y las tensiones. Gracias a cada uno de ustedes por estar ahí en los momentos importantes.

A mis amigas y amigos: David, Mit, Dani, Bere, Esme, Sofi, Deri, Kevin, Danilo, José, Jes, Javi. Agradezco enormemente el hecho de que hayamos compartido juntos los triunfos y nos hayamos apoyado mutuamente en los momentos difíciles, aunque nuestros caminos cada vez puedan ser más diferentes es un consuelo saber que pese a la distancia podemos contar los unos con los otros.

Gracias a mis compañeras y compañeros de la carrera por las horas interminables que pasamos juntos en la biblioteca, en los equipos de trabajo y sobre todo por la linda amistad a la que dio pie, que nos terminó llevando también a fiestas, viajes, celebrar nuestros cumpleaños y cenas navideñas. Mau, Andy, Emmanuel, Ari, Diego, Vero, Omar, Mike, Paco, Ale, Pau: gracias.

También quiero expresar mi gratitud a mis profesores y asesores académicos, cuya orientación y conocimientos me hicieron amar cada vez más la carrera y darme cuenta de que no me equivoque al elegirla. Gracias en especial al Dr. Tovar y a los compañeros del laboratorio de Desarrollo Cognitivo y del Lenguaje, por creer en el proyecto desde el principio, escuchar pacientemente mis ideas y pensamientos sobre el mismo, por impulsarlo brindando su apoyo técnico y moral. Gracias también a mi revisora la Dra. Paty y a mis sinodales el Dr. Ramsés, el Dr. Octavio y el Dr. Óscar por ofrecer valiosos consejos y sugerencias que han enriquecido mi trabajo.

Gracias a la Universidad por empoderarme dándome la oportunidad de convertirme en psicóloga y poder apoyar a la sociedad con el conocimiento que me brindo tanto dentro de sus instalaciones como el que adquirí en las prácticas profesionales en campo y en el intercambio que pude hacer gracias a la misma, porque también gracias a sus apoyos pude tomar becas para estudiar idiomas y convertirme en tenista aficionada.

Por último, pero no menos importante, agradezco al Grupo de Atención Multidisciplinaria para el Autismo por extender la invitación a sus miembros y permitir alcances incluso nacionales e internacionales, pero sobre todo agradezco a todas las

personas que fueron participantes este estudio y brindaron su tiempo, constancia y esfuerzo. Su participación ha sido esencial para el desarrollo y los resultados de esta investigación y para mí es todo un orgullo poder retribuir a su dedicación con mi granito de arena en este campo de conocimiento que es el Trastorno Espectro Autista.

Las palabras de gratitud no son suficientes y la lista es interminable, pero gracias a todos por ser mi red de apoyo en este camino académico, por creer en mí incluso cuando yo deje de hacerlo. Que este trabajo sea un homenaje a todos ustedes y una semilla que inspire nuevos proyectos y descubrimientos.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| Percepción Multiestable..... | 3 |
| ¿Qué sucede en el cerebro cuando cambia la percepción, pero no el estímulo? | 4 |
| Influencia de abajo hacia arriba (Bottom-up). | 4 |
| Influencia de arriba hacia abajo (Top-down) | 6 |
| Modelo híbrido..... | 7 |
| Teoría integrativa: Desestabilización y Desambiguación | 9 |
| Percepción multiestable y TEA | 10 |
| Trastorno del Espectro Autista (TEA)..... | 12 |
| Prevalencia | 12 |
| Historia..... | 13 |
| Criterios diagnósticos..... | 14 |
| Niveles..... | 17 |
| TEA Sindrómico | 19 |
| TEA en México | 20 |
| Variabilidad y ausencia de marcadores biológicos en TEA..... | 21 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 24 |
| OBJETIVOS..... | 24 |
| HIPÓTESIS | 25 |
| MÉTODO | 25 |
| Consideraciones por la pandemia de COVID-19..... | 25 |
| Participantes | 25 |
| Materiales..... | 26 |
| Tarea perceptual visual..... | 26 |
| Tarea perceptual auditiva | 27 |
| Evaluaciones adicionales..... | 27 |
| Autism Spectrum Quotient. | 27 |
| Escala de Procesamiento Auditivo. | 28 |
| Escala de Valoración de Estado de Ánimo..... | 29 |
| Procedimiento | 29 |
| Invitación a participantes | 29 |

| | |
|---|----|
| Aplicación de las Tareas experimentales | 30 |
| Sesiones experimentales..... | 30 |
| Tarea visual..... | 31 |
| Tarea auditiva. | 31 |
| Tratamiento de datos..... | 32 |
| Diseño del Estudio | 32 |
| Análisis de datos | 32 |
| RESULTADOS | 34 |
| Variabilidad entre muestras y sesiones..... | 34 |
| Tarea Visual..... | 34 |
| Switcheos | 35 |
| Media de Detección (Percepto Derecho) | 36 |
| Tarea Auditiva | 37 |
| Switcheos | 37 |
| Media de Detección (Percepto Separado) | 38 |
| Diferencias entre tareas a nivel grupal..... | 39 |
| Relación entre variables dependientes y puntuaciones del AQ | 40 |
| EVEA..... | 42 |
| DISCUSIÓN..... | 43 |
| Variabilidad en TEA..... | 43 |
| Percepción atípica en TEA..... | 44 |
| Posible ausencia de deficiencias Top-Down | 44 |
| Otros hallazgos y consideraciones | 45 |
| CONCLUSIONES..... | 46 |
| Conclusiones generales..... | 46 |
| Alcances..... | 46 |
| Limitaciones..... | 47 |
| Propuesta para futuras investigaciones | 48 |
| REFERENCIAS | 49 |
| ANEXOS | 62 |
| ANEXO 1: Consentimiento informado | 62 |
| ANEXO 2: Ejemplo de informe a participante..... | 63 |

Finding out that I'm autistic
brought me an overwhelming sense of relief.
My whole life, up to that point, finally made sense.
My paradigm about myself shifted.
I wasn't a failed neurotypical person.
I was a perfectly good autistic person.

Jac de Houting, Why everything you know about autism is wrong
(2019)

Descubrir que soy autista me trajo una sensación abrumadora de alivio. Toda mi vida, hasta ese momento, finalmente cobró sentido. Mi paradigma sobre mí mismo cambió. No era una persona neurotípica fallida; era una persona con autismo perfectamente bien.

INTRODUCCIÓN

La información ambiental que recibimos por medio de nuestros sentidos es usualmente ambigua, incompleta o redundante, por ello el sistema perceptual frecuentemente está buscando extraer la información más útil de forma eficiente; eliminando ambigüedad, tratando de completar la información faltante, y favoreciendo una interpretación lo más específica y rápida del mundo que nos rodea (Von Helmholtz 1911 en Kornmeier et al, 2017) (p. ej., inmediatamente percibimos rostros u objetos en la formación de nubes en el cielo o en la formación de rocas). Nuestro sistema perceptual intenta lograr una interpretación rápida de cualquier información sensorial disponible para poder reaccionar de inmediato.

En el presente trabajo se evaluó la ejecución de adultos con Trastorno del Espectro Autista (TEA) en tareas de percepción multiestable. Previamente ya se han reportado patrones de percepción atípica y variable en esta población para dichas tareas, que podrían ser marcadores cognitivo-conductuales en TEA. A falta de un marcador biológico de la condición, estos marcadores conductuales podrían permitir diagnósticos más certeros, objetivos y tempranos. Sin embargo, ha sido difícil llegar a un consenso debido a la alta heterogeneidad en los resultados de las investigaciones previas sobre percepción multiestable en TEA. Esta variabilidad en los hallazgos puede deberse más que a la diversidad entre personas con TEA, a la variabilidad que puede existir a nivel intra sujeto. Hasta donde se revisó la literatura, esta posibilidad no ha sido explorada anteriormente.

En este trabajo se buscó un acercamiento al estudio de la variabilidad individual considerando las modalidades visual y auditiva. Se seleccionaron los sistemas visuales y auditivos porque son sistemas en los que se han observado alteraciones en la población con TEA, como la sensibilidad a la luz brillante y la alteración del reconocimiento facial, dificultades para encontrar la fuente de sonido, fascinación por sonidos fuertes, hipersensibilidad y estados de estrés al escuchar sonidos que normalmente resultan inofensivos, entre otros. (Behrmann, Thomas y Humphreys, 2006; Vindrola, 2016; Leekam, Nieto, Libby, Wing y Gould, 2007).

La modalidad visual fue evaluada con tareas que retoman el paradigma de inversiones perceptivas de figuras ambiguas con una rejilla de Necker, usada previamente por Kornmeier y Bach (2005). La modalidad auditiva fue estudiada mediante la presentación de tonos ambiguos como los usados previamente por Kondo y colaboradores (2020). En el presente trabajo se propuso realizar un estudio cuasiexperimental de medidas repetidas con una duración de mes y medio, con una muestra de adultos con TEA y sus pares con desarrollo típico (DT). Se hipotetizó que en cada ejecución habría diferencias más evidentes entre e intra sujetos en los participantes con TEA, mientras que las ejecuciones serían más estables para un grupo control con DT.

Se trabajó con este periodo del desarrollo porque en esta etapa ya hay mayor habilidad de atención sostenida, lo cual facilita la comprensión y ejecución de las tareas de percepción multiestable. Además, uno de los objetivos centrales de la investigación fue visibilizar a la población adulta con TEA, así como la falta de líneas de investigación en este rango de edad.

El estudio reveló conexiones interesantes entre la capacidad visual, los rasgos autistas y la variabilidad dentro del grupo con TEA, que aunque los resultados hallados no sugieren que haya una variabilidad individual distinta entre TEA y sus controles sí continúan sumando a la evidencia que existe respecto a la variabilidad que hay dentro de la población con TEA, incluso cuando todos los participantes de la muestra seleccionada se encuentran dentro del nivel 1 de funcionalidad, de acuerdo con la clasificación del DSM-V. También se destacó la diferencia en el procesamiento visual y auditivo en comparación con los participantes con desarrollo típico, lo que permiten sugerir que existe mayor atipicidad en tareas visual en comparación con auditivas al contrastar la ejecución de TEA con las personas con DT. Estos hallazgos proporcionan una mayor comprensión de la complejidad del TEA y sus implicaciones en la percepción y procesamiento sensorial.

MARCO TEÓRICO

Percepción Multiestable

Dado que la información que se encuentra en el ambiente frecuentemente es ambigua, incompleta e inconstante, el sistema perceptual tiene que enfrentarse a una ponderación entre información sensorial (*bottom-up* o de abajo hacia arriba) y los conceptos memorizados (*top-down* o de arriba hacia abajo), y esta ponderación depende de: la calidad de dicha información, la relación entre los objetos observados y su contexto, y la disponibilidad de conceptos memorizados que se ajustan (Kornmeier y Bach, 2005). Esto tiene un correlato evolutivo con una ventaja clave, ya que nuestra percepción impacta directamente en nuestras acciones; cuanto más confiable sea nuestra percepción, más rápida, apropiada y orientada a objetivos será nuestra conducta (Kornmeier y Bach, 2009).

El fenómeno de multiestabilidad perceptual ha sido estudiado por medio de estímulos ambiguos que permiten al menos dos alternativas de interpretación. Cuando ocurre una exposición prolongada a estímulos ambiguos, los perceptos posibles comienzan a alternar espontáneamente entre sí. Pisarchik y Feudel (2014), sugieren que los estados resultantes finales son consecuentes a las posibles representaciones mentales de un mismo estímulo, de las condiciones previas del sistema y perturbaciones externas.

Las evidencias encontradas en los estudios proponen características de la percepción multiestable que son comunes a través de diferentes modalidades sensoriales (visuales, auditivas, olfativas y táctiles) (Huguet, Rinzel y Hupe, 2014; Kornmeier y Bach, 2005; Kondo y Lin, 2020):

- Las percepciones son mutuamente excluyentes, lo que significa que es imposible percibir al mismo tiempo todos los perceptos posibles.
- La percepción es dinámica, lo que significa que los perceptos se alternan en función de algunos factores endógenos como la atención (Intaitė, Noreika, Šoliūnas y Falter, 2013) o exógenos como las características de los estímulos (Kornmeier, Hein y Bach, 2009).
- La aleatoriedad de la percepción se refiere a que la duración de los cambios perceptuales no tiene una correlación entre las duraciones de estabilidad perceptual de los episodios sucesivos (Huguet et al., 2014).

Las tareas de percepción multiestable han sido muy utilizadas para explorar y comprender más sobre el sistema perceptual (Happe, 1996; Kondo y Lin, 2020; Kornmeier y Bach 2005), debido a que han añadido un componente al entendimiento del procesamiento de la información a través del estudio de la influencia de procesos endógenos que se activan cuando la información es incompleta o cuando existe un objetivo previo a la exposición ante un estímulo (Ortiz, 2021).

Algunos paradigmas comunes en estas tareas en modalidad visual son el cubo de Necker (Kornmeier y Bach, 2005), la ilusión de la bailarina (Liu et al., 2012) y la rivalidad binocular (Blake, 1989). Existen también tareas de percepción multiestable en modalidad auditiva donde una secuencia de tonos se puede interpretar de dos formas distintas (Kondo y Lin, 2020), el efecto de transformación verbal que ocurre cuando una palabra es presentada repetidamente y los fonemas pueden cambiar la percepción de la palabra a lo largo del tiempo (Warren y Gregory, 1958). Durante estas tareas suelen analizarse los reportes de duración que tiene cada percepto o interpretación, el número de alternancias o reversiones que existen entre los perceptos, y la velocidad de las alternancias. Sin embargo, también puede estudiarse desde la condición en la que se le pida al participante mantener una sola percepción para prevenir la reversibilidad de determinada orientación o por medio de la condición en la que se le pide al participante hacer los cambios propositivamente lo más rápido posible (Kornmeier et al., 2009; Mathes et al., 2006).

¿Qué sucede en el cerebro cuando cambia la percepción, pero no el estímulo?

La percepción multiestable ha sido estudiada considerando dos procesos complementarios: por un lado, se encuentran los procesos *Bottom-up*; es decir, procesos sensoriales: y por el otro, procesos *Top-down* que son aquellos en los que ya se ven involucradas actividades de control cognitivo.

Influencia de abajo hacia arriba (Bottom-up).

Los enfoques clásicos de abajo hacia arriba asumen que los cambios perceptivos son el resultado del equilibrio entre la adaptación pasiva, y la recuperación e inhibición mutua de unidades o canales neurales que se encuentran en competencia en áreas visuales tempranas, cuya actividad se correlaciona con una percepción particular (Kornmeier y Bach, 2004a; Hebb, 1942). Esto se debe a que cada interpretación posible, tiene su propia representación

a nivel neuronal y estas se inhiben entre sí (Wilson y Cowan, 1972). Cuando una representación adquiere más fuerza que la contraparte, provoca que también incremente su fuerza inhibitoria hacia esta. Cuando ocurre la adaptación pasiva provoca que de manera gradual ocurra un decremento en la representación actual hasta que se dirige en la dirección opuesta.

A estos procesos se suma la participación de un componente llamado ruido neuronal, que está relacionado con actividad cerebral aleatoria. Este componente ocurre en una escala de tiempo de milisegundos y juega un papel determinante en la rivalidad visual (Brascamp et al., 2006; Shpiro et al., 2009).

Para la explicación de estos fenómenos se han creado modelos entre los cuales se encuentran los *modelos oscilatorios*, en los que la adaptación lenta es en última instancia responsable de las alternancias, y los *modelos atractores* impulsados por ruido; el cual estimula la conmutación en un contexto en el que el ganador se lo lleva todo o *winner takes all* (Huguet et al., 2014).

Esto ha dado pie a debates sobre qué proceso es el que tiene el protagonismo. Por un lado, varios investigadores (Logothetis, Leopold y Sheinberg, 1996; Rubin y Hupé, 2005) han sugerido que la multiestabilidad perceptiva es un proceso sin memoria; la historia perceptiva no afecta la duración de las percepciones posteriores. Lo que conlleva a concluir que el papel de la adaptación lenta es secundario en el mecanismo de la conmutación y que ésta se ve dominada por el ruido (Brascamp et al., 2006; Moreno-Bote et al., 2007). Otros estudios que exploran estímulos biestables interrumpidos, han sugerido la posibilidad de que, tras una intermitencia, los sujetos tienden a reportar “reiniciarse” con el percepto más inmediato (Leopold et al., 2002). Este efecto no sólo es consecuencia de la última percepción antes de la interrupción, sino también de la historia perceptiva previa, lo cual otorga un papel más protagónico a la memoria (Lim y Sinnett, 2014; Barbot, Kimchi y Carrasco, 2017; Toppino y Long, s.f.; Pearson y Brascamp, 2008; Naber, Gruenhage y Einhäuser, 2010). Estos resultados proponen que una forma de adaptación debe estar presente en la multiestabilidad perceptiva. Además, investigaciones con estímulos visuales triestables también concuerdan con un modelo de adaptación para explicar ciertos aspectos de las transiciones y duraciones (Naber et al., 2010; Huguet et al., 2014). En todo caso,

tanto los procesos de adaptación lenta como los de recuperación e inhibición mutua están presentes en el sistema, pero jugando diferentes papeles. Por un lado, el ruido neuronal podría estar relacionado con el control de los cambios perceptuales y por el otro, la adaptación neuronal modularía el proceso (Ortiz, 2021).

Por medio de aproximaciones a través de modelos computacionales (Huguet et al., 2014), se han propuesto enfoques integradores en donde a pesar de que el ruido es una causa importante en la conmutación perceptiva, la adaptación lenta, es esencial para explicar la disminución de la probabilidad de un cambio después de una corta duración, lo que sugiere que la adaptación es importante para la elección perceptiva.

Influencia de arriba hacia abajo (Top-down)

Este enfoque propone que las inversiones perceptivas no son resultado únicamente de los estímulos, sino que se ven influenciadas por funciones ejecutivas y de aprendizaje, como la atención sostenida y captura atencional, la expectativa, la toma de decisiones, las necesidades, la historia aprendizaje con el objeto visual, historial perceptual, o incluso las instrucciones. Así mismo, según la investigación de Kornmeier y Bach (2012), también hay participación de zonas frontales relacionadas con la memoria de trabajo, aunque cabe destacar que dicho efecto fue observado en una tarea perceptual con una presentación del estímulo entre intervalos. De acuerdo a lo reportado por Brascamp et al., (2009), si los estímulos y los intervalos interestímulo se presentan con mayor duración (en la escala de segundos), los participantes tienden a percibir el estímulo ambiguo en la misma interpretación que el estímulo anterior a esto también se le llama efecto de cebado, lo cual podría ser debido a un requerimiento de la memoria de trabajo, específicamente a lo largo de las presentaciones intermitentes del estímulo, ya que la transición entre un estado perceptual al siguiente puede estar modulada de alguna forma por la memoria perceptual (Ortiz, 2021). Esta actividad cognitiva, permite cubrir la sobrecarga de nuestro limitado sistema visual para confrontar con selectividad y priorizar la información relevante (Barbot et al., 2017).

En investigaciones con figuras multiestables se ha encontrado que las tasas de reversión se regulan cuando los participantes ejercen control intencional sobre la percepción de los perceptos, es decir, cuando aumentan o disminuyen voluntariamente el

número de reversiones o el tiempo de permanencia en cierto percepto (Toppino, 2003; Van Ee, Van Dam, y Brouwer, 2005). Por lo que se interpreta que estos resultados respaldan el enfoque de arriba hacia abajo.

Asimismo, el efecto del contexto también juega un papel dentro de los procesos *Top down*, ya que la organización perceptiva de la figura ambigua presentada se verá influenciada por el tiempo de presentación, intervalos de intermitencias, el contraste con el fondo, si está acompañada de otro estímulo sensorial, entre otros.

Hay evidencia de que los procesos frontoparietales reevalúan continuamente la interpretación actual de la entrada sensorial e inciden cambios en la percepción subjetiva (Sterzer, Kleinschmidt y Rees, 2009).

Modelo híbrido

La tasa de cambios y duración de la estabilidad perceptual se ven influenciadas por diferentes factores como cambios en los parámetros físicos de los estímulos, tales como el tiempo de presentación, intensidad del contraste o la presencia de un punto de fijación; procesos *Bottom-up*, que se deben a la influencia de la actividad inherente al sistema como la recuperación e inhibición neuronal, adaptación y actividad aleatoria derivada del ruido neuronal. Asimismo, se encuentran implicados procesos cognitivos guiados por metas, necesidades, expectativas, memoria y que implican el control voluntario sobre la duración de la estabilidad de la representación perceptual.

Hay evidencia de que existen fluctuaciones en la actividad neuronal tanto en etapas anatómicamente tempranas como en etapas posteriores del procesamiento visual que pueden surgir de diferentes fuentes, incluida la modulación de arriba hacia abajo, la adaptación y las fluctuaciones espontáneas. En palabras de Sterzer et al., (2009) “siempre que los procesos locales actúen para desestabilizar la actividad que sustenta la actual dominación percepción, los procesos evaluativos de orden superior pueden tener efecto e iniciar una reorganización perceptiva” (p. 316).

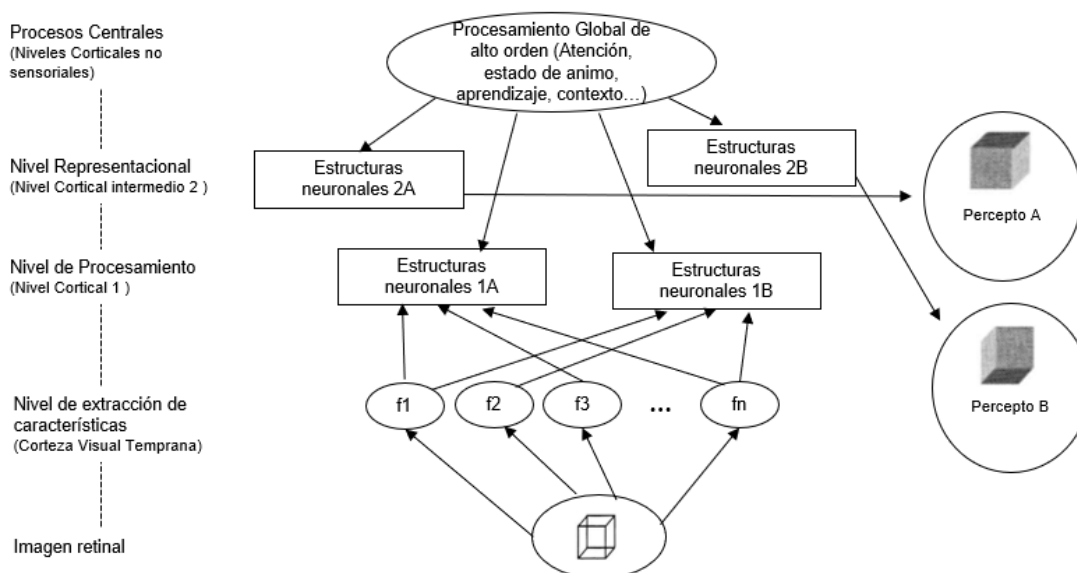
De acuerdo con los datos y conclusiones de Intaité et al., (2013) una adaptación a versiones no ambiguas de la figura ambigua antes de la exposición al estímulo multiestable produjo efectos de adaptación localizados (es decir, de abajo hacia arriba), mientras que

presentar el estímulo apoyado de contexto, produjo un efecto de arriba hacia abajo. Cuando las influencias de la adaptación y el contexto se compararon en colaboración, se demostró que el efecto del contexto ejerce una influencia más fuerte que el efecto de la adaptación en el resultado perceptivo. Sin embargo, cuando se corrió la investigación con las condiciones de contexto y de adaptación aisladas, se comprobó que cada una ejerce influencia en la detección perceptual, por lo que es un indicio de que tanto los factores de abajo hacia arriba como los factores de arriba hacia abajo pueden influir en la percepción al mismo tiempo.

Este tipo de conclusiones ha dado pie a propuestas como la de Long y Toppino (2004) en el que se sugiere un modelo (Figura 1) con diferentes niveles de procesamiento en el que se incluyen tanto procesos *Bottom-up* como *Top-down*. Esto es consistente con la evidencia electrofisiológica revisada hasta ese momento por los autores, que favorece una red neuronal altamente distribuida con distintos tipos de funcionamiento que subyacen a las características fenoménicas de las figuras reversibles. El modelo sugiere que en los niveles intermedios en el sistema pueden servir para la resolución de las interpretaciones de las figuras reversibles (Long y Toppino, 2004).

Figura 1

Modelo híbrido de percepción de figuras multiestables



Nota: Modelo híbrido de percepción de figuras multiestables (Long y Toppino, 2004).

Tomado y traducido de la publicación original con permiso del editor American Psychological Association

El modelo contempla tanto los procesos top-down como los bottom-up. Surge de un nivel temprano de extracción de características, abarca (en gran medida) canales paralelos automáticos ($f_1 \dots f_n$), que se sintonizan selectivamente a características de estímulo (p. ej., orientación, profundidad, movimiento, tamaño y más), localizados en áreas específicas de la retina. Los niveles intermedios (1A, 1B, 2A, y 2B), reciben información del nivel temprano de extracción de características, así como de niveles más altos en el sistema que pueden afectar diferencialmente estas estructuras neuronales y, por lo tanto, las percepciones alternativas de una figura reversible (p. ej., efectos de contexto, volitivos, de familiaridad) y para procesos neuronales recurrentes críticos durante la visualización del objetivo mediante los cuales el sistema busca reducir el impacto de la información retiniana incompleta (Long y Toppino, 2004).

Teoría integrativa: Desestabilización y Desambiguación

Kornmeier y Bach (2012), sugieren una teoría integrativa subdividiéndola en el proceso de desestabilización y reestabilización/desambiguación. Estos procesos intentan dar respuesta a la multiestabilidad perceptual resultado de cambios en los estados *atractores* de una red neuronal. Según esta teoría, las representaciones de objetos en el cerebro se modelan como atractores. Un atractor puede considerarse como un conjunto de valores hacia los cuales un sistema busca llegar. En el caso perceptual, puede considerarse a un atractor como cada estado perceptual que puede ser ocupado por un estímulo físico, y su profundidad (o fuerza) es una medida de la estabilidad de la representación actual. Cuando vemos una imagen, solo hay un atractor para percibir (percepción estable), pero con estímulos ambiguos hay al menos dos (percepción multiestable).

Cuando se observa pasivamente una figura ambigua, se suelen experimentar periodos de *desestabilización*, en el cubo de Necker tiene una duración promedio de 5-6 segundos, sin embargo, este periodo es muy variable entre e intra participantes. Así mismo, el tiempo varía dependiendo del estímulo multiestable. Este proceso está en función de la adaptación pasiva, fluctuaciones espontáneas (ruido neuronal), fluctuaciones inducidas (parpadeos, movimientos oculares, intermitencias, etcétera) que provocan un periodo de máxima inestabilidad. Por otro lado, cuando una interpretación perceptiva se encuentra en un punto de máxima inestabilidad y resuelve la ambigüedad ocurre un proceso conocido

como *reestabilización o desambiguación* es decir que se logra percibir uno de los preceptos posibles y se entra en un periodo de dominancia.

Kornmeier y Bach (2012), suponen que, durante la observación prolongada de un estímulo ambiguo, un percepto que se mantiene transitoriamente estable se desestabiliza (es decir, cambia de un percepto disponible a otro) de manera lenta y constante. Una vez que la percepción se 'desestabiliza', se produce una rápida reestabilización (desambiguación) que da como resultado una percepción alternativa del estímulo ambiguo.

Kornmeier y Bach (2012) plantearon la hipótesis de que la adaptación provoca un lento decremento en la profundidad o fuerza del atractor (debido al impacto del estímulo de adaptación) y como resultado el sistema perceptual tiende a percibir la orientación alternativa de la figura ambigua presentada posteriormente.

La teoría integrativa de Kornmeier y Bach (2012), recibió apoyo por un estudio electroencefalográfico que explora la percepción de figuras ambiguas presentadas de manera intermitente (Intaitè, Koivisto y Revonsuo, 2012), que reveló que los potenciales relacionados con eventos inducidos por los cambios perceptuales pueden interpretarse dentro del marco de los procesos de desestabilización y reestabilización.

Percepción multiestable y TEA

Notablemente, las personas con trastorno del espectro autista (TEA), muestran procesos perceptuales atípicos (Kornmeier et al., 2017; Razeghi et al. 2020; Allen & Chambers, 2011; Leekam et al., 2006). Por ejemplo, dichos individuos no “caen” tan fácilmente en algunas ilusiones visuales, como sí lo hacen la mayoría de las personas con desarrollo típico (DT). Esto ha llevado a una explosión en las investigaciones sobre procesos perceptuales en autismo, llegando incluso a sugerir que los procesos perceptuales atípicos podrían ser un marcador cognitivo-conductual en dicha población (Robertson y Baron-Cohen 2017; Spiegel et al. 2019), lo cual podría permitir diagnósticos más certeros, objetivos y tempranos. Sin embargo, un problema notable en este sentido es que no existe un consenso entre los hallazgos de estudios de percepción en TEA. Esto es principalmente porque se ha reportado una gran variabilidad en los resultados y a veces estos pueden parecer contradictorios (Kornmeier y Bach 2005; Said et al., 2013; Turi, Burr y Binda, 2018).

De acuerdo con la teoría de coherencia central débil de Frith y Happé (1989, 1994), las personas con TEA tienden a dar un sobrepeso a la información sensorial exógena y contrarrestar los factores de memoria endógenos. Esto se debe a que tienen una interpretación perceptiva dominada por pequeños detalles sensoriales (procesos Bottom-up) y tienen deficiencias en procesos Top-down que se reflejan en la dificultad para integrar el contexto espacial y las experiencias perceptivas previas (Allen y Chambers, 2011), lo que los lleva a un estilo de procesamiento de los elementos de información de forma aislada. Esto se ha hecho evidente en ilusiones visuales, donde la memoria perceptiva conduce a interpretaciones erróneas en personas con DT (Allen y Chambers, 2011). Sin embargo, las personas con TEA son menos susceptibles a tales ilusiones (Simmons et al., 2009).

Otra propuesta descriptiva de las ejecuciones y procesamiento perceptual en TEA surge de la teoría de desequilibrio en los procesos de excitación/inhibición (E/I) cortical (Dickinson, Jones & Milne, 2016; Kondo y Lin, 2020). Esta visión establece que estos niveles se alteran en el autismo con una extensión a lo largo de todos los sistemas corticales, lo que conlleva a una hiper o hiposensibilidad a los estímulos sensoriales. Esta teoría es consistente con el hecho de que la tasa de epilepsia es más alta en la población con autismo en comparación con DT (Said et al., 2013).

En tareas visuales de percepción multiestable en población con autismo se ha reportado que sus ejecuciones grupales tienen mayor variabilidad, tanto en las duraciones de dominancia de una imagen ambigua como en las tasas de reversión entre perceptos (p.ej., valores mayores de desviación estándar), el número de reversiones suele ser menor y también hay una ausencia de sesgo por uno de los perceptos en comparación con sus pares típicos (Karaminis et al., 2017; Kornmeier y Bach, 2005).

Estudiando las respuestas electrofisiológicas en este tipo de tareas, se ha encontrado que los potenciales relacionados a eventos (ERP, por sus siglas en inglés), tienen un tamaño del efecto más pequeño, esto se ha especulado que podría estar asociado a las alteraciones en el procesamiento de información visual de bajo nivel en la corteza visual occipital primaria en TEA (Kornmeier et al., 2014). También ha aparecido un efecto P3b lateralizado en el hemisferio derecho. El P3b es un subcomponente del P300, y es un potencial asociado con diferentes eventos cognitivos que abarcan desde la actualización del contexto/memoria

de trabajo, la mediación entre el análisis perceptivo y el inicio de la respuesta o los procesos inhibitorios durante la atención enfocada (Kornmeier et al. 2014). El hecho de que este potencial se vea más lateralizado en observadores con TEA en comparación con los controles podría reflejar las secuelas de las dificultades en el análisis temprano de la información contextual visual, asociado al esfuerzo a nivel de atención enfocada que reportan los pacientes con TEA (Kornmeier et al., 2014).

Mientras que en tareas de percepción multiestable a nivel auditivo, se ha encontrado que las personas con TEA muestran una reducción de las respuestas electrofisiológicas para la segregación del flujo auditivo; es decir, una dificultad más básica para separar fuentes de sonido simultáneas entre sí, en comparación con sus pares típicos. (Lepistö et al., 2009).

La alta heterogeneidad en estas tareas se podría explicar en parte a la falta de consistencia metodológica en estudios de percepción multiestable en población con TEA, fenómeno que limita el optimismo respecto a usar dichas ejecuciones como marcadores conductuales y diagnósticas de la condición.

El *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM)* (5ª edición, American Psychiatric Association [APA], 2013) también remarca que las personas con TEA presentan anomalías en la percepción.

Trastorno del Espectro Autista (TEA)

El TEA es una condición en la que la persona diagnosticada enfrenta desafíos a niveles de comunicación y en la interacción social en diversos contextos, junto con intereses restringidos, comportamientos repetitivos, y dificultades para adaptarse a cambios inesperados (DSM-V, 2013). Aparte de estos síntomas, suele haber comorbilidad con trastornos psiquiátricos y neurológicos entre los cuales resaltan el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), depresión y ansiedad (Lord et al., 2020).

Prevalencia

Las cifras de la OMS (2021), indican que 1 de cada 160 niños es diagnosticado con TEA y la prevalencia en los hombres es hasta cinco veces mayor que en las mujeres. Aunque aún se desconoce la causa, se ha encontrado que en casos donde tanto el hombre como la mujer presenten los mismos “fallos” genéticos, el hombre desarrolló autismo, pero la mujer no,

como si hubiera podido contrarrestar las mutaciones genéticas (Levy et al., 2011). La razón de los casos de TEA con comorbilidad con discapacidad intelectual es de 2:1, mientras que la razón de personas con TEA con alto funcionamiento es de 7:1 (Carlson, 2014). Estos datos invitan a sugerir a Carlson (2014) que “las alteraciones de relación social son mucho más frecuentes en hombres, mientras que las alteraciones cognitivas y de comunicación se reparten más o menos por igual entre hombres y mujeres” (p. 636). Aunque el trastorno varía significativamente en carácter y gravedad entre persona y persona, se observa que aparece en cualquier parte del mundo sin preferencias geográficas, afecta en todos los grupos étnicos y socioeconómicos de todos los grupos etarios (Machado et al., 2017).

Historia

El término de autismo tiene la raíz etimológica en la palabra griega *autos* que significa *sí mismo*, fue usado en 1911 por Eugen Bleuler quien describió los síntomas de ensimismamiento y la pérdida de contacto con la realidad en los pacientes con esquizofrenia (Bleuler, 1911). En 1926 Grunia Sukhareva publicó la primera descripción detallada de síntomas de autismo (Manouilenko y Bejerot, 2015). Hasta ese momento el concepto era utilizado para definir el retraso cognitivo o síntomas específicos en la esquizofrenia. Sin embargo, hasta 1943 que la palabra autismo toma otro significado con el artículo titulado “Alteraciones autísticas del contacto afectivo” de Karner, aplicándolo a niños con desarrollo socioemocional atípico, en el que describe síntomas centrales del autismo: dificultades en la comunicación, intereses restringidos, deficiencias en la interacción social y relaciones interpersonales (Harris, 2018). En 1944 Hans Asperger hace la descripción de una forma de autismo de alto funcionamiento (Asperger, 1944) casi igual a la Sukhareva de 1926 (Manouilenko y Bejerot, 2015), más tarde a este conjunto de síntomas autísticos se le llamaría síndrome de Asperger. Aunque por años se invisibilizó el trabajo de Sukhareva, actualmente, y en un acto de justicia histórica, se le considera a ella como la autora de la primera descripción clínica del autismo.

Fue hasta los años 60 que se vinculó por primera vez la etiología del autismo a una condición neurológica y se habló de una comorbilidad entre autismo y crisis epilépticas, discapacidad intelectual, dificultades en lenguaje (Lord et al., 2020; Rutter, 1968). Asimismo, comenzaron a identificarse diferencias perceptuales que existen a nivel auditivo,

visual y olfativo, lo que llevó a sugerir una comorbilidad con un procesamiento perceptual diferente al de las personas con DT (Anthony, 1958, Schopler, 1965; Stroh y Buick, 1961 en Rutter, 1968). En 1977, Folstein y Rutter publicaron los primeros estudios que relacionaron predisposición genética al autismo. En 1980, con la publicación del DSM-III (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, tercera edición), se introdujo por primera vez el término autismo infantil como un diagnóstico independiente, y en 1987, en la revisión de la tercera edición del DSM, se cambió el término a trastorno autista (Lord et al., 2020).

En 1985, Baron-Cohen, Frith, Morton y Leslie, sugirieron por primera vez que las deficiencias a nivel social, de imaginación y de lenguaje pueden deberse a que hay alteraciones a nivel de *teoría de la mente*, más tarde llamado “ceguera de la mente” (Baron-Cohen, 1997). En 1989 Baron-Cohen propuso la debilidad en atención conjunta, es decir, el contacto ocular necesario para establecer una interacción social y lograr la atención en un objeto o evento de interés, lo que conlleva en una disminución drástica de la experiencia social (Severgnin, 2006).

Con la publicación del DSM IV (1994), se añadió el término Trastorno Generalizado del Desarrollo, el cual englobó: Trastorno Autista, Trastorno Desintegrativo Infantil, Trastorno del Desarrollo no Específico, Síndrome de Rett y Síndrome de Asperger. En 2013, en la última versión del DSM, desaparecieron los conglomerados sindrómicos y se eligió el término TEA para abarcar todos los que cumplían con los criterios clínicos con etiología idiopática, independientemente de su gravedad o impacto en los ambientes sociales escolares o familiares, con excepción del Síndrome de Rett que aún permanece vigente, aunque fue desplazado a otro grupo taxonómico (Vázquez Ramírez, 2015).

En el momento de incluir los TEA en el apartado de Trastornos del neurodesarrollo, de forma implícita se aceptaba que la etiología es un desfase en el desarrollo del sistema nervioso (Reynoso, Rangel y Melgar, 2017).

Criterios diagnósticos

Los criterios de inclusión reportados por el DSM-V, 2013 para otorgar un diagnóstico de TEA son los siguientes:

- Deficiencias persistentes en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos, manifestado por lo siguiente, actualmente o por los antecedentes (los ejemplos son ilustrativos, pero no exhaustivos):
- Las deficiencias en la reciprocidad socioemocional, varían, por ejemplo, desde un acercamiento social anormal y fracaso de la conversación normal en ambos sentidos pasando por la disminución en intereses, emociones o afectos compartidos hasta el fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales.
- Las deficiencias en las conductas comunicativas no verbales utilizadas en la interacción social, varían, por ejemplo, desde una comunicación verbal y no verbal poco integrada pasando por anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal o deficiencias de la comprensión y el uso de gestos, hasta una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal.
- Las deficiencias en el desarrollo, mantenimiento y comprensión de las relaciones, varían, por ejemplo, desde dificultades para ajustar el comportamiento en diversos contextos sociales pasando por dificultades para compartir juegos imaginativos o para hacer amigos, hasta la ausencia de interés por otras personas. Especificar la gravedad actual: La gravedad se basa en deterioros de la comunicación social y en patrones de comportamiento restringidos y repetitivos
- Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por los antecedentes (los ejemplos son ilustrativos, pero no exhaustivos):
- Movimientos, utilización de objetos o habla estereotipados o repetitivos (p. ej., estereotipias motoras simples, alineación de los juguetes o cambio de lugar de los objetos, ecolalia, frases idiosincrásicas).
- Insistencia en la monotonía, excesiva inflexibilidad de rutinas o patrones ritualizados de comportamiento verbal o no verbal (p. ej., gran angustia frente a cambios pequeños, dificultades con las transiciones, patrones de pensamiento rígidos, rituales de saludo, necesidad de tomar el mismo camino o de comer los mismos alimentos cada día).

- Intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de interés (p. ej., fuerte apego o preocupación por objetos inusuales, intereses excesivamente circunscritos o perseverantes).
- Hiper- o hiporeactividad a los estímulos sensoriales o interés inhabitual por aspectos sensoriales del entorno (p. ej., indiferencia aparente al dolor/temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicos, olfateo o palpación excesiva de objetos, fascinación visual por las luces o el movimiento).

Los síntomas han de estar presentes en las primeras fases del período de desarrollo (pero pueden no manifestarse totalmente hasta que la demanda social supera las capacidades limitadas, o pueden estar enmascarados por estrategias aprendidas en fases posteriores de la vida).

Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento habitual.

Estas alteraciones no se explican mejor por la discapacidad intelectual (trastorno del desarrollo intelectual) o por el retraso global del desarrollo. La discapacidad intelectual y el trastorno del espectro del autismo con frecuencia coinciden; para hacer diagnósticos de comorbilidades de un trastorno del espectro del autismo y discapacidad intelectual, la comunicación social ha de estar por debajo de lo previsto para el nivel general de desarrollo. Para realizar el diagnóstico de los TEA es indispensable que los especialistas apliquen tres tipos de herramientas: entrevistas estructuradas, registros de observación detallada en ambientes cotidianos (casa y escuela) y administración de pruebas de desarrollo (Vázquez Ramírez, 2015). Entre los instrumentos más utilizados para observación se encuentran Inventario de Indicadores Tempranos de Autismo (IITA) e Inventario de 40 indicadores de autismo; mientras que para entrevista las herramientas más utilizadas son ADI-R, ADOS, CHAT, CARBS, IDEA y AQ; en el caso de pruebas es FOSPAC-R (Vázquez Ramírez, 2015). En todo caso es importante que el diagnóstico se basa en la observación clínica y no existen actualmente marcadores biológicos de la condición.

Niveles

De acuerdo al DSM-V (2013), el TEA se clasifica en tres niveles de severidad y depende de la intensidad de los signos y síntomas. Cabe destacar que más allá de categorizar, se busca identificar el grado de apoyo que requiere la persona con TEA con fines de generar las intervenciones óptimas en cada caso.

Tabla 1

Niveles de gravedad del trastorno del espectro del autismo

| Nivel de gravedad | Comunicación social | Comportamientos restringidos y repetitivos |
|--------------------------------------|---|--|
| Grado 3 “necesita ayuda muy notable” | Las deficiencias graves de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal causan alteraciones graves del funcionamiento, inicio muy limitado de las interacciones sociales y respuesta mínima a la apertura social de otras personas. Por ejemplo, una persona con pocas palabras inteligibles que raramente inicia interacción y que, cuando lo hace, realiza estrategias inhabituales sólo para cumplir con las necesidades y únicamente responde a aproximaciones sociales muy directas | La inflexibilidad de comportamiento, la extrema dificultad de hacer frente a los cambios u otros comportamientos restringidos/repetitivos interfieren notablemente con el funcionamiento en todos los ámbitos. Ansiedad intensa/dificultad para cambiar el foco de acción. |
| Grado 2 “necesita ayuda notable” | Deficiencias notables de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal; problemas | La inflexibilidad de comportamiento, la dificultad de hacer frente a los cambios u otros |

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| | <p>sociales aparentes incluso con ayuda <i>in situ</i>; inicio limitado de interacciones sociales; y reducción de respuesta o respuestas no normales a la apertura social de otras personas. Por ejemplo, una persona que emite frases sencillas, cuya interacción se limita a intereses especiales muy concretos y que tiene una comunicación no verbal muy excéntrica</p> | <p>comportamientos restringidos/ repetitivos aparecen con frecuencia claramente al observador casual e interfieren con el funcionamiento en diversos contextos. Ansiedad y/o dificultad para cambiar el foco de acción.</p> |
| <p>Grado I “necesita ayuda”</p> | <p>Sin ayuda <i>in situ</i>, las deficiencias en la comunicación social causan problemas importantes. Dificultad para iniciar interacciones sociales y ejemplos claros de respuestas atípicas o insatisfactorias a la apertura social de otras personas. Puede parecer que tiene poco interés en las interacciones sociales. Por ejemplo, una persona que es capaz de hablar con frases completas y que establece comunicación, pero cuya conversación amplia con otras personas falla y cuyos intentos de hacer amigos son</p> | <p>La inflexibilidad de comportamiento causa una interferencia significativa con el funcionamiento en uno o más contextos. Dificultad para alternar actividades. Los problemas de organización y de planificación dificultan la autonomía.</p> |

excéntricos y habitualmente sin
éxito

Nota: Tabla tomada de “Diagnostic and statistical manual of mental disorders” por American Psychiatric Association (2013).

TEA Sindrónico

Es importante destacar que el TEA puede o no tener interacción con otros trastornos del neurodesarrollo. Entre el 11 y 37% de casos de TEA están asociados a síndromes específicos, que pueden ser identificados con base en las características clínicas o mediante algún marcador biológico (Artigas, Gabau y Guitart, 2005). En la siguiente tabla se muestra una lista de síndromes que pueden ocurrir asociados al autismo, así como sus rangos porcentuales de incidencia:

Tabla 2

Síndromes genéticos relacionados con los Trastornos del Espectro Autista

| Síndrome | Rango Porcentual de Individuos que Presentan el Síndrome + TEA |
|------------------------------|--|
| Síndrome de Prader-Willi | 10 - 15 % |
| Síndrome de Ángelman | 42 - 50 % |
| Síndrome de “X” Frágil | 33 - 49 % |
| Síndrome Cornelia de Lange | 6 - 11 % |
| Síndrome de Down | 5 - 9 % |
| Síndrome de Cohen | 45 - 50 % |
| Complejo Esclerosis Tuberosa | 55 - 61 % |

Nota: Tabla adaptada de “El autismo sindrónico: I. Aspectos generales” por. Artigas et al., 2005.

La interacción del autismo con otros síndromes ha sido denominada como autismo sindrómico o “dobles síndromes” y adquiere esta connotación cuando el otro síndrome originalmente ha sido reportado en pacientes no autistas, y que la mayoría no se encuentren dentro del espectro (Artigas et al., 2005). Distintos investigadores centran sus esfuerzos en los trastornos genéticos causantes del autismo secundario, para así saber más sobre la etiología del autismo primario (o idiopático) el cual se caracteriza por no existir en conjunto con otra condición y del cual aún se desconocen sus marcadores biológicos (Balbuena, 2015).

TEA en México

A lo largo de los años el TEA se ha convertido en un problema de salud pública en México. En el 2013 pasó a formar parte de las primeras cinco causas de consulta psiquiátrica infantil (Reynoso et al., 2017) y de acuerdo con los datos reportados por Fombonne y colaboradores (2016), se estima que en México la incidencia es de 1 de cada 115 niños.

En México, el estudio formal del autismo comenzó a inicios de la década de 1980. (Olmedo-López, 2020). Sin embargo, la Ley General para la Atención y Protección a Personas con la Condición del Espectro Autista, fue aprobada hasta abril de 2015 y para 2017 se identificaron errores, el más importante es querer categorizar a las personas con autismo por medio de certificados que permitan validar su capacidad de ser funcionales para la sociedad, que conlleva en una mayor segregación y al fortalecimiento de estereotipos. Finalmente, fueron suspendidos estos certificados (Olmedo Lopez, 2020).

Al interior de la población de las personas con discapacidad, las personas con autismo son uno de los grupos más invisibilizados, gran parte debido a la condición de “discapacidad no visible” lo que conlleva en la falta de conocimiento e información disponible sobre el tema. Tanto es así que ni en México ni a nivel Latinoamérica se cuenta todavía con datos o cifras oficiales sólidos acerca de la situación social y educativa de las personas que viven dentro del espectro; tampoco hay suficientes investigaciones que hayan documentado la experiencia, necesidades, dificultades y barreras que esta población enfrenta (Martínez, 2022).

Es evidente la necesidad de concientización que tenemos como nación para visibilizar y dimensionar la situación del TEA como un problema de salud pública. En la

investigación de Anzaldo-Montoya y Cruz-Ruiz (2019), se concluye que entre los temas urgentes que pueden enfrentarse con los medios actuales están: mejorar la orientación pediátrica para el diagnóstico temprano, la realización de un censo nacional de personas con autismo, realizar estudios epidemiológicos y abrir líneas de investigación transdisciplinaria.

Variabilidad y ausencia de marcadores biológicos en TEA

Se entiende por biomarcadores o marcadores biológicos a aquellas características medibles, que se evalúan objetivamente como un indicador de procesos biológicos normales, o respuestas farmacológicas a una intervención terapéutica (Biomarkers Definitions Working Group, 2001). Sin embargo, entre las características básicas de varios trastornos del neurodesarrollo se encuentra la ausencia de biomarcadores para definir el diagnóstico y pronóstico ya que son clínica y genéticamente muy heterogéneos, lo que ha impedido identificar factores de susceptibilidad genéticos comunes (Hernández, 2016).

Una manera de abordar la etiología es estudiando la probabilidad que existe por heredabilidad genética y se ha encontrado que la concordancia en casos de gemelos homocigotos es del 92% mientras que en gemelos dicigóticos y hermanos es de 10% (Hernández, 2016).

Otra forma de acercamiento a la raíz etiológica es por medio de las rasopatías presentes en TEA, descritas también en otros trastornos, ejemplo de esto son las mutaciones del gen *CNTNAP2* que han sido descritas en pacientes que presentan mutismo selectivo, discapacidad social, ansiedad, retraso en el lenguaje, entre otros (State y Levitt, 2011). Por su parte, el síndrome X-frágil es causado por mutaciones en el gen *FMRI*, el cual está relacionado con discapacidad intelectual (Fuentes y Iglesias, 1999), mientras que el síndrome de Rett se debe principalmente a mutaciones en el gen *MECP2*, que se reflejan en un período de regresión después de haber tenido desarrollo temprano normal (Na y Monteggia, 2011). La esclerosis tuberosa tiene mutaciones en *TSCI/TSC2*, que están asociadas a hiperactividad, lesiones autoinfligidas, agresión o problemas de adaptación social/emocional y problemas de lenguaje (Mendoza et al., 2010). Comúnmente estas características también han sido asociadas con el autismo. De acuerdo con Cardona (2022), el 25% de los niños diagnosticados con TEA presenta alteraciones que incluyen variantes

del número de copias (deleciones y duplicaciones, 10-20%), anomalías cromosómicas (~5%), y otros trastornos asociados a genes específicos (~5%).

En los últimos años se ha prestado especial atención a los estudios de variación del número de copias (CNV, por sus siglas en inglés); es decir, las deleciones y duplicaciones cromosómicas submicroscópicas (Sanders et al., 2011) presentes en otros trastornos o síndromes con deleciones, que también derivan en deficiencias en interacción social y discapacidad intelectual, estas condiciones se han visto asociadas con el gen *CNTN4*. Otro caso son las alteraciones en la región 7q11.23 del cromosoma 7 está asociada con un comportamiento hiperactivo-social (contrario al típicamente descrito en autismo), combinado con discapacidad intelectual. Cuando esta sección del cromosoma 7 es eliminada deriva en el síndrome de Williams, pero en algunos individuos con autismo esta sección se observa duplicada (Levy et al., 2011).

También han sido exploradas como causales de TEA idiopático las mutaciones raras de novo; es decir, que ocurren por primera vez. Este tipo de mutaciones genéticas no suelen ser heredadas sino espontáneas y en muchos casos suelen ser únicas, lo que hace más difícil encontrar la raíz genética (Sebat et al., 2022). Hasta el momento la evidencia de los estudios de grandes CNV de novo (tamaño medio de 2,3 Mb), han apuntado a una arquitectura alélica altamente diversa debido a que no hay variantes de riesgo presentes en más del ~1% de los individuos afectados (Sanders et al., 2011).

Es necesario considerar que estas mutaciones, aunque se pueden ver asociadas al TEA, producen efectos muy diferentes en función de cada persona incluso con CNVs aparentemente idénticas (Sanders et al., 2011). Lo que evidencia el papel que juega el entorno en la predisposición de expresión genética. Toda esta variabilidad hace más difícil el diagnóstico temprano y la intervención.

La ausencia de un marcador biológico definitivo en TEA ha derivado en propuesta de varias hipótesis para explicar la etiología del trastorno, que van desde la coherencia central debilitada (Frith, 1989), perturbaciones en el desarrollo de la teoría de la mente (Baron-Cohen y Leslie, 1985), hiperconectividad local o teoría de subconectividad local (Vasa, Mostofsky, y Ewen, 2016), desconexión funcional del desarrollo (síndrome de desconexión) (Geschwind y Levitt, 2007), reflejando distintos niveles de análisis y puntos

de vista de las diferentes disciplinas, que van desde lo biológico a lo cognitivo y conductual, a los enfoques psicológicos recientes con teorías que sugieren que la integración coordinada de actividad de patrones transitorios en diversas regiones del cerebro es esencial para el procesamiento de la información (Hill y Frith, 2003).

Sin embargo, algunos marcadores fisiológicos reportados son inconsistentes (Marco et al., 2011) y se ha llegado a la conclusión de que entre del 90 al 95% de las personas que han desarrollado TEA idiopático no tienen una causa específica, sino que se debe a variaciones asociadas a muchos genes, pero ninguno de ellos como el responsable definitivo (El-Fishawy y State, 2010). En palabras de Betancur (2011), puede decirse que “el autismo no es una sola entidad clínica sino una manifestación conductual de decenas o quizás cientos de trastornos genéticos” (p. 42) y en otras palabras son consecuencia de variaciones en muchos genes que convergen en un fenotipo similar.

En la actualidad, la heterogeneidad de los TEA se hace evidente en el amplio fenotipo conductual, lo cual ha dificultado su comprensión genética, recayendo el énfasis en identificar los distintos perfiles fenotípicos (biomarcadores o endofenotipos), a fin de reconocer los subgrupos existentes, la predicción de sus consecuencias, el riesgo de recurrencia y la elección de los tratamientos (Miles, 2011). Esta caracterización parece ser frecuente en los trastornos del neurodesarrollo. Por ejemplo, una amplia diversidad cognitiva y conductual se ha reportado frecuentemente en distintas poblaciones con desarrollo atípico aparte de las personas con TEA; por ejemplo, en síndrome de Down y en síndrome de Williams (Thomas, Knowland y Karmiloff-Smith, 2011; Tovar y Westermann, 2017). En numerosos dominios cognitivos se ha hecho evidente que hay una alta variabilidad entre personas diagnosticadas con TEA, ejemplo de esto son tareas de categorización y desarrollo de lenguaje (Tek et al., 2014; Potrzeba, Fein & Naigles, 2015; Tovar, Rodríguez y Arias, 2019).

Actualmente, no se conoce con certeza a qué se debe esta variabilidad, pero podría ser consecuencia de grupos de estudio heterogéneos, o posiblemente de ejecuciones individuales poco estables. Es decir, un mismo participante podría mostrar un patrón de respuestas poco estable a lo largo del tiempo; hipótesis que también ha sido considerada

con trabajos de modelamiento computacional del comportamiento autista (Tovar et al., 2019).

En el presente estudio queremos explorar la fuente de variabilidad individual en tareas de percepción multiestable en personas con TEA. Notablemente, este aspecto, no ha sido estudiado hasta donde revisamos la literatura existente.

JUSTIFICACIÓN

No se han realizado estudios enfocados a describir la variabilidad individual en tareas perceptuales, cognitivas o conductuales en personas con TEA. El presente estudio permitirá conocer más sobre procesos perceptuales en general y sobre variabilidad en patrones cognitivos y conductuales en personas dentro del TEA. Esto permitirá sumar información para determinar si la ejecución en este tipo de tareas puede ser considerada en efecto un marcador conductual clínico de la condición en TEA.

Es importante notar que la descripción de variabilidad individual en tareas multiestables persigue objetivos dobles: por un lado, permite comprender más sobre procesos perceptuales típicos y atípicos, y da paso a vincular estas descripciones con necesidades clínicas, pues tanto en manuales clínicos contemporáneos como en las investigaciones empíricas se ha hecho énfasis en que la presencia e intensidad de estos síntomas tiene un alto grado de heterogeneidad (Wozniak et al., 2016), lo cual ha dificultado el diagnóstico y las intervenciones, guiando incluso a posibles problemas de sobrediagnóstico de la condición.

Finalmente, esta investigación se hizo con adultos diagnosticados con TEA con la intención de visibilizar a la población con autismo adulta que muchas veces ya no es tan estudiada como la población infantil con TEA.

OBJETIVOS

- Analizar la variabilidad individual a lo largo de las sesiones en tareas de percepción multiestable, como fuente de explicación a la heterogeneidad en población con TEA.
- Comparar la variabilidad individual entre las tareas auditiva y visual y en función del grupo de pertenencia TEA y DT.

- Evaluar las diferencias en tareas y condiciones entre grupos e intra grupos.
- Buscar con ello si los diversos índices de variabilidad individual en TEA pueden resultar indicadores o marcadores del trastorno.

HIPÓTESIS

H1: Las personas con TEA presentarán desempeños más variables en tareas de percepción multiestable tanto a nivel grupal como a nivel individual, en comparación con sus pares con DT.

H2: Las personas con DT tendrán un desempeño similar en las modalidades visuales y auditivas de tareas de percepción multiestable, mientras que las personas con TEA presentarán diferencias entre tareas modalidades.

H3: La variabilidad individual en TEA puede ser indicadora del trastorno o un marcador cognitivo-conductual del mismo

MÉTODO

Consideraciones por la pandemia de COVID-19

Se destaca que debido a la situación de salud y riesgos derivados de la pandemia por COVID-19, y para no poner en riesgo a ningún participante o aplicador, las pruebas y tareas se adaptaron a modalidad en línea. En esta sección metodológica detallamos los procedimientos generales para la aplicación en modalidad remota.

Participantes

Se evaluaron participantes con TEA de alto funcionamiento, mayores de 15 años. Se contempló evaluar al menos a 10 participantes con estas características. Considerando la dificultad en acceso a población diagnosticada con autismo de alto funcionamiento en ese rango de edad. Metodológicamente el número de participantes es adecuado para un diseño cuasiexperimental de medidas repetidas con un factor entre grupos no equivalentes (TEA y DT). No existió un criterio de inclusión por sexo, pero basados en datos epidemiológicos se esperó una mayor proporción de varones. Todos los participantes con TEA contaron con un diagnóstico formal emitido por un especialista.

Se invitó a participantes con DT para conformar un grupo de contraste con el grupo con TEA. En éste grupo los participantes se seleccionaron de acuerdo con sus características de edad, sexo y nivel de estudios, las cuales debieron coincidir con las características de los participantes con TEA.

Dentro de los criterios de exclusión se consideraron:

- No contar con un diagnóstico formal (para el grupo con TEA).
- Tener alguna condición física que impidiera la ejecución de la tarea como puede ser motricidad limitada, visión o audición limitadas o deficientes y no corregidas.
- No contar con equipo de cómputo y conexión a internet

Todos los participantes dieron su consentimiento de participación por escrito. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México y se realizó de conformidad con las normas éticas establecidas en la Declaración de Helsinki.

A manera de agradecimiento a todos los participantes que terminaron el estudio se les entregó un informe donde se explicó más a detalle los objetivos de la investigación. Se les otorgaron sus resultados en cada prueba y subprueba, acompañados de una pequeña interpretación descriptiva. Respecto a las tareas perceptuales, en el reporte se les mostró la comparación con su par del otro grupo (ejemplo de informe en Anexo 2).

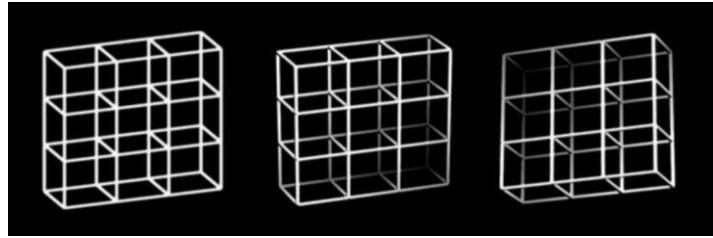
Materiales

Tarea perceptual visual

Se usó la tarea de percepción multiestable del enrejado de Necker utilizada en los estudios de Kornmeier y colaboradores (2005; 2017) mostrada en la Figura 2, que son variantes del cubo de Necker. El enrejado puede ser percibido como visto desde una perspectiva derecha (Figura 2. Central) o desde una perspectiva izquierda (Figura 2. Derecha). Ambas interpretaciones son igualmente probables, mutuamente excluyentes y la percepción se invierte espontáneamente entre ellas.

Figura 2

Enrejado de Necker



Nota: Figura tomada de la publicación *A different view on the Necker cube—Differences in multistable perception dynamics between Asperger and non-Asperger observers*, con licencia Creative Commons). El estímulo de la izquierda es el estímulo ambiguo. El enrejado de en medio muestra la perspectiva derecha y el enrejado de la derecha muestra la perspectiva izquierda.

Tarea perceptual auditiva

Se utilizó la tarea de tonos ambiguos de Kondo y Lin (2020). En esta se presentan secuencias de 3 tonos repartidos en cuatro tiempos con la estructura ABA- donde el guion es un silencio. La estructura se repite secuencialmente en numerosas ocasiones sin pausas. Los participantes pueden interpretar una secuencia armónica compuesta por dos tonos (AB; AB) o dos secuencias sobrelapadas compuestas por dos tonos cada una (A A; B B).

Las tareas se presentaron por vía del software PsychoPy, y para su aplicación en línea se utilizó la plataforma Pavlovia. La cuantificación de respuestas de ambas tareas se llevó a cabo a través de Matlab, por medio de la base de datos que se descargó de Pavlovia. Cabe destacar que todos los participantes tuvieron un código alfanumérico con el que se les identificó por lo que no se registraron datos personales en ningún caso.

Evaluaciones adicionales

Autism Spectrum Quotient.

Previo a la primera sesión se aplicó una versión corta del *Autism Spectrum Quotient* (AQ, Baron-Cohen et al., 2001), como medida confirmatoria del diagnóstico a la población con TEA. Se trata de un cuestionario de autoreporte conformado por cinco subpruebas: habilidades sociales; cambio atencional; atención a los detalles; comunicación; imaginación. La prueba contiene preguntas tanto de puntuación directa como de puntuación inversa, para calificarla se hace un ajuste en las preguntas de puntuación inversa de manera

que entre más alta sea la puntuación final, es indicio de que son más fuertes los rasgos de TEA.

La estandarización de esta prueba a la población mexicana se hizo de acuerdo con los datos obtenidos de la aplicación del AQ en más de 400 personas adultas jóvenes mexicanas normotípicas, donde se encontró que la media general fue de 114.3043 (valor máximo: 151), considerando el valor de la media general más dos desviaciones estándar ($SD = 12.15$) da un igual de 138.6043 por lo que cualquier puntuación por encima puede considerarse puntuaciones notablemente elevadas, atípicas y más asociado a rasgos de TEA. (Molina-Arcia, Tovar y García, sometido) Para la calificación de este test se contemplaron dichas estandarizaciones y se calcularon los puntajes totales y por subprueba a través del apoyo de Matlab.

Para las subpruebas se consideraron las siguientes puntuaciones.

Tabla 3

Puntuaciones de subpruebas del AQ

| Subprueba | Media | Desviación estándar | Dos desviaciones por encima de la media | Dos desviaciones por debajo de la media |
|-------------------------|-------|---------------------|---|---|
| Habilidades Sociales | 21.90 | 4.46 | 30.82 | 12.99 |
| Cambio atencional | 26.15 | 5.12 | 36.39 | 15.90 |
| Atención a los detalles | 26.13 | 3.95 | 34.03 | 18.23 |
| Comunicación | 19.45 | 3.87 | 27.18 | 11.71 |
| Imaginación | 20.69 | 4.04 | 28.76 | 12.62 |

Nota: Puntuaciones en su versión en español estandarizadas a la población de México

Escala de Procesamiento Auditivo.

Para asegurarnos de que la tarea auditiva no era aversiva para los participantes se les aplicó la *Escala de Procesamiento Auditivo (EPA)*, perteneciente a *Brain-Body Center Sensory*

Scales (BBCSS, Porges, 2012). Este es un cuestionario de autoreporte con el que se determinó si un participante era apto para la ejecución de las tareas.

Dado que no existe una estandarización reportada de esta prueba en población mexicana, primero se aplicó el instrumento a una muestra de 31 personas adultas jóvenes mexicanas normotípicas. Con estos datos se obtuvo una media de 23.0325 (valor máximo: 37) y una desviación estándar de 6.645. Por lo que considerando el valor de la media general más dos desviaciones estándar (36.32), se contempló ese dato para sugerir que los participantes tendrían alta sensibilidad auditiva y se siguió un protocolo específico para que los estímulos auditivos no le fueran aversivos y en caso de serlo la tarea no fue llevada a cabo por el participante en cuestión. Para la calificación de cada ítem se contemplaron dichas estandarizaciones y se calcularon los puntajes totales y por subprueba a través del apoyo de matlab.

Escala de Valoración de Estado de Ánimo.

Con objetivo de identificar posibles fuentes de variación en la ejecución de pruebas perceptuales, debidas a estados de ánimo cambiantes, en cada una de las sesiones los participantes respondieron a la *Escala de Valoración de Estado de Ánimo* (EVEA, Sanz, 2001).

EVEA, es un instrumento cuyo objetivo es evaluar el estado de ánimo al momento de responderlo, mide cuatro dominios: ansiedad, enojo, alegría y tristeza. Para el análisis de datos se tomaron las medias y desviaciones estándar de la ejecución del propio participante y se consideraron sus cambios a lo largo de las sesiones.

Procedimiento

Invitación a participantes

Los participantes fueron convocados por medio de invitaciones difundidas en redes sociales, en las cuáles se indicaron los criterios de inclusión. Se indicaron los medios de contacto para que las personas interesadas se contactaran con el laboratorio de Desarrollo Cognitivo y del Lenguaje. Asimismo, se extendió la invitación directamente a exparticipantes que han colaborado con el laboratorio y han dado su consentimiento para recibir futuras invitaciones. También se buscó el apoyo de escuelas e instituciones que estuvieran interesadas en la investigación.

Cuando se estableció contacto con los interesados, se les dio información exhaustiva sobre el estudio, sus objetivos, beneficios, entrega de resultados, criterios de inclusión y exclusión, características y necesidades de la aplicación remota, así como los detalles del cuidado ético de los participantes y sus datos. Antes de decidir sobre su participación recibieron la información por escrito junto con un consentimiento de participación, mismo que debieron devolver firmado mediante correo electrónico, posteriormente se les hizo llegar el AQ y la EPA.

Se estableció una cita para la primera sesión que se llevó de forma remota por la plataforma Zoom. Durante esta, se les brindó toda la información del estudio, se les dio la capacitación para que pudieran realizar las tareas de manera autónoma en todas las siguientes sesiones y se les aclararon dudas.

Aplicación de las Tareas experimentales

Las tareas experimentales se presentaron en PsychoPy mediante la plataforma de presentación a distancia Pavlovia. Dicha plataforma cumple con las normativas internacionales y éticas de cuidado de datos, mismas que son compatibles con este proyecto.

Los participantes se sentaron frente a la pantalla de la computadora y respondieron al test EVEA, posteriormente pasaron a realizar las tareas perceptuales. Para la prueba visual, dependiendo del tamaño y resolución de cada pantalla, se les indicó la distancia pertinente entre el participante y el monitor con el objetivo de tener control sobre el tamaño de la imagen. Para la tarea auditiva se utilizaron audífonos con el objetivo de aislar sonidos externos que pudieran ser estímulos distractores y se les sugirió ajustar el volumen del dispositivo a 20 para evitar que la tarea fuera molesta. Este nivel de volumen era ajustable dependiendo las necesidades de cada participante.

Sesiones experimentales

Dado que es un estudio de diseño mixto de medidas repetidas, éste abarcó una aplicación por semana durante mes y medio (es decir, un total de 6 sesiones por participante). Los días de aplicación se ajustaron a la disponibilidad de tiempo de los participantes y siempre fue en el mismo horario.

Tarea visual.

Inicialmente, y para controlar que todos los participantes estuvieran expuestos a un estímulo similar, se les proyectó una línea y dependiendo de la dimensión que ésta tuviera en su monitor, se calculó la distancia a la que el participante debía de colocarse en la tarea visual.

A cada participante se le indicó que su tarea consistía en observar la imagen que iba a aparecer. La imagen fue el enrejado de Necker (Fig. 3. Izquierda). Se indicó que el enrejado podía tener una perspectiva derecha (Fig. 3. Central) o izquierda (Fig. 3. Derecha). Durante esta explicación se mostró la vista favorecida de cada perspectiva y se indicó que para cada una de ellas se debía responder con una opción (Figura 3). Durante el entrenamiento se presentaron alternadas ambas perspectivas favorecidas, un total de 5 veces cada una, y se pidió a los participantes responder con la tecla correspondiente. De lograr responder a todas de forma correcta, se prosiguió con la tarea. De no haberse logrado se repitieron las instrucciones hasta ese punto.

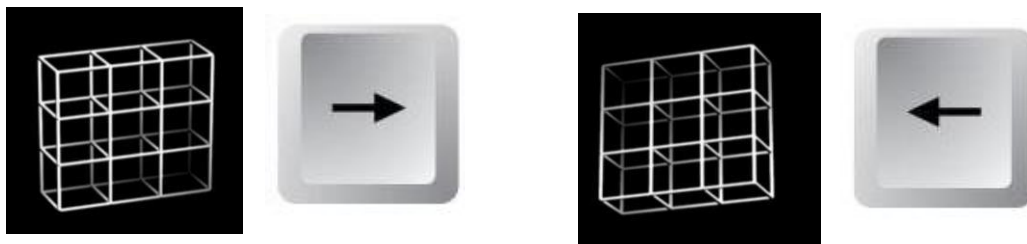


Figura 3: tecla con la flecha que apunta hacia la izquierda para la perspectiva izquierda y la tecla que apunta hacia la derecha para la perspectiva derecha

La tarea consistió en observar fijamente al centro de la pantalla durante 90 segundos, en este periodo apareció únicamente el enrejado desde la perspectiva neutra y el participante reportó por medio de la tecla de dirección derecha si percibe la perspectiva derecha o la tecla de dirección izquierda si percibe la perspectiva izquierda.

Tarea auditiva.

De manera similar a la tarea visual a todos los participantes se les dio un pequeño entrenamiento en el que se les presentaron las dos posibles interpretaciones del estímulo auditivo multiestable.

Durante la fase de entrenamiento, se reprodujo el sonido de una secuencia tonal que favoreció la interpretación de una perspectiva (AB; AB) a la que se llamó *galopeo*. Luego

se presentó una segunda secuencia que favorece la interpretación de una perspectiva a la que se llamó *separada* (A A; B B), esto se realizó siguiendo el procedimiento de instrucciones de Kondo y Lin (2020). Una vez comprendida la tarea, se les presentó a los participantes el estímulo con la secuencia neutra (ABA-) y se les pidió manifestar su respuesta por medio de la tecla “g” si detectan la perspectiva de galopeo o “s” si percibían una perspectiva separada. La presentación de dicha secuencia tuvo una duración de 90 segundos.

En aquellos casos, donde a partir de la puntuación del EPA se determinó que la tarea auditiva sería molesta para el participante, se consideró únicamente la aplicación de la tarea visual.

Tratamiento de datos

Todos los datos obtenidos se manejaron de manera anónima. A cada participante se le asignó un identificador alfanumérico y los datos que generó fueron asociados a este indicador. En una base de datos separada se tuvo la vinculación entre el indicador y las variables que pudieran considerarse sensibles como edad, sexo y diagnóstico.

Ninguna de las plataformas utilizadas almacenó los datos personales de los participantes. En el caso de plataformas que funcionan asociadas a una nube (p.ej., Google Forms, Pavlovia) se cuidó que solamente ahí se usará la información de los identificadores anónimos.

Diseño del Estudio

El trabajo se llevó a cabo a través de un diseño cuasi experimental con un factor entre grupos definidos según la condición de desarrollo, de medidas repetidas en las variables independientes de pertenencia a un grupo, sesiones de evaluación y participante

Análisis de datos

Nos enfocamos en analizar la variabilidad a lo largo de las sesiones entre e intra grupos, con especial atención a la variabilidad individual. Para esto, obtuvimos los descriptores de ejecución de cada sesión considerando las variables dependientes: cantidad de switcheos, entendiéndose como el número de veces que fue detectado un percepto; y el tiempo de percepto, entendido como la duración que tiene cada percepto reportado. Para esta segunda

variable solo contemplamos los valores de uno de los perceptos asumiendo que la información de otro percepto es complementaria. Las variables introducidas en el análisis sobre las cuales se identificó su efecto fueron la pertenencia a uno de los grupos y las sesiones de evaluación por grupo

Dado que se trabajó con pocos datos principalmente al limitado número de participantes en cada muestra y la poca cantidad de sesiones, se utilizó un enfoque bayesiano dado que la estadística bayesiana puede manejar problemas con muestras pequeñas de manera más efectiva que la estadística frecuentista, debido a que incorporación de información previa y la combina con los datos observados, lo que resulta en estimaciones más sensibles, flexibles y menos influenciadas por valores atípicos (Wetzels et al., 2015), así mismo, en las pruebas de hipótesis desde enfoque bayesiano permiten comparar la capacidad predictiva de dos modelos estadísticos en competencia, evaluar la fuerza de la evidencia proporcionada por los datos y medir el cambio en la credibilidad que los datos generan para cada uno de los modelos, lo anterior se mide con un Factor de Bayes (FB por sus siglas en inglés), si el BF es menor a 1 indica que la evidencia es más favorable a la hipótesis nula, es decir, la probabilidad de que no haya efecto o diferencia es mayor que la probabilidad de que haya efecto o diferencia, un BF cercano a 1 puede interpretarse como que no hay una preferencia clara entre hipótesis ya que la evidencia no favorece una sobre otra y un BF mayor a 1 indica que es más probable que existan diferencias a que no existan (Wagenmakers, et al., 2018).

Se calcularon ANOVA's de dos vías en el marco bayesiano para el estudio de la variabilidad entre sesiones y entre muestras, por su parte se realizaron ANOVA's de una vía para conocer de forma más específica la influencia e interacción de las variables dependientes y las variables independientes para evaluar si hay diferencias a través del tiempo y se aplicó también una T de student con enfoque bayesiano para identificar si había diferencias entre muestras.

Para acercarnos al estudio de la variabilidad individual y correlación con TEA se calcularon correlaciones de spearman con un enfoque frecuentista y desde el mismo marco

se evaluó el impacto que pudieron haber tenido las emociones en la presente investigación por medio del cálculo de correlaciones de pearson.

RESULTADOS

El presente estudio se dedicó a identificar la variabilidad individual entre participantes, entre grupos y entre tareas por medio de una tarea percepción multiestable visual y otra auditiva, dado que algunos participantes tuvieron problemas para concluir la sexta sesión satisfactoriamente, únicamente fueron contempladas las primeras 5 sesiones de siete participantes con TEA (4 hombres - 3 mujeres) y sus pares con DT ya que son quienes concluyeron este mínimo de sesiones en ambas tareas con un rango de edad. El rango de edad tanto para el grupo con TEA como para el grupo con DT fue entre 20 y 58 con una media de 34 años.

Variabilidad entre muestras y sesiones

Para este análisis se calcularon ANOVAS de dos vías con enfoque bayesiano donde una vía fue la muestra y la segunda vía fueron las sesiones. Este análisis se hizo por cada variable dependiente de cada tarea.

Al evaluar los switcheos en la tarea visual se encontró un $BF=0.06$, lo que representa 16.67 veces más probable la evidencia a favor de que no haya diferencias entre grupos durante las sesiones. Mientras que en el tiempo promedio de permanencia en el percepto derecho en esta tarea se halló un $BF=0.09$ lo que indica que es 11.11 veces más probable no encontrar diferencias entre grupos a lo largo de las sesiones que sí encontrarlas

En los ANOVA de dos vías en la tarea auditiva, se encontró en los switcheos un $BF=0.04$ y en el tiempo promedio de detección del percepto separado, un $BF=0.04$ por lo que en ambos casos es aproximadamente 25 veces más probable no encontrar diferencias entre grupos a lo largo de las sesiones que si encontrarlos.

Tarea Visual

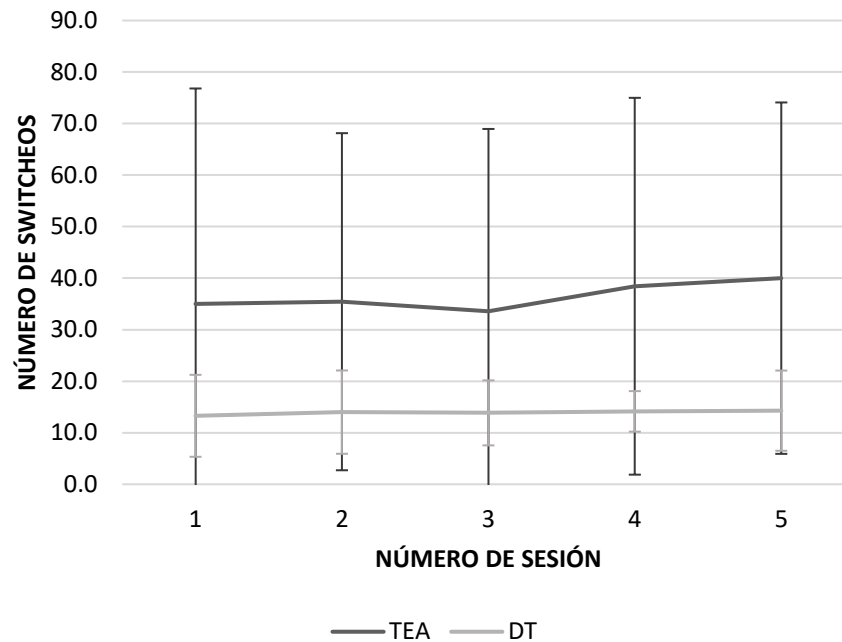
En la Figura 4 se muestra el número promedio de switcheos de todos los participantes de cada grupo a lo largo de la tarea visual, mientras que en la Figura 5 se presenta el tiempo

promedio que pasó cada grupo en el percepto de orientación derecha a lo largo de las 5 sesiones.

Switcheos

Figura 4

Switcheos en la tarea visual.



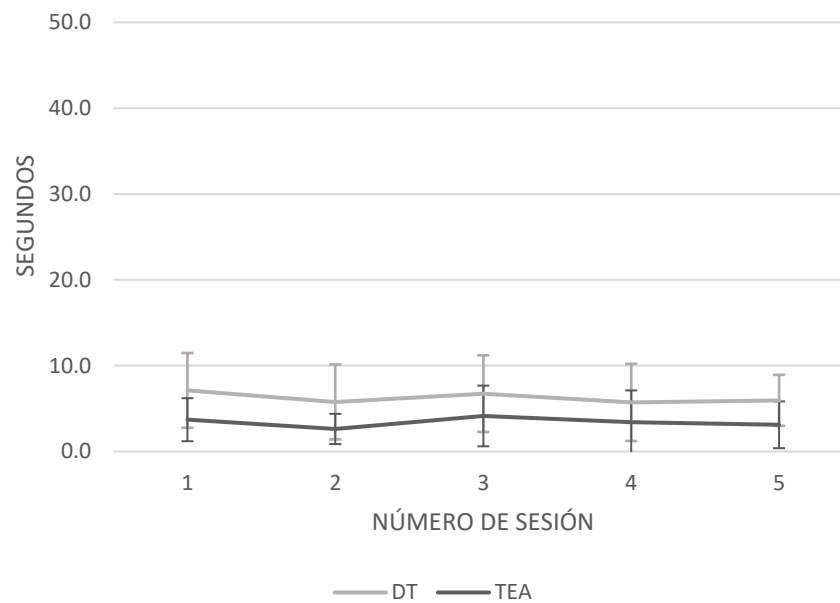
Al revisar el número promedio de switcheos de ambos grupos (TEA y DT) en la tarea visual a lo largo de las 5 sesiones, ambos grupos mostraron un desempeño constante a lo largo del tiempo, lo que sugiere que no hay diferencias entre sesiones. Sin embargo, el grupo con TEA reportó más del doble de switcheos entre perceptos en comparación al grupo con DT durante todas las sesiones, además en el grupo con TEA puede apreciarse una dispersión mucho más amplia en comparación a la del grupo con DT. Se realizó una prueba ANOVA bayesiano en cada grupo para examinar si había evidencia a favor de diferente número de switcheos entre sesiones. Tanto en el caso del grupo con TEA como en el grupo con DT, se obtuvo un Factor de Bayes (BF, por sus siglas en inglés) $BF = 0.12$ que indica que la probabilidad de que no haya diferencia (hipótesis nula) es alrededor de $1/0.12 \approx 8.33$ veces mayor que la probabilidad de que haya diferencia (hipótesis alternativa).

También se evaluaron las diferencias entre grupos por medio de una T de student. Se observó que hay un $BF=93.45$, lo cual sugiere que es 93.45 veces más probable que haya diferencia entre las muestras a que no la haya.

Media de Detección (Percepto Derecho)

Figura 5

Media de tiempo percibido el percepto derecho en la tarea visual



La media de tiempo percibido el percepto derecho por ambos grupos (TEA y DT) en la tarea visual a lo largo de las 5 sesiones fue muy similar, incluso puede sugerirse que siguieron el mismo patrón de ligeros altibajos a través de las sesiones. En esta ocasión, el grupo con DT pasa alrededor del doble de tiempo en el percepto reportado en comparación con el grupo con TEA. Respecto a la dispersión, el grupo con DT muestra dispersiones más amplias y el grupo con TEA dispersiones más inestables. Sin embargo, ningún grupo mostró diferencias en el test ANOVA bayesiano ya que para el grupo con TEA obtuvo un $BF=0.15$ lo que implica que la evidencia a favor de la hipótesis nula es aproximadamente 6.67 veces más probable que la evidencia a favor de la hipótesis alternativa. Para el caso del grupo con DT el valor calculado fue de $BF=0.14$, lo que señala 7.14 veces más probable que exista no diferencia entre muestras a que sí existan.

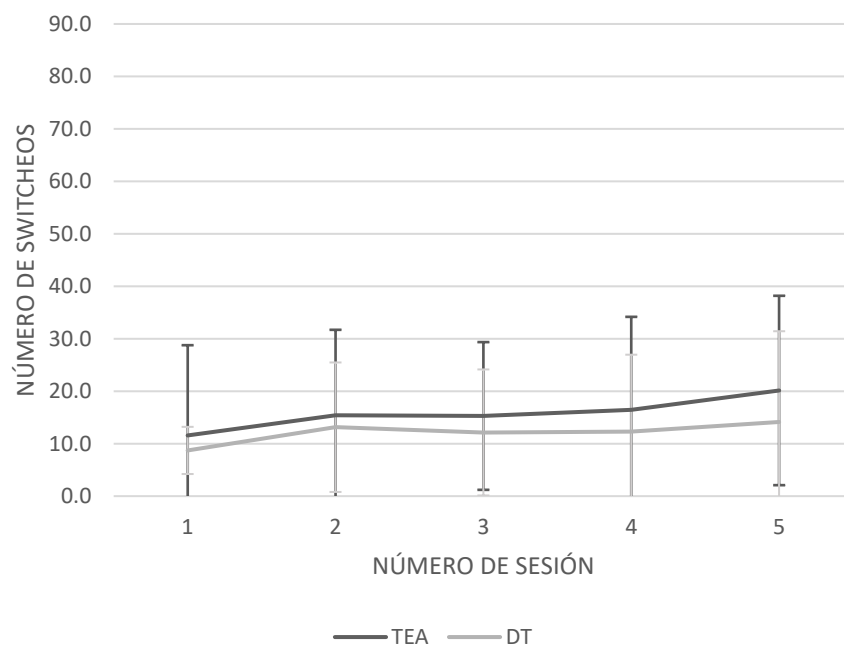
Por otro lado, en la T de student bayesiana para identificar la diferencia entre grupos se encontró 7.98 veces más probable la diferencia de diferencia entre grupos en la variable de tiempo promedio detectando el percepto derecho ($BF=7.98$).

Tarea Auditiva

Switcheos

Figura 6

Switcheos en la tarea auditiva



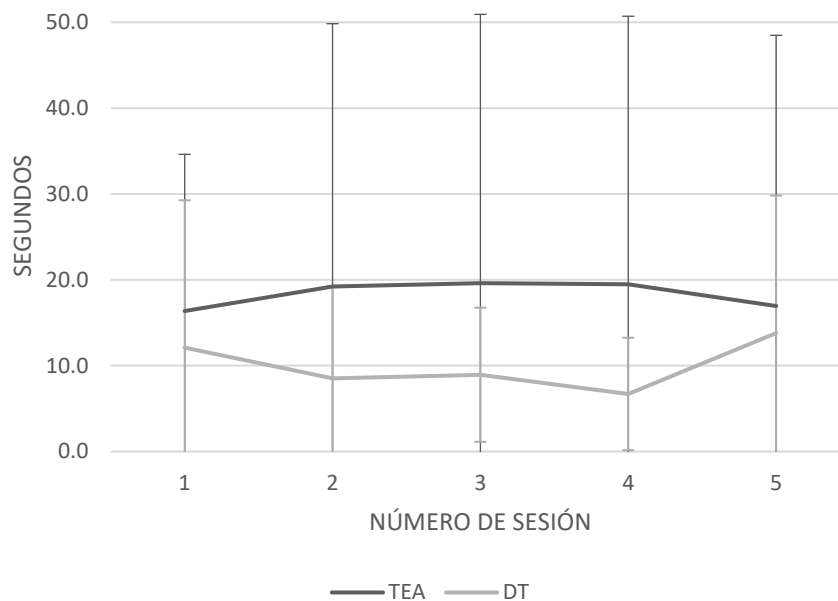
En la figura 6 se observa el número promedio de switcheos de ambos grupos (TEA y DT) en la tarea auditiva a lo largo de las 5 sesiones. A diferencia de la tarea visual, en la tarea auditiva la cantidad de detección de cambios fue tan similar que incluso las puntuaciones llegan a sobrelaparse. La dispersión del grupo con TEA se apreció como más grande en las primeras sesiones, sin embargo, en las últimas dos sesiones pueden verse dispersiones muy similares entre grupos. Por su parte el grupo con DT, tiene una dispersión con una marcada tendencia a incrementarse a lo largo del tiempo. A pesar de ello, en ambas muestras es 6.67 veces más probable que no haya diferencia entre sesiones, de acuerdo al ANOVA bayesiano (TEA, $BF = 0.15$; DT, $BF = 0.15$).

Para la T de student de comparación entre grupos se obtuvo un $BF=0.42$ por lo que se puede afirmar que es 2.38 veces más probable que no haya diferencias entre grupos a que si las haya.

Media de Detección (Percepto Separado)

Figura 7

Media de tiempo percibido el percepto separado en la tarea auditiva



La figura 7 muestra la media de tiempo percibido el percepto separado de ambos grupos (TEA y DT) en la tarea auditiva a lo largo de las 5 sesiones. En esta ocasión puede observarse que el grupo con TEA pasó casi el doble de tiempo en el percepto en comparación al grupo con DT. Ambos grupos se muestran constantes al paso el tiempo. La dispersión del grupo con DT es muy pequeña y demuestra ligeramente la tendencia al incremento (Figura 7), el grupo con TEA tiene una dispersión mucho más amplia y aparentemente constante a partir de la segunda sesión.

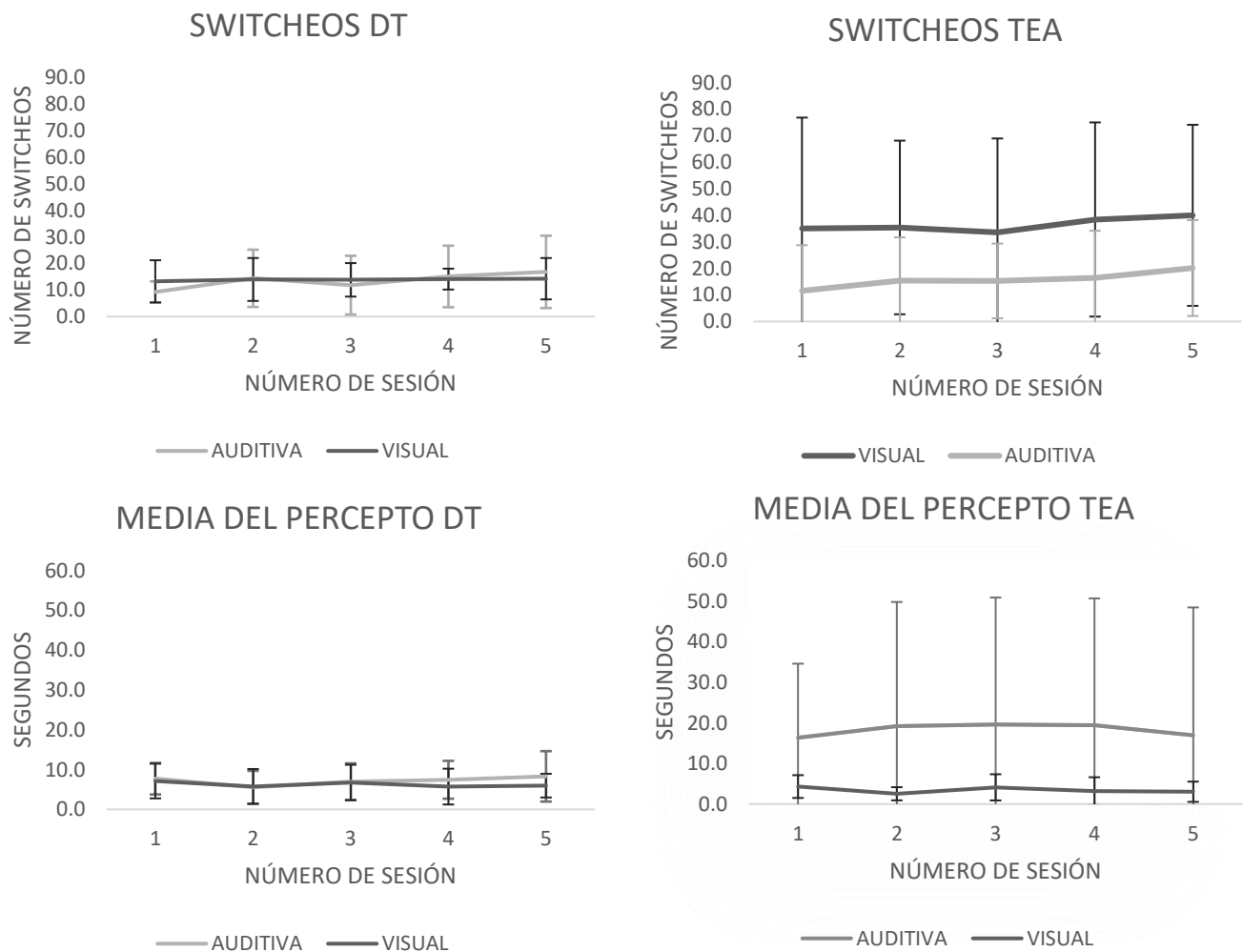
En el ANOVA bayesiano, en el grupo con TEA, obtuvo un valor $BF=0.15$ lo que significa que es 6.67 veces más probable que no haya diferencias a si las haya, para el grupo con DT se encontró $BF=0.17$, lo que implica que es 5.88 veces más probable que no haya diferencias entre sesiones a que sí existan.

En el caso de las diferencias entre grupos a nivel de tiempo promedio pasado en el percepto se obtuvo un $BF = 0.71$, lo que indica que solo es 1.41 veces más probable que no haya diferencias a que sí las haya debido a que es un valor muy cercano a 1.0.

Diferencias entre tareas a nivel grupal

Figura 8

Comparación entre tareas en el grupo con TEA y con DT



Como puede observarse en las gráficas, mientras en las tareas ejecutadas por el grupo con DT no se aprecia diferencias entre ejecuciones, en las tareas realizadas por el grupo con TEA sí puede apreciarse esa diferencia tanto en la detección de switcheos como entre la media de tiempo de permanencia en el percepto.

Relación entre variables dependientes y puntuaciones del AQ

Como una medida de las variables dependientes de las tareas obtuvimos coeficientes de variación (CV). El CV es una medida que permite comparar dispersión respecto de la media entre conjuntos de datos con medidas diferentes, lo cual permite acercarnos a la exploración de la variabilidad individual, ya que conforme más alto es un CV mayor dispersión (variabilidad) hay entre los datos.

Tabla 4

Coeficientes de variación y puntuaciones AQ en el grupo con TEA

| Participante | Tarea visual | | Tarea auditiva | | AQ |
|----------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-----|
| | Switcheos | Media de tiempo | Switcheos | Media de tiempo | |
| Participante 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 156 |
| Participante 2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 168 |
| Participante 3 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 146 |
| Participante 4 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 164 |
| Participante 5 | 1.1 | 0.5 | 1 | 1.2 | 171 |
| Participante 6 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 159 |
| Participante 7 | 0.5 | 0.7 | 2.2 | 0.5 | 171 |

Nota: Los puntajes de AQ más altos corresponden a las dos participantes con los valores de coeficiente de variación mayores en casi todas las variables dependientes evaluadas. Por lo que se exploró la posibilidad de una correlación entre cada variable dependiente y la prueba AQ.

En la tarea visual del grupo con TEA, entre CV de Switcheos y AQ se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa ($\rho=0.7952$; $p=0.0325$), por lo que se puede decir que conforme más alto fue el AQ, también lo fue el CV. A su vez, en la relación entre el CV de la media de detección y AQ hay una $\rho= 0.9174$ con $p= 0.0035$

que también permite concluir una correlación estadísticamente significativa entre ambas variables.

Por su parte, en la tarea auditiva se obtuvo una correlación positiva entre CV de Switcheos y AQ, aunque esta no alcanzó significancia estadística ($\rho= 0.5090$; $p= 0.2432$), a su vez, en la relación entre CV en la media de detección y AQ también se observó una correlación positiva entre variables, pero esta no fue estadísticamente significativa ($\rho= 0.4128614$; $p= 0.3573$).

Tabla 5

Coefficientes de variación y puntuaciones AQ en el grupo con DT

| Participante | Tarea visual | | tarea auditiva | | |
|-----------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|-----|
| | Switcheos | Media de tiempo | Switcheos | Media de tiempo | AQ |
| Participante 8 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 110 |
| Participante 9 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 118 |
| Participante 10 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 118 |
| Participante 11 | 0.2 | 0.1 | 0.7 | 0.7 | 110 |
| Participante 12 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 92 |
| Participante 13 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 122 |
| Participante 14 | 0.7 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 112 |

Nota: En esta ocasión no se aprecia una relación muy clara entre los CV de cada variable y el AQ.

En la tarea visual entre CV en Switcheos y AQ hay una correlación negativa pero no es significativa ($\rho= -0.2286$; $p=0. 0.6219$). Mientras que la relación entre CV en la media de detección y AQ se obtuvo una $\rho=-0.22$ con $p= 0.632$ por lo que no hay una relación estadísticamente significativa.

Respecto a las relaciones en la tarea auditiva, entre CV de Switcheos y AQ se llegó a la conclusión de que no hay relación significativa entre las variables ($\rho = -0.1698$; $p = 0.7158$) y por su parte entre el CV de la media de detección y AQ tampoco se encontró relación significativa entre ambas variables ($\rho = -0.0825$; $p = 0.8603$).

EVEA

Para evaluar el posible impacto del estado emocional sobre las ejecuciones en los cambios perceptivos, se calculó una correlación entre cada tipo de emoción evaluada por el EVEA y los switcheos realizados en cada tarea por cada grupo y obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 6

Correlaciones entre emociones y switcheos

| Grupo | Emoción | Switcheos en Tarea Visual | | Switcheos en Tarea Auditiva | |
|-------|----------|------------------------------|----------|--------------------------------|----------|
| | | <i>r</i> | <i>p</i> | <i>r</i> | <i>p</i> |
| TEA | Ansiedad | 0.13 | 0.43 | -0.11 | 0.51 |
| | Enojo | 0.13 | 0.43 | 0.25 | 0.14 |
| | Alegría | -0.39 | 0.02* | -0.29 | 0.08 |
| | Tristeza | 0.10 | 0.55 | 0.38 | 0.02* |
| DT | Ansiedad | 0.00 | 0.98 | -0.07 | 0.51 |
| | Enojo | 0.02 | 0.91 | 0.07 | 0.70 |
| | Alegría | 0.09 | 0.58 | 0.31 | 0.02* |
| | Tristeza | 0.00 | 0.98 | 0.11 | 0.54 |

Nota: Se observan correlaciones débiles a intermedias entre las emociones reportadas en EVEA y respuestas de switcheos, de las cuales solamente 3 correlaciones alcanzaron significancia estadística y están señaladas con asterísco.

Se observan tres correlaciones significativas, dos correspondientes al grupo con TEA: entre alegría y switcheos en la tarea visual ($r = -0.39$; $p = 0.02$) y entre tristeza y switcheos en la tarea auditiva ($r = 0.38$; $p = 0.02$). Mientras que en el grupo con DT, únicamente se observa significancia en la correlación entre alegría y los switcheos de la

tarea auditiva ($r=0.31$; $p=0.02$). Es notable que, en el caso de alegría, la correlación con switcheos fue negativa en TEA (a menor puntuación de alegría, más switcheos) mientras que fue positiva en DT (a mayor puntuación de alegría, más switcheos). La correlación con tristeza se mantuvo positiva, y las 3 correlaciones encontradas alcanzaron valores intermedios. Con los datos encontrados a partir del EVEA es difícil apuntar a un rol claro del estado emocional sobre la resolución de tareas de percepción multiestable, sin embargo, sugerimos que esta variable sea analizada constantemente en estas tareas y se indague más su rol en futuras investigaciones.

DISCUSIÓN

En este estudio se exploró la variabilidad individual en personas con TEA y sus pares con DT, en dos tareas de percepción multiestable; una visual y una auditiva, a lo largo de cinco sesiones

Variabilidad en TEA

Los datos recolectados suman a la evidencia de las diferencias en ejecuciones en percepción multiestable que tienen las personas con TEA respecto a personas neurotípicas. Incluso cuando todos los participantes con TEA de este estudio fueron diagnosticados con Grado 1, de acuerdo a la clasificación del DSM-V, sus ejecuciones grupales, muestran brechas de dispersión más grande en comparación a los participantes con DT.

Respecto a la variabilidad individual, nos aproximamos a su estudio mediante los valores del CV, en los que la mayoría de las personas con TEA muestran puntajes superiores a los de sus pares con DT. Aunque esta diferencia no fue significativa, al evaluar si existe correlación entre el valor del CV y el valor de los puntajes de AQ, se obtuvieron correlaciones no significativas en las personas con DT mientras que en el grupo con TEA sí se encontraron correlaciones positivas significativas entre el valor del AQ con el de switcheos y con la permanencia en el percepto en la tarea visual. Por lo que puede considerarse que conforme más grande es el valor del AQ mayor es la variabilidad (CV), esperada en las tareas de percepción multiestable visual. Esto coincide con lo reportado en la Tabla 4 donde justo las participantes con mayor AQ, son quienes tienen también mayores CV. Cabe destacar que ambas participantes con puntajes más altos son mujeres mayores de 36 años con un nivel de estudio de posgrado.

Percepción atípica en TEA

Los resultados obtenidos en la presente investigación proponen una atipicidad en las tareas de percepción multiestable en modalidad visual en las personas con TEA, que se deriva de una tasa de respuestas muy superior a la de la población con DT (Figura 4), pero es una atipicidad diferente a la reportada en otras investigaciones (Kornmeier y Bach, 2005; Karaminis et al., 2017), ya que en esos casos el número de respuestas de los participantes con TEA fue muy inferior al de los participantes con DT.

¿Por qué la atipicidad no aparece en la tarea auditiva? A pesar de que ambas tareas siguieron la misma metodología de diseño e implementación, contraria a la tarea visual, en la tarea auditiva no se ve reflejada claramente la atipicidad en el grupo con TEA. Por el contrario, no hay diferencias significativas entre el grupo con TEA y el de DT ni en cantidad de switcheos ni en el tiempo de permanencia. (Figuras 6 y 7). Congruente con lo revisado en la literatura (Pressnitzer y Hupé, 2006), en esta ocasión el grupo con DT, tuvo desempeños muy similares entre ambas tareas, mientras que, en el grupo con TEA, puede observarse una brecha entre rendimientos (Figura 8). Esta diferencia entre modalidades permite sugerir que hay mayor atipicidad en percepción visual que auditiva en personas con TEA, esto no niega la sensibilidad reportada por otras investigaciones en ambos canales sensoriales ni se están sugiriendo ventajas o desventajas de una modalidad sobre la otra, solo se indica que los datos de este estudio mostraron diferencias significativas en los desempeños durante la tarea visual (Figuras 4 y 5), mientras que durante la tarea auditiva tienen un desempeño sin diferencias significativas entre grupos (Figura 6 y 7). Debe considerarse también, que la tarea auditiva tiene una mayor complejidad en la aplicación, pues a diferencia de la visual, no es fácilmente comunicable en qué consiste cada uno de los 2 perceptos posibles.

Posible ausencia de deficiencias Top-Down

A diferencia de lo reportado por la literatura revisada, como se mencionó previamente, los participantes con TEA reportaron más switcheos que los participantes con DT. Esto, de acuerdo con Allen y Chambers (2007), puede deberse a que, en las instrucciones para las tareas, a los participantes se les indicó cómo lucían ambas perspectivas, lo cual pudo influir de cierta manera en las posibles deficiencias Top-Down reportadas por la literatura, y elevó

la posibilidad de detectar ambas interpretaciones favoreciendo que también cayeran en la ilusión óptica. Incluso con una tasa de respuesta superior en todos los casos a los de sus pares típicos a tal grado que puede considerarse un papel de intencionalidad (proceso Top-Down) más marcado en las personas con TEA. Sin embargo, esta consideración deberá estudiarse con diseños apropiados en investigaciones futuras.

Esto permitirá proponer que el entrenamiento puede tener un rol en subsanar deficiencias que existen en procesos Top-Down. Si existieran entrenamientos similares en ambientes escolares, laborales, sociales podría favorecerse un análisis de la información más completo.

Otros hallazgos y consideraciones

Partiendo del hecho de que las participantes mujeres de ambos grupos, quienes también eran mayores a los participantes hombres y tenían grados académicos superiores, obtuvieron CV más altos en casi todas las pruebas, deja la duda respecto a si alguna de las variables que caracterizan a dichas participantes está asociada a una mayor variación o si solo fue una casualidad ocurrida durante el muestreo. Estudios futuros con muestras más amplias podrán explorar esta posibilidad.

Anteriormente, Kornmeier et al, (2017), propusieron que como consecuencia de que la memoria perceptiva va aumentando con la edad, pero que a su vez la eficacia de nuestros órganos sensoriales disminuye con la misma, puede ser que conforme más joven se es, se dé un sobrepeso inicial de factores exógenos pero conforme al paso de los años esto se vaya invirtiendo y se dé un sobrepeso de factores endógenos con el aumento de la edad. Por otro lado, en investigaciones previas se han reportado también diferencias perceptuales entre hombres y mujeres (Abramov, Gordon, Feldman, y Chavarga, 2012).

Con este estudio también buscamos seguir promoviendo la visibilización e investigación en la población adulta con TEA ya que como en cualquier ser humano los cambios no se detienen y en casos específicos pueden ser más marcados a los que experimentamos las personas con DT, como puede verse en los CV más altos.

CONCLUSIONES

Conclusiones generales

En primer lugar, se encontró que aquellos individuos con TEA que mostraron mayor varianza en la tarea visual también presentaban puntajes más altos en los rasgos autistas medidos por el AQ. Esto confirma la atipicidad en la capacidad visual ya previamente reportada en las personas con TEA.

Además, se identificó una marcada diferencia en la cantidad de respuestas dadas durante la tarea visual en comparación con la tarea auditiva en el grupo con TEA. Esto permite sugerir que las personas con TEA pueden manifestar una mayor atipicidad en el procesamiento visual en comparación con el procesamiento auditivo, a diferencia de sus pares con DT.

Otro aspecto interesante es la amplitud de las brechas de dispersión entre los individuos con TEA. A pesar de que todos los participantes en este estudio se encontraban dentro del grupo 1 de funcionalidad según la clasificación del DSM-V, se pudo observar la alta variabilidad que existe dentro de esta población.

En cuanto a la variabilidad individual, no se encontraron diferencias significativas entre los participantes con TEA y DT según los CV. Las diferencias en esta medición no son lo suficientemente grandes para alcanzar a concluir que hay una variabilidad individual mayor en TEA.

Por último, se destacó la alta tasa de switcheos durante la tarea visual en las personas con autismo. Esto podría indicar que los participantes con TEA buscaron de manera más intencionada los cambios, lo que sugiere un posible uso más frecuente de los procesos *Top-Down* en comparación con sus pares con desarrollo típico. Es importante señalar que esta tendencia podría haber sido influenciada por el tipo de instrucciones proporcionadas en la tarea.

Alcances

La implementación del estudio de manera virtual dio paso a una colaboración única y significativa, al involucrar a personas con autismo provenientes de distintas partes del país. Gracias a esta modalidad, se abrieron las puertas a la participación de individuos que, de otra manera, podrían haber enfrentado barreras geográficas para involucrarse en la investigación. Esta inclusión diversa y extensa de participantes con TEA enriqueció en gran

medida la perspectiva del estudio y proporcionó una gama más amplia de experiencias y aportes.

Un aspecto destacado de esta modalidad virtual radica en la sensación de familiaridad y comodidad que pudo haber brindado a los participantes. Al encontrarse en un entorno conocido, como sus propios hogares, asumimos que los participantes han podido llevar a cabo las tareas con mayor naturalidad y relajación. Esta comodidad ha podido tener un impacto positivo en sus respuestas y rendimiento durante el desarrollo de la investigación.

Además de la comodidad, la modalidad virtual ha presentado ventajas en términos de flexibilidad horaria. Los participantes han tenido la posibilidad de programar las sesiones en momentos que se ajustaran a sus rutinas y necesidades, lo cual ha facilitado su participación y compromiso con el estudio.

Finalmente, la difusión del estudio también ha sido relevante, alcanzando una proyección significativa. Aunque, para esta investigación específica, solo se han incluido participantes con TEA de origen mexicano debido a la estandarización de los instrumentos empleados, se han establecido contactos para futuras investigaciones con personas con TEA de habla hispana en diversos países de América Latina. Esto abre perspectivas para obtener una comprensión más global y diversa de esta condición en diferentes contextos culturales.

Limitaciones

La investigación se ha visto confrontada con diversas dificultades, la principal fue el reducido número de participantes y la pequeña cantidad de sesiones concluidas ya que han dificultado la posibilidad de llevar a cabo estimaciones precisas y generalizables a partir de los datos recopilados.

Además, la ausencia de un entorno de laboratorio impidió el uso de herramientas como el pupilómetro o dispositivos de seguimiento visual disponibles en ese contexto. Estas herramientas habrían permitido una evaluación indirecta de los efectos "Top Down", enriqueciendo así el análisis de los datos recopilados.

A pesar de proporcionar instrucciones idénticas a todos los participantes y de buscar mantener la uniformidad en los estímulos presentados, es necesario reconocer que la diversidad de dispositivos utilizados por los participantes introdujo variabilidad en factores

como el volumen y la capacidad de brillo. Estas diferencias, inherentes a los dispositivos individuales, se convirtieron en variables no controladas que podrían haber influido en los resultados.

Por otro lado, la modalidad de investigación a distancia también planteó desafíos en términos de control de variables distractoras. A diferencia de un entorno de laboratorio altamente controlado, no fue posible mantener el mismo grado de control sobre factores que podrían haber influido en los resultados de las pruebas.

Si bien los resultados obtenidos son valiosos y contribuyen al campo de estudio, es esencial considerar cuidadosamente estas limitaciones para aplicaciones posteriores.

Propuesta para futuras investigaciones

En el ámbito de consideraciones destinadas a futuras investigaciones, se presentan varias propuestas que podrían enriquecer la exploración de los temas abordados:

En primer lugar, se sugiere la expansión de las muestras de participantes como una medida clave para favorecer una mayor generalización de los resultados obtenidos.

Paralelamente, se plantea la ampliación del estudio mediante un incremento en la cantidad de sesiones llevadas a cabo. Esta prolongación temporal permitiría acumular una cantidad más sustantiva de datos, lo cual resultaría fundamental para una evaluación más profunda de la variabilidad individual.

Una recomendación adicional involucra la realización de futuras investigaciones en un entorno presencial, reuniendo a los participantes en un mismo espacio físico. Esta estrategia aseguraría que todos los sujetos se expongan a los mismos estímulos y permitiría un control más riguroso de las variables distractoras. Asimismo, se podría considerar la utilización de herramientas especializadas de rastreo visual para una evaluación más exhaustiva.

A pesar de las tendencias observadas en los datos actuales, la carencia de efectos significativos en relación a la sesión o al grupo sugiere la necesidad de explorar el fenómeno en condiciones de mayor control experimental. Se propone ampliar esta exploración a otros contextos, incluso considerando la aplicación de diferentes tareas o en

otras modalidades, con el fin de continuar indagando la posibilidad de variabilidad individual dentro del grupo con TEA.

Para optimizar la tarea visual, se plantea la inserción de un pequeño punto de referencia en el centro del estímulo visual. Esta adición tendría como finalidad instruir a los participantes a mantener la vista centrada en dicho punto, evitando así sesgos que podrían influenciar la preferencia por uno de los perceptos.

Otra línea de investigación prometedora radica en aplicar las tareas de percepción multiestable en diversos grados del espectro.

Con el propósito de lograr una perspectiva más integral, se sugiere examinar posibles diferencias perceptivas relacionadas con variables como el género, el nivel educativo y la edad, tanto en la población con TEA como en la población neurotípica.

También es crucial llevar a cabo una evaluación más exhaustiva de las diferencias de atipicidad entre las modalidades visual y auditiva en la población con TEA. Esta evaluación proporcionaría una comprensión más detallada de las diferencias sensoriales en el TEA.

En último término, se recomienda una evaluación más minuciosa del posible impacto de las emociones en el desempeño de las tareas de percepción multiestable, tanto en poblaciones con TEA como en poblaciones neurotípicas para reconocer el impacto que podrían tener las emociones en la atipicidad perceptual.

REFERENCIAS

- Allen, M. L., & Chambers, A. (2011). Implicit and explicit understanding of ambiguous figures by adolescents with autism spectrum disorder. *Autism: the international journal of research and practice*, 15(4), 457–472. <https://doi.org/10.1177/1362361310393364>
- Anzaldo Montoya, M., & Cruz Ruiz, L. P. (2019). Capacidades científicas en el Trastorno del Espectro Autista en México: reflexiones desde el vínculo entre ciencia, tecnología e innovación y políticas sociales. *Ciencia y Sociedad*, 44(1), 13-26. <https://doi.org/10.22206/cys.2019.v44i1.pp13-26>

- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : dsm-iv (4th ed.)*. American Psychiatric Association.
- Asociación Americana de Psiquiatría. (2013). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (5ª ed.)*. Arlington, VA. American Psychiatric Publishing 4, 119-136.
- Asperger, H. (1944). Die “Autistischen Psychopathen” im Kindesalter. *Archiv Für Psychiatrie Und Nervenkrankheiten*, 117(1), 76–136. doi:10.1007/bf01837709
10.1007/bf01837709
- Artigas-Pallarés J, Gabau-Vila E, Guitart-Feliubadaló M. El autismo sindrómico: I. Aspectos generales. *Rev Neurol* 2005;40 (Supl. 1): S143-S0 doi: 10.33588/rn.40S01.2005072
- Balbuena R, F. (2015). Etiología del autismo: el continuo idiopático-sindrómico como tentativa explicativa. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 53(4), 269-276. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272015000400007>
- Abramov, I., Gordon, J., Feldman, O., & Chavarga, A. (2012). Sex and vision II: color appearance of monochromatic lights. *Biology of Sex Differences*, 3(1), 21. doi:10.1186/2042-6410-3-21
- Barbot, A., Liu, S., Kimchi, R., & Carrasco, M. (2017). Attention enhances apparent perceptual organization. *Psychonomic Bulletin & Review*. doi:10.3758/s13423-017-1365-x
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*, 21(1), 37–46. doi:10.1016/0010-0277(85)90022-8
- Baron-Cohen, S. (1989). Joint-attention deficits in autism: Towards a cognitive analysis. *Development and Psychopathology*, 1(3), 185-189. doi:10.1017/S0954579400000377
- Baron-Cohen, S. (1997). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT press.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., y Clubley, E. (2001) The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-

Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians.
Journal of Autism and Developmental Disorders; 31(1):5–17

- Behrmann, M., Thomas, C., & Humphreys, K. (2006). Seeing it differently: visual processing in autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(6), 258–264.
 doi:10.1016/j.tics.2006.05.001
- Betancur, C. (2011). Etiological heterogeneity in autism spectrum disorders: More than 100 genetic and genomic disorders and still counting. *Brain Research*, 1380, 42–77. doi:10.1016/j.brainres.2010.11.07
- Biomarkers Definitions Working Group. (2001). Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. *Clinical pharmacology and therapeutics*, 69(3), 89–95. <https://doi.org/10.1067/mcp.2001.113989>
- Blake, R. (1989). A neural theory of binocular rivalry. *Psychological Review*, 96(1), 145–167. doi:10.1037/0033-295x.96.1.145
- Bleuler, E. (1951). 20. Autistic Thinking. In (Ed.), *Organization and Pathology of Thought: Selected Sources* (pp. 399-437). New York Chichester, West Sussex: Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/rapa92214-023>
- Brascamp, J. W., van Ee, R., Noest, A. J., Jacobs, R. H. A. H., & van den Berg, A. V. (2006). The time course of binocular rivalry reveals a fundamental role of noise. *Journal of Vision*, 6(11), 8–8. doi:10.1167/6.11.8
- Brascamp, J. W., Pearson, J., Blake, R., & van den Berg, A. V. (2009). Intermittent ambiguous stimuli: Implicit memory causes periodic perceptual alternations. *Journal of Vision*, 9(3), 3–3. doi:10.1167/9.3.3
- Cardona, E, (2022) *Fisiología de los ensambles gliales de la sustancia blanca en un modelo preclínico de autismo* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México] Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de información. TESIUNAM
<http://132.248.9.195/ptd2022/noviembre/0833472/Index.html>
- Carlson, N. R. (2014). *Fisiología de la conducta* (11th ed.). Pearson Educación.

- Dickinson, A., Jones, M., & Milne, E. (2016). Measuring neural excitation and inhibition in autism: Different approaches, different findings and different interpretations. *Brain research*, 1648 (Pt A), 277–289.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.07.011>
- El-Fishawy, P., & State, M. W. (2010). The Genetics of Autism: Key Issues, Recent Findings, and Clinical Implications. *Psychiatric Clinics of North America*, 33(1), 83–105. doi:10.1016/j.psc.2009.12.002
- Folstein, S., & Rutter, M. (1977). Infantile autism: a genetic study of 21 twin pairs. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 18(4), 297–321.
 doi:10.1111/j.1469-7610.1977.tb00443.x
- Fombonne, E., Marcin, C., Manero, A. C., Bruno, R., Diaz, C., Villalobos, M., ... Nealy, B. (2016). Prevalence of Autism Spectrum Disorders in Guanajuato, Mexico: The Leon survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1669–1685. doi:10.1007/s10803-016-2696-6
- Frith, 1989 Autism: Explaining the enigma (1st ed.), Blackwell Science (1989)
- Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: beyond “theory of mind.” *Cognition*, 50(1-3), 115–132. doi:10.1016/0010-0277(94)90024-8
- Fuentes, F. J. R., & Iglesias, E. G. (1999). El Síndrome X Frágil. *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 1(4).
- Geschwind, D. H., y Levitt, P. (2007). Autism spectrum disorders: Developmental disconnection syndromes. *Current Opinion in Neurobiology*, 17(1), 103-111.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2007.01.009>
- Harris, J. (2018). Leo Kanner and autism: a 75-year perspective. *International Review of Psychiatry*, 30(1), 3–17. doi:10.1080/09540261.2018.1455646
- Happé, F. G. E. (1996). Studying Weak Central Coherence at Low Levels: Children with Autism do not Succumb to Visual Illusions. A Research Note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(7), 873–877. doi:10.1111/j.1469-7610.1996.tb014
- Hebb, D. O. (1942). The Effect of Early and Late Brain Injury upon Test Scores, and the Nature of Normal Adult Intelligence. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 85(3), 275–292. <http://www.jstor.org/stable/985007>

- Hill, E. L., & Frith, U. (2003). Understanding autism: insights from mind and brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1430), 281–289. doi:10.1098/rstb.2002.1209
- Hernández, D. Q. (2016). Biomarcadores genéticos y metabólicos en los trastornos del espectro autista. *Revista Cubana de Genética Comunitaria*, 9(3), 14-22.
- Huguet, G., Rinzel, J., & Hupe, J.-M. (2014). Noise and adaptation in multistable perception: Noise drives when to switch, adaptation determines percept choice. *Journal of Vision*, 14(3):19 <http://www.journalofvision.org/content/14/3/19>, doi:10.1167/14.3.19.
- Intaitė, M., Koivisto, M., & Revonsuo, A. (2012). Perceptual reversals of Necker stimuli during intermittent presentation with limited attentional resources. *Psychophysiology*, 50(1), 82–96. doi:10.1111/j.1469-8986.2012.01486.x
- Intaitė, M., Noreika, V., Šoliūnas, A., & Falter, C. M. (2013). Interaction of bottom-up and top-down processes in the perception of ambiguous figures. *Vision Research*, 89, 24–31. doi:10.1016/j.visres.2013.06.011
- Karaminis, T., Lunghi, C., Neil, L., Burr, D., & Pellicano, E. (2017). Binocular rivalry in children on the autism spectrum. *Autism Research*, 10(6), 1096-1106.
- Kondo, H. M., & Lin, I. (2020). Excitation-inhibition balance and auditory multistable perception are correlated with autistic traits and schizotypy in a non-clinical population. *Scientific Reports*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65126-6>
- Kornmeier y Bach (2004a). "More evidence for early visual processing in perceptual disambiguation of ambiguous figures", en *Proceeding of the 7th Tübinger Perception Conference*, Tübingen, pág. 105.
- Kornmeier, J. y Bach, M. (2005). The Necker cube—an ambiguous figure disambiguated in early visual processing. *Vision Research*, 45(8), <https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.10.006>

- Kornmeier, J., Hein, C. M., & Bach, M. (2009). Multistable perception: When bottom-up and top-down coincide. *Brain and Cognition*, 69(1), 138–147.
doi:10.1016/j.bandc.2008.06.005
- Kornmeier, J., & Bach, M. (2009). Object perception: When our brain is impressed but we do not notice it. *Journal of Vision*, 9(1), 7–7. doi:10.1167/9.1.7
- Kornmeier, J., & Bach, M. (2012). Ambiguous Figures – What Happens in the Brain When Perception Changes But Not the Stimulus. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6. doi:10.3389/fnhum.2012.00051
- Kornmeier, J., Wörner, R., Riedel, A., Bach, M., & Tebartz van Elst, L. (2014). A Different View on the Checkerboard? Alterations in Early and Late Visually Evoked EEG Potentials in Asperger Observers. *PLoS ONE*, 9(3), e90993.
doi:10.1371/journal.pone.0090993
- Kornmeier, J., Wörner, R., Riedel, A., & Tebartz van Elst, L. (2017). A different view on the Necker cube-Differences in multistable perception dynamics between Asperger and non-Asperger observers. *PloS one*, 12(12), e0189197.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.01891>
- Leekam, S. R., Nieto, C., Libby, S. J., Wing, L., & Gould, J. (2006). Describing the Sensory Abnormalities of Children and Adults with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(5), 894–910. doi:10.1007/s10803-006-0218-7
- Leopold, D. A., Wilke, M., Maier, A., & Logothetis, N. K. (2002). Stable perception of visually ambiguous patterns. *Nature Neuroscience*, 5(6), 605–609.
doi:10.1038/nn851
- Lepistö, T., Kuitunen, A., Sussman, E., Saalasti, S., Jansson-Verkasalo, E., Nieminen-von Wendt, T., & Kujala, T. (2009). Auditory stream segregation in children with Asperger syndrome. *Biological Psychology*, 82(3), 301–307.
doi:10.1016/j.biopsycho.2009.09.0

- Levy, D., Ronemus, M., Yamrom, B., Lee, Y., Leotta, A., Kendall, J., ... Wigler, M. (2011). Rare De Novo and Transmitted Copy-Number Variation in Autistic Spectrum Disorders. *Neuron*, 70(5), 886–897. doi:10.1016/j.neuron.2011.05.015
- Lim, A., & Sinnett, S. (2014). The interaction of feature and space based orienting within the attention set. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8. doi:10.3389/fnint.2014.00009
- Liu, C.-H., Tzeng, O. J. L., Hung, D. L., Tseng, P., & Juan, C.-H. (2012). Investigation of bistable perception with the “silhouette spinner”: Sit still, spin the dancer with your will. *Vision Research*, 60, 34–39.
- Logothetis, N. K., Leopold, D. A., & Sheinberg, D. L. (1996). What is rivalling during binocular rivalry?. *Nature*, 380(6575), 621–624. <https://doi.org/10.1038/380621a0>
- Long, G. M., & Toppino, T. C. (2004). Enduring Interest in Perceptual Ambiguity: Alternating Views of Reversible Figures. *Psychological Bulletin*, 130(5), 748–768. doi:10.1037/0033-2909.130.5.748
- Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., ... Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1). doi:10.1038/s41572-019-0138-4
- Machado, C., Rodríguez, R., Estévez, M., Leisman, G., Chinchilla, M., Portela, L. (2017). Trastorno del Espectro Autista: un reto para las neurociencias, *Revista Mexicana de Neurociencia* 18(45), 30-45
- Manouilenko, I., & Bejerot, S. (2015). Sukhareva—Prior to Asperger and Kanner. *Nordic Journal of Psychiatry*, 69(6), 1761–1764. doi:10.3109/08039488.2015.1005022
- Marco, E., Hinkley, L., Hill, S. et al. Sensory Processing in Autism: A Review of Neurophysiologic Findings. *Pediatr Res* 69, 48–54 (2011). <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3182130c54>

- Martínez, J (2022) *Autismo y educación superior: análisis de experiencias escolares desde una perspectiva reflexivo-relacional* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]
 Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de información.TESIUNAM
https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/IF7I48KQ61FGY1UKPGMRUXKE6RA14CEQ2P1NT1QTJ6T76I4KE5-26847?func=full-set-set&set_number=395083&set_entry=000004&format=999
- Mendoza, E. E., Pérez, E. B., Aguilar, J. H., Hernández, M., & Legido, S. (2010). Correlación entre el número de tuberomas y trastornos de conducta y lenguaje en el complejo esclerosis tuberosa. Serie de casos. *Revista médica hondureña* Consejo editorial 2009-2010, 78(4), 188.
- Mathes, B., Struber, D., Stadler, M. A., & Basar-Eroglu, C. (2006). Voluntary control of Necker cube reversals modulates the EEG delta and gamma-band response. *Neuroscience letters*, 402(1-2),145–149.
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.03.063>
- Miles, J. H. (2011). Autism spectrum disorders—A genetics review. *Genetics in Medicine*, 13(4), 278–294. doi:10.1097/gim.0b013e3181ff67ba
- Molina-Arcia, L., Tovar, A. E., & García, O. (2023). Factor Structure and Psychometric Properties of the Spanish Version of the AutismSpectrum Quotient (AQ) [Manuscrito enviado para publicación]. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno-Bote, R., Rinzel, J., & Rubin, N. (2007). Noise-Induced Alternations in an Attractor Network Model of Perceptual Bistability. *Journal of Neurophysiology*, 98(3), 1125–1139. doi:10.1152/jn.00116.2007
- Na, E. S., & Monteggia, L. M. (2011). The role of MeCP2 in CNS development and function. *Hormones and behavior*, 59(3), 364–368.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2010.05.014>

- Naber, M., Gruenhage, G., & Einhäuser, W. (2010). Tri-stable stimuli reveal interactions among subsequent percepts: Rivalry is biased by perceptual history. *Vision Research*, 50(8), 818–828. doi:10.1016/j.visres.2010.02.004
- Olmedo López, M. (2020). El devenir del autismo en México. *TRAMAS. Subjetividad Y Procesos Sociales*, 2(54), 79-107. Recuperado a partir de <https://tramas.xoc.uam.mx/index.php/tramas/article/view/921>
- Organización Mundial de la Salud (2021). Trastornos del Espectro Autista. Recuperado el 2 de abril de 2021 de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>.
- Ortiz, E., 2021 *Análisis de las oscilaciones electroencefalográficas durante la percepción multiestable* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de información. TESIUNAM. <http://132.248.9.195/ptd2021/agosto/0814472/Index.html>
- Pearson, J., & Brascamp, J. (2008). Sensory memory for ambiguous vision. *Trends in cognitive sciences*, 12(9), 334–341. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.05.006>
- Pisarchik, A. N., & Feudel, U. (2014). Control of multistability. *Physics Reports*, 540(4), 167–218. doi:10.1016/j.physrep.2014.02.007
- Porges, S. W. (2012). *The Brain-Body Center Sensory Scales (BBCSS)*. The Brain-Body Center. Chicago: University of Illinois at Chicago.
- Potrzeba, E. R., Fein, D., & Naigles, L. (2015). Investigating the shape bias in typically developing children and children with autism spectrum disorders. *Frontiers in Psychology*, 06. doi:10.3389/fpsyg.2015.00446
- Pressnitzer, D., & Hupé, J.-M. (2006). Temporal Dynamics of Auditory and Visual Bistability Reveal Common Principles of Perceptual Organization. *Current Biology*, 16(13), 1351–1357. doi:10.1016/j.cub.2006.05.054

- Rahil Razeghi, Saeed Arsham, Ahmadreza Movahedi & Negar Sammaknejad (2020):
The effect of visual illusion on performance and quiet eye in autistic children,
Early Child Development and Care, DOI: 10.1080/03004430.2020.1802260
- Reynoso, C, Rangel, M y Melgar, V. (2017) El trastorno del espectro autista; aspectos
etiológicos, diagnósticos y terapéuticos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*
55(2):214-222
- Robertson, C. E., & Baron-Cohen, S. (2017). Sensory perception in autism. *Nature
Reviews Neuroscience*, 18(11), 671–684. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.112>
- Rubin, N., & Hupé, J. M. (2005). Dynamics of perceptual bistability: Plaids and
binocular rivalry compared. *Binocular rivalry*, 137-154.
- Rutter M. (1968). Concepts of autism: a review of research. *Journal of child psychology
and psychiatry, and allied disciplines*, 9(1), 1–25.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1968.tb02204.x>
- Said, C. P., Egan, R. D., Minshew, N. J., Behrmann, M., & Heeger, D. J. (2013).
Normal binocular rivalry in autism: Implications for the excitation/inhibition
imbalance hypothesis. *Vision Research*, 77, 59–66.
doi:10.1016/j.visres.2012.11.002
- Sanders, S. J., Ercan-Sencicek, A. G., Hus, V., Luo, R., Murtha, M. T., Moreno-De-
Luca, D., ... Thomson, S. A. (2011). Multiple Recurrent De Novo CNVs,
Including Duplications of the 7q11.23 Williams Syndrome Region, Are Strongly
Associated with Autism. *Neuron*, 70(5), 863–885.
doi:10.1016/j.neuron.2011.05.002
- Sanz, J. (2001). Un instrumento para evaluar la eficacia de los procedimientos de
inducción de estado de ánimo: “La Escala de Valoración del Estado de Ánimo”
(EVEA). *Análisis y Modificación de Conducta*, 27, 71-110.
- Sebat, J., Lakshmi, B., Malhotra, D., Troge, J., Lese-Martin, C., Walsh, T., ... Wigler,
M. (2007). Strong Association of De Novo Copy Number Mutations with
Autism. *Science*, 316(5823), 445–449. doi:10.1126/science.1138659

- Severgnin, Alejandra. (2006). Trastornos generalizados del desarrollo. Trastornos del espectro autista. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 77(2), 168-170. Recuperado en 30 de agosto de 2022, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492006000200014&lng=es&tlng=es.
- Simmons, D. R., Robertson, A. E., McKay, L. S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F. E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705–2739. doi:10.1016/j.visres.2009.08.005
- Spiegel, A., Mentch, J., Haskins, A. J., & Robertson, C. E. (2019). Slower Binocular Rivalry in the Autistic Brain. *Current Biology*. doi:10.1016/j.cub.2019.07.026
- Shapiro, A., Moreno-Bote, R., Rubin, N., & Rinzel, J. (2009). Balance between noise and adaptation in competition models of perceptual bistability. *Journal of computational neuroscience*, 27(1), 37–54. <https://doi.org/10.1007/s10827-008-0125-3>
- State, M. W., & Levitt, P. (2011). The conundrums of understanding genetic risks for autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 14(12), 1499–1506. doi:10.1038/nn.2924
- Sterzer, P., Kleinschmidt, A., & Rees, G. (2009). The neural bases of multistable perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(7), 310–318. doi:10.1016/j.tics.2009.04.006
- Tek, S., Mesite, L., Fein, D., & Naigles, L. (2013). Longitudinal Analyses of Expressive Language Development Reveal Two Distinct Language Profiles Among Young Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(1), 75–89. doi:10.1007/s10803-013-1853-4
- Thomas, M. S. C., Knowland, V. C. P., & Karmiloff-Smith, A. (2011). Mechanisms of developmental regression in autism and the broader phenotype: A neural network modeling approach. *Psychological Review*, 118(4), 637–654. doi:10.1037/a0025234

- Toppino, T. C. (2003). Reversible-figure perception: Mechanisms of intentional control. *Perception & Psychophysics*, 65(8), 1285–1295. doi:10.3758/bf03194852
- Toppino, T. C., & Long, G. M. (s.f.). Top-Down and Bottom-Up Processes in the Perception of Reversible Figures: Toward a Hybrid Model. *Dynamic Cognitive Processes*, 37–58. doi:10.1007/4-431-27431-6_3
- Tovar, Á. E., & Westermann, G. (2017). A Neurocomputational Approach to Trained and Transitive Relations in Equivalence Classes. *Frontiers in Psychology*, 8. doi:10.3389/fpsyg.2017.01848
- Tovar ÁE, Rodríguez-Granados A, Arias-Trejo N. (2019) Atypical shape bias and categorization in autism: Evidence from children and computational simulations. *Dev Sci*; e12885. <https://doi.org/10.1111/desc.12885>
- Turi, M., Burr, D. C., & Binda, P. (2018). Pupillometry reveals perceptual differences that are tightly linked to autistic traits in typical adults. *eLife*, 7. doi:10.7554/elife.32399
- Vasa, R. A., Mostofsky, S. H., & Ewen, J. B. (2016). The Disrupted Connectivity Hypothesis of Autism Spectrum Disorders: Time for the Next Phase in Research. *Biological psychiatry. Cognitive neuroscience and neuroimaging*, 1(3), 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2016.02.003>
- Van Ee, R., van Dam, L. C. J., & Brouwer, G. J. (2005). Voluntary control and the dynamics of perceptual bi-stability. *Vision Research*, 45(1), 41–55. doi:10.1016/j.visres.2004.07.030
- Vázquez Ramírez, M. A. (2015). La atención educativa de los alumnos con trastornos del espectro autista. Instituto de Educación de Aguascalientes
- Vindrola Paseta, S. (2016). Percepción visual y auditiva en escolares con autismo en Lima Metropolitana: un estudio de casos.
- Wagenmakers, E. J., Marsman, M., Jamil, T., Ly, A., Verhagen, J., Love, J., ... Morey, R. D. (2018). Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages

and practical ramifications. *Psychonomic Bulletin and Review*, 25(1), 35–57.
<https://doi.org/10.3758/s13423-017-1343-3>

Warren, R. M., & Gregory, R. L. (1958). An Auditory Analogue of the Visual Reversible Figure. *The American Journal of Psychology*, 71(3), 612.
doi:10.2307/1420267

Wetzels, R., van Ravenzwaaij, D., & Wagenmakers, E.-J. (2015). *Bayesian Analysis. The Encyclopedia of Clinical Psychology*, 1–11. doi:10.1002/9781118625392.wbecp453

Wilson, H. R., & Cowan, J. D. (1972). Excitatory and Inhibitory Interactions in Localized Populations of Model Neurons. *Biophysical Journal*, 12(1), 1–24.
doi:10.1016/s0006-3495(72)86068-5

Wozniak, R., Leezenbaum, N. B., Northrup, J. B., West, K., & Iverson, J. (2016). The development of autism spectrum disorders: Variability and causal complexity: Development of autism spectrum disorders. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8, <https://doi.org/10.1002/wcs.1426>

Zhou, X., Feliciano, P., Shu, C. et al. Integrating de novo and inherited variants in 42,607 autism cases identifies mutations in new moderate-risk genes. *Nat Genet* (2022). <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01148-2>

ANEXOS

ANEXO 1: Consentimiento informado

Por favor, lee con atención el siguiente CONSENTIMIENTO INFORMADO y si estás de acuerdo en participar en el estudio responde con un mensaje que diga “estoy de acuerdo con participar en el estudio de reconocimiento de patrones visuales y auditivos” y coloca tu nombre. Si tienes alguna duda puedes aclararla antes de decidir participar.

Me han informado que el propósito de la investigación es estudiar el reconocimiento de patrones visuales y auditivos, así como su variabilidad entre poblaciones. Entiendo que este estudio no representa ningún riesgo para mí. Podré suspender mi participación en el momento que yo quiera sin que eso genere consecuencias negativas para mí.

Acepto que la plataforma de cómputo pueda tomar algunas capturas de video exclusivamente durante la duración de la tarea experimental, para que se pueda corroborar mi atención en la pantalla. Estos registros serán eliminados una vez que sean revisados.

Mis datos se usarán únicamente para fines de la investigación, no serán publicados mis datos personales y mis respuestas se mantendrán anónimas. Los resultados grupales me serán dados a conocer una vez que la investigación finalice.

ANEXO 2: Ejemplo de informe a participante



Informe de participación en el estudio de Percepción Auditiva y Visual en Adolescentes y Adultos con Trastornos Espectro Autista de Alto Funcionamiento



Nombre completo: C

Edad: 35 años

Escolaridad: Licenciatura

Periodo de participación: Del 10 de enero de 2022 al 14 de febrero de 2022

Fecha de entrega: 15 de diciembre de 2022

Estudio

El estudio pretende evaluar la percepción auditiva y visual en adolescentes y adultos con Trastorno Espectro Autista (TEA) con alto funcionamiento, y sus implicaciones en la variabilidad que existe dentro de esta población. La investigación busca explorar la variabilidad individual en tareas de percepción multiestable en personas con TEA.

Participación

La participación se realizó bajo el consentimiento informado del participante (ver en Anexo 1), quien posterior a ello tuvo una serie de sesiones en las que respondió a dos tareas que implicaron la detección de perceptos visuales y auditivos. Las tareas se realizaron en modalidad a distancia por medio de una plataforma digital en la que se entrenó previamente al participante para poder realizar las tareas de forma autónoma. Los participantes respondieron, previo a la primera sesión, una versión en español del *Autism Spectrum Quotient* (AQ), un *Cuestionario de Sensibilidad Auditiva* (CSA), un cuestionario de datos generales y una *Encuesta de Valoración del Estado de Ánimo* (EVEA), ésta última durante cada sesión. Cabe destacar que en su participación contó con un ID identificador para mantener la confidencialidad de su información.

Nota Importante: los datos contenidos en este informe no representan un diagnóstico ni una recomendación clínica o terapéutica. Se presentan únicamente como información del perfil

psicológico del participante, que pueden ser útiles para acompañar sus intervenciones o procesos educativos cuando estén bajo supervisión de algún profesional.

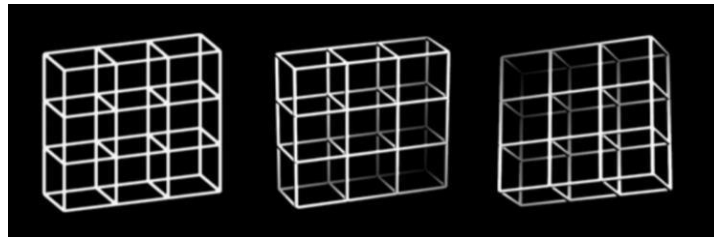
Pruebas perceptuales

- **Tarea visual**

Para la evaluación visual se utilizó la tarea de percepción multiestable del enrejado de Necker utilizada en los estudios de Kornmeier y colaboradores (2005; 2017), que son variantes del cubo de Necker. El enrejado puede ser percibido como visto desde una perspectiva derecha (Fig 1. En medio) o desde una perspectiva izquierda (Figura 1. Derecha). Ambas interpretaciones son igualmente probables, mutuamente excluyentes y la percepción se invierte espontáneamente entre ellas.

Figura 1

Enrejado de Necker



Nota: El estímulo de la izquierda es el estímulo ambiguo. El enrejado de en medio muestra la perspectiva derecha y el enrejado de la derecha muestra la perspectiva izquierda (Kornmeier et al, 2017).

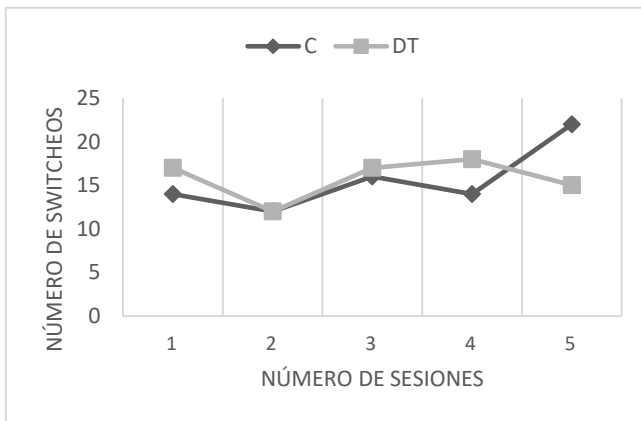
Con los datos obtenidos nos enfocaremos en analizar *switcheos*, entendiéndolos como el número de veces que fue detectado un percepto y el *tiempo* (total y promedio), es decir la duración que tiene cada percepto.

A continuación, se presentarán las gráficas que muestran las variables antes mencionadas, en ellas aparecen los datos de **C** y los de un participante con DT de la misma edad y sexo que **C**, para las gráficas de tiempo decidimos mostrar únicamente las ejecuciones de un percepto esto para evitar redundancia en la información brindada y asumimos que la información del percepto que no se muestra es complementaria a la otorgada. Únicamente

serán contemplados los datos de las primeras cinco sesiones porque es el número de sesiones que logró concretar el participante con DT.

Figura 2

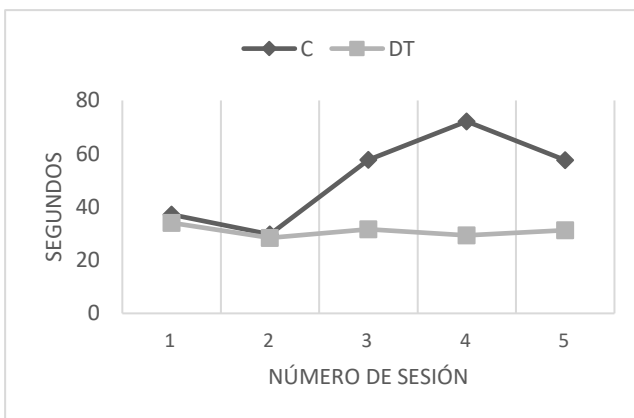
Switcheos en tarea visual



Nota: En la Figura 2 podemos ver el número de cambios entre perceptos durante la tarea visual. A lo largo de las sesiones el desempeño de ambos participantes fue muy similar y fluctúa en el mismo lapso de tiempo.

Figura 3

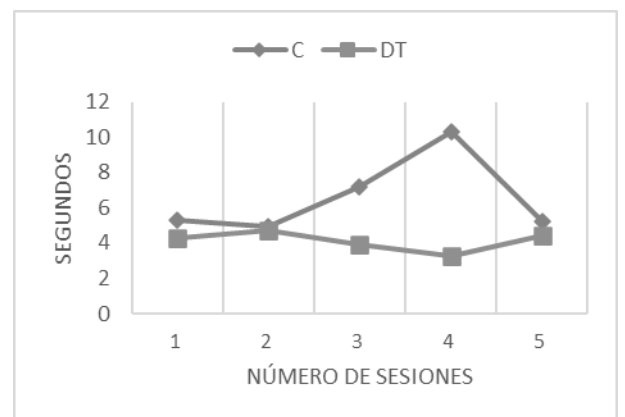
Tiempo de permanencia en el percepto derecho en un rango de 90 seg



Nota: Podemos ver que el nivel de permanencia de C se mantiene más fluctuante a lo largo del tiempo, sin embargo, hay tres sesiones en las que se aprecia el emparejamiento de ambos

Figura 4

Tiempo promedio de permanencia en el percepto derecho



Nota: el participante con DT tiene una permanencia constante a lo largo de las sesiones y rondando los 30 segundos por lo que podría sugerirse que hubo una preferencia por el otro percepto. Cuestión que no sucede con C quien se mantiene más fluctuante y a partir de la segunda sesión se mantiene por encima de los 45 segundos (la mitad de tiempo) lo que sugiere que tuvo un sesgo hacia el percepto derecho.

- **Tarea auditiva**

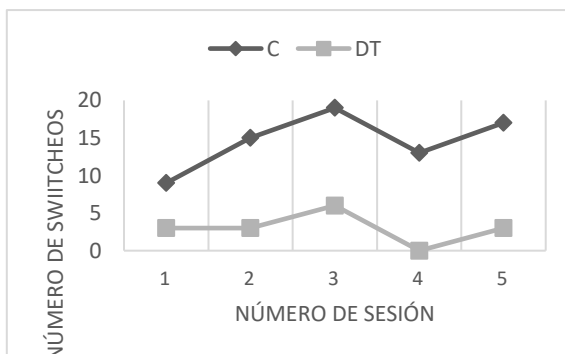
La tarea auditiva estuvo conformada por tres tonos ambiguos retomados de la investigación de Kondo y Li (2020). En esta se presentan secuencias de 3 tonos repartidos en cuatro tiempos con la estructura ABA- donde el guion es un silencio. La estructura se repite secuencialmente numerosas ocasiones sin pausas. Los participantes pueden interpretar una secuencia armónica compuesta por dos tonos (AB; AB) a la que hemos llamado *galopeo* o dos secuencias sobrelapadas compuestas por dos tonos cada una (A A; B B) a la que hemos llamado *separado*.

Con los datos obtenidos nos enfocaremos en analizar *switcheos*, entendiéndolos como el número de veces que fue detectado un percepto y el *tiempo* (total y promedio), es decir la duración que tiene cada percepto.

A continuación, se presentarán las gráficas que muestran las variables antes mencionadas, en ellas aparecen los datos de **C** y los de un participante con DT de la misma edad y sexo que **C**, para las gráficas de tiempo decidimos mostrar únicamente las ejecuciones de un percepto esto para evitar redundancia en la información brindando y asumimos que la información del percepto que no se muestra es complementaria a la otorgada. Debido a que el participante con DT solo logró concluir cinco sesiones en la tarea auditiva, solo será considerado ese número de sesiones de ambos participantes para las siguientes gráficas. Únicamente serán contemplados los datos de las primeras cinco sesiones porque es el número de sesiones que logró concretar el participante con DT.

Figura 5

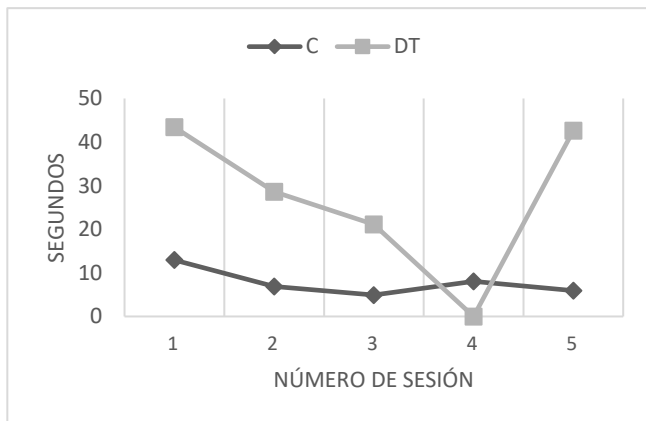
Switcheos en tarea auditiva



Nota: Como podemos ver en la figura 5, **C** tienen un patrón muy similar a lo largo de las sesiones, solo que **C** presenta más del doble de detecciones en casi todas las sesiones.

Figura 6

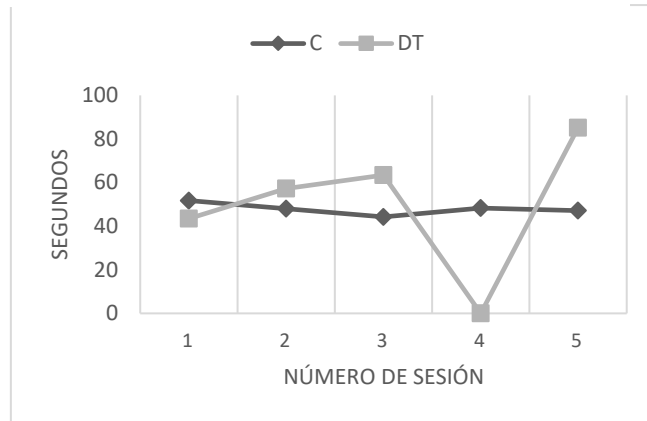
Tiempo de permanencia en el percepto separado en un rango de 90 seg



Nota: Podemos observar que **C** mantiene un tiempo promedio muy constante en la detección de este percepto a lo largo de las sesiones en contraste a su par con **DT** quien no mantiene un tiempo promedio permanente e incluso tiene fluctuaciones muy marcadas

Figura 7

Tiempo promedio de permanencia en el percepto separado



Nota: Los datos de la figura 7 muestra una permanencia casi perfecta a lo largo de las sesiones en dicho percepto, este tiempo se encuentra alrededor de la mitad posible (45 s) lo que puede sugerir que no hubo ningún sesgo por alguna de las interpretaciones

Autism Spectrum Quotient (AQ)

La prueba contiene preguntas tanto de puntuación directa como de puntuación inversa, para calificarla se hace un ajuste en las preguntas de puntuación inversa de manera que entre más alta se la puntuación es indicio de que son más fuertes los signos de TEA.

Puntuación directa: 164

De acuerdo con los datos obtenidos de la aplicación del AQ en más de 400 personas adultas jóvenes mexicanas normotípicas, se encontró que la media general fue de 114.3043 (valor máximo: 151), considerando el valor de la media general más dos desviaciones estándar ($de=12.15$) da un igual de 138.6043 por lo que cualquier puntuación por encima puede considerarse puntuaciones notablemente elevadas y atípicas. Dado que la puntuación total de **C** fue de 164 es una puntuación que cae fuera de los parámetros de la muestra normotípica por lo que es confirmatoria de su diagnóstico.

Subpruebas:

- *Habilidades Sociales: 36*

La media normotípica de esta subprueba es de 21.9038 y la desviación estándar de 4.4571 por lo que al considerar dos desviaciones estándar por encima de la media (30.818) o por debajo (12.9896) son los límites que serán considerados para establecer el intervalo de valores normativos. La puntuación de **C** está fuera del parámetro establecido lo que indica habilidades sociales inferiores de la normativa.

- *Cambio atencional: 37*

La media normotípica de esta subprueba fue de 26.1458 y una desviación típica de 5.1225, al contemplar dos desviaciones estándar por encima de la media (36.3908) o por debajo (15.9008) son los límites que serán considerados para establecer los parámetros de valores normativos. La atención traspuesta (cambio atencional) de **C** se encuentra ligeramente por encima de los rangos normativos, lo que sugiere habilidad de cambio atencional levemente disminuida.

- *Atención a los detalles: 32*

La media normotípica obtenida fue de 26.1298 y la desviación estándar de 3.9477, por lo que al considerar dos desviaciones estándar por encima de la media (34.0252) o por debajo (18.2344) son los límites que serán considerados para establecer el intervalo de valores normativos. La atención a los detalles de **C** entre los parámetros señalados, por lo que indica una atención a los detalles normativa.

- *Comunicación: 36*

La media normotípica fue de 19.4474 y una desviación estándar de 3.8664, tras calcular dos desviaciones por encima de la media (27.1802) o por debajo (11.7146) son los límites que serán considerados para establecer el rango de valores normativos. Las respuestas de **C** en este rubro indican que su habilidad en comunicación se encuentra por encima del límite superior lo que es indicio de habilidades de comunicación inferiores a las de la población con DT.

- *Imaginación: 23*

La media normotípica de imaginación fue de 20.6868 y una desviación estándar de 4.0350, más dos desviaciones estándar (28.7568) o menos dos desviaciones estándar (12.6168) son los límites que serán considerados para establecer el intervalo de valores normativos. El nivel de imaginación reportado por **C** se encuentra dentro de los parámetros por lo que podría sugerirse habilidad normativa en esta habilidad.

La Escala de Procesamiento Auditivo (EPA)

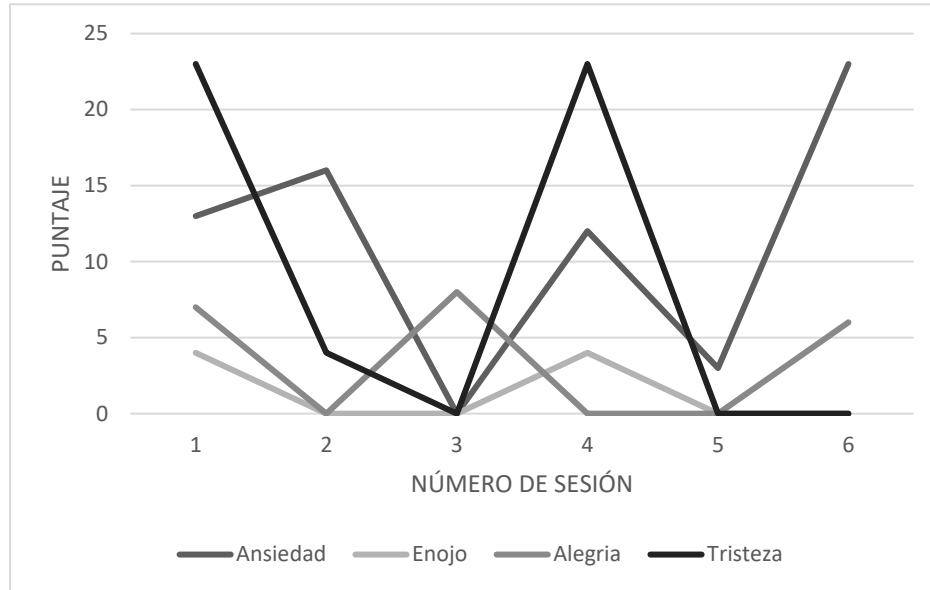
Valor de sensibilidad auditiva: 17

EPA perteneciente a *Brain-Body Center Sensory Scales*. Tras los datos calculados de la aplicación de la EPA a una muestra pequeña de 31 personas adultas jóvenes mexicanos normotípicas, se obtuvo que la media general fue de 23.0325 (valor máximo: 37). Por lo que considerando el valor de la media general más dos desviaciones estándar (6.6457), se contemplará ese dato para sugerir que un participante tiene alta sensibilidad auditiva si obtiene un valor superior a 36.32. Dado que el valor de sensibilidad auditiva de **C** fue de 17, puede considerarse como una puntuación con sensibilidad dentro de la normatividad.

Encuesta de Valoración del Estado de Ánimo (EVEA)

Figura 9

Puntuación de EVEA



Nota: La grafica muestra el nivel de cada estado emocional (ansiedad, enojo, alegría, tristeza) que se midió a lo largo de las sesiones. En todos los estados emocionales y en todas las sesiones se observa poca constancia de los mismos.

EVEA es un instrumento cuyo objetivo es evaluar el estado de ánimo al momento de responderlo. En la Figura 9 se muestran los valores obtenidos en cada escala a lo largo de seis sesiones.

Para el análisis de dichos datos se tomaron las medias y desviaciones estándar de la ejecución del propio participante.

- **Ansiiedad**

La media de los datos de ansiedad de C fue de 11.16, la desviación estándar de 8.47. Dada la cantidad de datos, se considerará 1.5 de desviación estándar por encima (23.87) para sugerir los parámetros del nivel del estado de ánimo típico, en este caso como la media es muy baja y la desviación típica muy alta no se contemplarán las desviaciones por debajo.

En ansiedad, no hubo ninguna sesión que quedara fuera de los rangos establecidos por lo que no podemos concluir que podría efectuar un sesgo en la ejecución del participante.

- **Enojo**


La media obtenida por C fue de 1.33, mientras que la desviación estándar de 2.06. Al considerar 1.5 de desviación estándar por encima (4.43) para sugerir los parámetros del nivel del estado de ánimo típico, en este caso como la media es muy baja y la desviación típica muy alta no se contemplarán las desviaciones por debajo. En este estado emocional, no hubo ninguna sesión que quedara fuera de los rangos establecidos por lo que no podemos concluir que podría efectuar un sesgo en la ejecución del participante.

- **Alegría**

La media obtenida fue de 3.50 y la desviación estándar fue 3.88. Se considerará 1.5 de desviación estándar por encima (9.32) para sugerir los parámetros del nivel del estado de ánimo típico, en este caso como la media es muy baja y la desviación típica muy alta no se contemplarán las desviaciones por debajo. En la emoción de alegría, no hubo ninguna sesión que quedara fuera de los rangos establecidos por lo que no podemos concluir que podría efectuar un sesgo en la ejecución del participante.

- **Tristeza**

La media personal en esta escala fue de 8.33, mientras que la desviación estándar de 11.46. Contemplando 1.5 de desviación estándar por encima (25.53) para sugerir los parámetros del nivel del estado de ánimo típico, en este caso como la media es muy baja y la desviación típica muy alta no se contemplarán las desviaciones por debajo. En tristeza, no hubo ninguna sesión que quedara fuera de los rangos establecidos por lo que no podemos concluir que podría efectuar un sesgo en la ejecución del participante.



Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo
Director del proyecto



Psic. Elizabeth G. Paniagua Bañuelos
Responsable del proyecto