

Evaluación de la atención mediante eye tracking en población infantil: una revisión sistemática

Ps. Cl. Nataly Alvarado Ortega

nalvarado@es.uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

HBSc. Neuroscientist and Psychologist Katherine Hernández Idrovo

khernandez@es.uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

Ps. Cl. Devis Cedeño Mero

dcedeno@es.uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

PhD. Martha Cobos Cali

mcobos@uazuay.edu.ec

Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador

RESUMEN

La creación de nuevas tecnologías como el sistema de seguimiento ocular eye tracking, han beneficiado algunas áreas como: la medicina, la educación, la neuropsicología, el marketing, etc. El objetivo general de este trabajo es dar a conocer cuáles son los estudios realizados sobre la evaluación de la atención mediante eye tracking en población infantil mediante una revisión sistemática de la literatura. La búsqueda de información se realizó mediante varias fuentes como: ScienceDirect, Hinari, Pubmed, Scopus, EBSCOhost y Dialnet, en las cuales se obtuvo un total de 188 artículos de los cuales fueron seleccionados únicamente 29 artículos de los últimos 5 años, los mismos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los resultados demostraron que la evaluación de la atención mediante el sistema de seguimiento ocular Eye Tracking en población infantil resultó efectiva, siendo los modelos de eye tracking SMI iView X™

RED, Tobii X2-60 y el Tobii T-120 los más empleados en la evaluación de la atención visual seguido de la atención social y sostenida en niños con Trastorno de Espectro Autista y niños sanos con desarrollo típico.

Palabras claves: atención; eye tracking; niños.

Evaluation of attention through eye tracking in childhood: a systematic literature review

ABSTRACT

The creation of new technology such as the eye-tracking system has benefited areas including medicine, education, neuropsychology, marketing, etc. This article aims to present the studies realized about the evaluation of attention through eye-tracking systems in children creating a systematic literature review. The search of information was developed in ScienceDirect, Hinari, Pubmed, Scopus, EBSCOhost, and Dialnet, finding 188 articles in total. Of this number, only 29 articles from the last 5 years which accomplished the established inclusion and exclusion criteria were selected. The results of this systematic review demonstrated that the evaluation of attention through eye-tracking systems in children is efficient, finding that the most common eye-tracker models used were the SMI iView X™ RED, the Tobii X2-60, and the Tobii T-120. These eye trackers were used mainly to evaluate visual attention, social attention, and sustained attention in children with Autism Spectrum Disorder and healthy children with typical development.

Keywords: attention; eye tracking; children.

Artículo recibido: 18 febrero 2022

Aceptado para publicación: 05 marzo 2022

Correspondencia: nalvarado@es.uazuay.edu.ec

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años en la evaluación neuropsicológica se han usado diferentes instrumentos tecnológicos los cuales han resultado ser fundamentales aliados en estos procesos (Soto, Martín y Jiménez, 2010). Siendo uno de ellos el sistema de seguimiento ocular, más conocido en inglés como eye tracking. Esta técnica consiste en identificar la posición de los ojos y los movimientos sacádicos ante un estímulo visual concreto. Empleando para ello rayos infrarrojos que detectan la orientación de las pupilas y a su vez la orientación visual. En los estudios realizados de seguimiento ocular se basan en que la atención visual tiene que ver principalmente con la dirección de los ojos. Por ello, se ha considerado que las fijaciones oculares son las medidas conductuales de la atención (Pérez, Rojas y Vila, 2019).

De este modo, la atención se define como “un sistema funcional complejo y dinámico gracias al cual procesamos la información, seleccionando los estímulos adecuados para ejecutar una determinada actividad ya sea sensorial, cognitiva o motora” (Portellano, 2005). Por consiguiente, la atención se encarga de focalizar selectivamente un estímulo, seleccionando la información no deseada. Con la ayuda de los mecanismos atencionales se llevan a cabo los procesos cognitivos, eligiendo los estímulos que llegan al sistema nervioso (Navarro, Molina y Lacruz, 2016).

Por esta razón, algunos autores han clasificado a la atención en varios tipos, entre ellos Castaño, Correa y Díaz (2016) definen la atención interna como la facultad de atender a los propios procesos mentales o cualquier estimulación interoceptiva. La atención externa es la facultad para captar cualquier estímulo externo. La atención voluntaria requiere de la decisión del sujeto de centrarse en una actividad específica. La atención involuntaria se fundamenta en la fuerza con que el estímulo llega a la persona. La atención abierta supone las respuestas motoras. La atención encubierta no tiene una respuesta perceptible. La atención dividida percibe varios estímulos simultáneamente. La atención selectiva se da cuando el individuo concentra su interés hacia un solo estímulo. La atención visual/espacial y auditiva/temporal, ambas tienen que ver con la capacidad sensorial a la que se aplique. La visual está relacionada con el espacio y la auditiva con el tiempo que persiste el estímulo.

Es por ello, que esta investigación destaca la importancia de la evaluación de la atención mediante el sistema de seguimiento visual eye tracking, ya que ha demostrado ser útil en diferentes áreas como el marketing y la educación.

La presente revisión sistemática tiene como objetivo identificar los estudios que han empleado el eye tracking para la evaluación de la atención, determinar qué tipos de eye tracking se han empleado en la evaluación de la atención, identificar qué tipo de atención se evaluado y describir qué alcances han tenido las evaluaciones de atención mediante el uso de eye tracking en población infantil. Para ello, se responderá a las siguientes preguntas de investigación las cuales permitirán dirigir esta revisión:

- ¿Qué tipos de eye tracking se han empleado en la evaluación de la atención en población infantil?
- ¿Qué tipos de atención han sido evaluados mediante el uso de eye tracking?
- ¿Cuál ha sido la eficacia de la evaluación de la atención mediante el uso del eye tracking?

Este escrito está estructurado de la siguiente forma: en un primer apartado se plantea la metodología empleada para efectuar esta revisión donde se describen la búsqueda bibliográfica que se usó, los criterios de búsqueda, criterios de exclusión e inclusión y la forma en cómo se obtuvieron los datos. En otro apartado, constan los resultados del análisis de los artículos seleccionados que se tomaron en cuenta siguiendo las preguntas de investigación propuestas para el estudio. Para concluir, en el último apartado se observa la discusión y conclusión.

METODOLOGÍA

La metodología se efectuó siguiendo los criterios del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyzes Statement) que corresponde a un método para la realización de revisiones sistemáticas, sobre estudios realizados de evaluación de la atención mediante eye tracking en población infantil (Liberati et al., 2009).

Búsqueda Bibliográfica

Los términos utilizados para la búsqueda bibliográfica de este estudio se seleccionaron mediante las preguntas de investigación propuestas. Se emplearon campos de búsqueda avanzada en dos idiomas: inglés y español. Para acortar los resultados de las búsquedas

se usó los operadores booleanos AND y OR acompañados de comillas para señalar frases específicas. Los términos de búsqueda se tomaron en cuenta en el título, resumen y en las palabras claves. Para esta investigación se llevó a cabo un proceso de revisión de artículos científicos para determinar que, en el resumen, título y palabras claves incluyan los términos de búsqueda propuestos. Por lo tanto, las palabras claves efectuadas para la presente búsqueda se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. *Búsqueda de Palabras Claves.*

Palabras Claves
“Atención “AND “eye tracking” AND “niños”
“Attention” AND “eye tracking” AND “children” OR “kids”

Por medio de las palabras claves que se eligieron se realizó la búsqueda de artículos científicos primarios. Esta búsqueda fue hecha desde el 21 de febrero al 4 de marzo del presente año con las siguientes bases de datos académicas: Sciencedirect, Hinari, Pubmed, Scopus, EBSCOhost y Dialnet.

Criterios de Búsqueda

Para ejecutar el presente estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de texto: artículos completos.
 - Idioma: artículos escritos en inglés y español.
 - Año de publicación: los artículos debían estar publicados entre los años 2017 a 2022.
- Posteriormente realizada la búsqueda se leyó los resúmenes, conclusiones de cada uno de los artículos encontrados constatando el cumplimiento o no de los criterios de inclusión y exclusión. Por lo tanto, a continuación, se muestran los criterios de inclusión y exclusión de la presente búsqueda.

Criterios de inclusión:

- Investigación de Evaluación de la Atención mediante el Sistema de Seguimiento Visual Eye Tracking en población de niños de 4 a 15 años.
- Investigaciones de los últimos 5 años (2017-2022).
- Artículos completos.
- Artículos en idiomas español e inglés.

Criterios de exclusión:

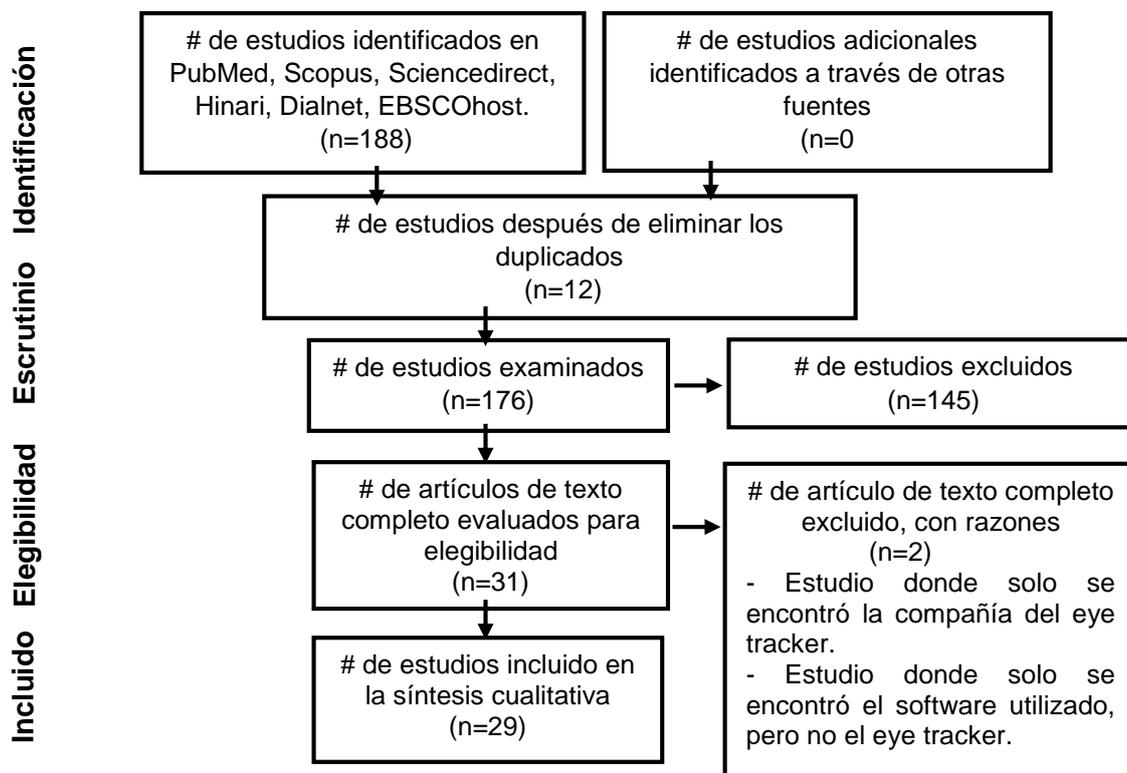
- Revisiones sistemáticas o Metaanálisis
- Estudios realizados con otro tipo de herramienta que no sea Eye Tracking
- Además de estudios que involucren otro tipo de funciones cognitivas como: memoria, lenguaje, viso percepción, entre otros.

Estrategias de Extracción de Datos

Para la extracción de datos de los diferentes artículos se basó en identificar estudios completos donde consten los autores, el título, palabras claves, Doi y que estuviesen entre los últimos cinco años (2017-2022). Estos criterios permitieron justificar las preguntas de investigación. Terminada la extracción de datos se orientó a analizar los artículos encontrados.

RESULTADOS

En esta sección de resultados se distribuyó de la siguiente manera: primero se explican los resultados de la búsqueda bibliográfica efectuada, segundo se focalizan en contestar las preguntas de investigación planteadas. Por lo tanto, las bases de datos académicas utilizadas fueron: Sciencedirect, Hinari, Pubmed, Scopus, EBSCOhost y Dialnet, se descartaron los estudios duplicados que fueron 12, además se eliminaron los estudios que no cumplían los criterios de inclusión y exclusión que en total fueron 145, además de 2 artículos excluidos por razones como: solo se identificó la compañía del eye tracker y otro donde solo se encontró el software utilizado, pero no el tipo de eye tracking. Por lo tanto, se obtuvo un total de 29 artículos primarios seleccionados. Por consiguiente, a continuación, en la figura 1 se muestra el desarrollo seguido de la búsqueda y reconocimiento de los estudios añadidos a la actual revisión sistemática

Figura 1. Diagrama de información de las diferentes fases de una revisión sistemática.

Alcance del Estudio

El alcance del estudio permitió determinar otros factores como los estudios encontrados por países, en donde se evidencia en la tabla 2 que el mayor número de estudios registrados fueron en Estados Unidos con 12 (41.4%) (Amat et al., 2021; Davies, Coe, Hentges, Sturge-Apple y Van der Kloet E, 2018; Guarino, Wakefield, Morrison y Richland, 2022; Harrison y Slane, 2020; Kim, Singh, Thiessen y Fisher, 2020; Miller, Kirkorian y Simmering, 2020; Moore et al., 2018; Neuman, Samudra, Wongy Kaefer, 2020; Neumann, Wong, Flynn y Kaefer, 2019; Souter, Arunachalam y Luyster, 2020; Thompson, Plavnick y Skibbe, 2019; Wang et al., 2020), Austria con 3 estudios (10.3%) (Binder, Naderer y Matthes, 2020; Naderer, Binder, Matthes, Spielvogel y Forrai, 2020; Spielvogel, Matthes, Naderer y Karsay, 2018), España, Qatar con 2 estudios cada uno (6.9%) (García et al., 2019; Vacas, Antolí, Sánchez, Pérez y Cuadrado, 2021; Banire, Al Thani, Qarage, Mansoor y Makki, 2021; Banire, Al Thani, Qarage, Khowaja y Mansoor, 2020), Chile, Colombia, Inglaterra, Alemania, Bélgica, Escocia, Dinamarca, Italia,

Australia y Uganda con 1 estudio cada uno (3.4%)(Rojas et al., 2019; Rosa, Castrillón, Castillo, Valencia y Díaz, 2018; Valenza y Calignano, 2021; Köster y Kärtner, 2018; Maes, Stercq y Kissine, 2021; Fletcher y Hampton, 2018; Stevenson, Dewhurst, Schilhab y Bentsen, 2019; Muratori et al., 2019; Lewis, Porter, Williams, Bzishvili, North y Payne, 2019; Chhaya et al., 2018).

Tabla 2. *Número de Artículos Según el País Donde se Realizó el Estudio.*

País	Número de Artículos
EEUU	12
Chile	1
Colombia	1
España	2
Austria	3
Inglaterra	1
Alemania	1
Bélgica	1
Escocia	1
Dinamarca	1
Italia	1
Qatar	2
Austria	1
Uganda	1
Total	29

En la tabla 3 se observa la condición de los participantes de los estudios seleccionados, evidenciando que 10 estudios (34.5%) tuvieron como población niños con Trastornos del Espectro Autista (TEA) (Amat et al., 2021; Harrison y Slane, 2020; Moore et al., 2018; Thompson et al., 2019; Wang et al., 2020; Vacas et al., 2021; Banire et al., 2021; Banire et al., 2020; Maes et al., 2021; Muratori et al., 2019), 10 estudios (34.5%) en población con niños sanos con desarrollo típico (Guarino et al., 2022; Kim et al., 2020; Miller et al., 2020; Souter et al., 2020; Binder et al., 2020; Naderer et al., 2020; Spielvogel et al., 2018; Köster y Kärtner, 2018; Fletcher y Hampton, 2018; Stevenson et al., 2019), 3 estudios (10.3%) niños con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) (García et al., 2019; Rojas et al., 2019; Rosa et al., 2018), 2 estudios (6.9%) niños con bajos recursos económicos (Neuman et al., 2020; Neuman et al., 2019) y 1 estudio (3.4%) cada uno con niños con diagnóstico de Neurofibromatosis tipo 1 (Lewis et al., 2019), con riesgos de VIH (Chhaya et al., 2018), con problemas familiares (Davies

et al., 2018) y un estudio combinado con población de niños con TEA y TDAH (Valenza y Calignano, 2021).

Tabla 3. *Número de Artículos Según la Condición de la Población Infantil.*

Población Infantil	Número de Artículos
TEA	10
TDAH	3
TEA y TDAH	1
Neurofibromatosis tipo 1	1
Con riesgo de VIH	1
Niños sanos con desarrollo típico	10
Con bajos recursos económicos	2
Con problemas familiares	1
Total	29

Tipos de eye tracking se han empleado en la evaluación de la atención en población infantil.

Según las investigaciones, en la tabla 4 se muestran los tipos de eye tracking que se han utilizado con más frecuencia para evaluar la atención en población infantil fueron SMI iView X™ RED, Tobii X2-60, Tobii X2-30, Tobii T-120, Eyelink 1000, SMI RED-m, Tobii T-60, Tobii EyeX, Tobii X-60, Tobii Pro X2-60, Tobii Pro X3-120, Tobii Pro Glasses 2, Eyelink 1000 Plus, SMI RED-250, SMI RED-500, Positive Science LLC DB9-CHG. Veinte y nueve estudios corroboraron aquello en donde el tipo de eye tracking más utilizado es el SMI iView X™ RED con 4 artículos que corresponde a un (13,8%) (Souter et al., 2020; Binder et al., 2020; Naderer et al., 2020; Spielvogel et al., 2018) al igual que el Tobii X2-60 con 4 artículos (13.8%) (Thompson et al., 2019; Banire et al., 2021; Banire et al., 2020; Valenza y Calignano, 2020) y también el Tobii T-120 (Moore et al., 2018; Neuman et al., 2020; Neuman et al., 2019; Rosa et al., 2018). Tobii X2-30 con 3 estudios que corresponde a un (10.3%) (García et al., 2019; Vacas et al, 2021; Chhaya et al., 2018), Eyelink 1000 con 2 artículos corresponde al (6,9%) (Rojas et al., 2019; Lewis et al, 2019) al igual que el SMI RED-m con 2 artículos correspondiente al (6.9%) (Harrison y Slane, 2020; Köster y Kärtner, 2018) y con un solo estudio Tobii T-60 (Davies et al., 2018), Tobii EyeX (Amat et al., 2021), Tobii X-

60 (Fletcher y Hampton, 2018), Tobii Pro X2-60 (Maes et al., 2021), Tobii Pro X3-120 (Guarino et al., 2022), Tobii Pro Glasses 2 (Stevenson et al., 2019), Eyelink 1000 Plus (Wang et al., 2020), SMI RED-250 (Kim et al., 2020), SMI RED-500 (Muratori et al., 2019), Positive Science LLC DB9-CHG que hace referencia a un (3,4%) (Miller et al., 2020).

Tabla 4. Número de Artículos Según el Tipo de Eye Tracker Utilizado.

Tipos de Eye Tracking	Número de Artículos
Tobii T-60	1
TobiiT-120	4
Tobii Eye X	1
Tobii X2-30	3
Tobii X-60	1
Tobii X2-60	4
Tobii Pro X2-60	1
Tobii Pro X3-120	1
Tobii Pro Glasses 2	1
Eyelink 1000	2
Eyelink 1000 Plus	1
SMI iView X™ RED	4
SMI RED-m	2
SMI RED-250	1
SMI RED-500	1
Positive Science LLC DB9-CHG	
Total	29

Tipos de atención que han sido evaluados mediante el uso de eye tracking

En cuanto a los tipos de atención los resultados de los estudios evidenciaron en la tabla 5, que la atención visual obtuvo un total de 13 artículos lo que representa el (44,8 %) (Guarino et al., 2022; Miller et al., 2020; Neuman et al., 2019; Thompson et al., 2019; Binder et al., 2020; Naderer et al., 2020, Spielvogel et al., 2018; García et al., 2019; Köster y Kärtner, 2018; Maes et al., 2021; Fletcher y Hampton, 2018; Lewis et al., 2019 ; Chhaya et al., 2018) seguido de estudios que evaluaban en conjunto la atención social y sostenida con 5 estudios (17.2%) (Harrison y Slane, 2020; Moore et al., 2020; Souter et al., 2020; Wang et al., 2020; Vacas et al., 2021), la atención sostenida con 3 estudios (10.3%) (Kim et al., 2020; Banire et al., 2021,Rojas et al., 2019), la atención selectiva (Davies et al., 2018; Neuman et al., 2020) y la atención conjunta (Amat et al., 2021;

Muraton et al., 2019) cada una con 2 artículos (6.9%), 2 estudios combinados que evaluaban atención selectiva y sostenida (Banire et al., 2020, Rosa et al., 2018). Por último, la atención basada en objeto (Valenza y Calignano, 2021) y la atención ejecutiva o también llamada atención dirigida (Stevenson et al., 2019) con un artículo cada una (3.4%). Por lo que se evidencia que la atención visual seguida de la atención social y sostenida han sido las más evaluadas en la población infantil mediante el uso del eye tracking.

Tabla 5. *Número de Artículos Según el Tipo de Atención.*

Tipos de Atención	Número de Artículos
Atención Visual	13
Atención Sostenida	3
Atención Selectiva	2
Atención Social y Sostenida	5
Atención Selectiva y Sostenida	2
Atención Conjunta	2
Atención Basada en Objeto	1
Atención Ejecutiva (dirigida)	1
Total	29

La eficacia de la evaluación de la atención mediante el uso del eye tracking.

Según los estudios encontrados se pudo evidenciar que la evaluación de la atención mediante el eye tracking resultó efectiva en la población infantil, en todos los tipos de atención y poblaciones encontradas. Observándose que la mayoría de los estudios mediante el uso del eye tracking poseen una alta eficacia (Amat et al., 2021 ; Chhaya et al., 2018) permitiendo el hallazgo de marcadores atencionales y visuales y sesgos hacia objetos no sociales en población con TDAH (Kim et al., 2020; Rojas et al., 2019; Rosa et al., 2018), además que ha sido útil para el diagnóstico, así como de la ayuda profesional orientadas al diseño de intervenciones y principalmente para la intervención temprana (Kim et al., 2020; Neuman et al., 2019). También resultó factible ya que permite evaluar el desarrollo neurológico del infante como factor de riesgo, siendo útil para el diseño de tratamientos (Lewis et al., 2019).

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente revisión sistemática evidencian los distintos tipos de atención, tipos de eye tracking y eficacia de la evaluación de la atención en población

infantil. Los hallazgos indican que el tipo de atención más evaluado mediante el uso del eye tracking ha sido la atención visual seguido de la atención social y sostenida.

Atención Visual

Diversos estudios se han enfocado en la utilización de recursos digitales ligados al seguimiento ocular obteniendo resultados prometedores. Es así que se observó una diferencia cultural, donde niños chinos pasaron más tiempo mirando el fondo de ilusión óptica que los niños estadounidenses (Köster y Kärtner, 2018). Otros estudios utilizaron juegos o aplicaciones digitales enfocadas al estudio de posibles intervenciones en trastornos del neurodesarrollo (García et al., 2019; Fletcher y Hampton, 2018), donde los niños con TDAH mostraron mejoría en la condición post intervención con el juego interactivo RECOGNeyes en cuanto al tiempo de reacción y control de la mirada, proponiéndole como una alternativa al tratamiento farmacológico (García et al., 2019) y los niños sanos con desarrollo típico presentaron un aumento de fijación hacia las fotografías de personas en niveles altos de complejidad de una aplicación de iPad, mostrando la importancia de una adecuada selección de estímulos para mejorar la utilización de sistemas de seguimiento ocular en intervenciones psicoconductuales en trastornos del neurodesarrollo (Fletcher y Hampton, 2018).

Además, la investigación en la enseñanza en cuanto a procesos atencionales en diversas poblaciones también utiliza recursos digitales ligados al eye tracking. Es así que en niños sanos con desarrollo típico comparado con niños con TEA se encontró una mayor duración de la mirada y mayor tiempo de mirada de izquierda a derecha durante la lectura de un libro electrónico (Thompson et al., 2019). A más de que los niños con TEA no cambian su foco atencional cuando se utilizan gestos de señalar algo intencional ni accidentalmente (Maes et al., 2021). Estos estudios ayudan a comprender el retraso en la alfabetización y la trayectoria en adquisición de lenguaje en niños con autismo (Köster y Kärtner, 2018; Maes et al., 2021).

El uso de eye tracking también permite analizar el curso normal de diversos procesos ligados a la función atencional dentro de la pedagogía. Es así que se encontró que las ayudas pedagógicas que orientan la dirección de la atención en niños de bajos recursos económicos son efectivas para la identificación de palabras en el aprendizaje de vocabulario en programas digitales (Neuman et al., 2019). El uso de lenguaje verbal y señales visuales en niños sanos son capaces de dirigir la atención visual para apoyar el

recuerdo de los estímulos presentados, lo cual ayuda a comprender los cambios en el desarrollo cognitivo especialmente en la atención (Miller et al., 2020). Además, se encontraron diferencias en la resolución de analogías entre niños y adultos, donde los niños sanos con desarrollo típico emplearon un mayor tiempo en resolver las analogías y mayor de tiempo de fijación por ensayo en las mismas (Guarino et al., 2022).

En casos de poblaciones infantiles con afecciones como NF1 el tiempo atencional empleado a rostros es menor que en niños sanos, ayudando a evidenciar rasgos autistas en esta población (Lewis et al., 2019). En una población infantil con riesgo de VIH se encontró una mayor duración de mirada a rostros desconocidos que a los familiares, sugiriendo a los sistemas de seguimiento ocular como un medio viable para mejorar la validez y precisión de otras medidas de desarrollo neurológico en situaciones de riesgo de niños en el África (Chhaya et al., 2018).

En cuanto estudios con niños sanos enfocados en los alimentos, se encontró un mayor tiempo de permanencia atencional hacia los alimentos no saludables (Spielvogel et al., 2018). Además, la memoria parece ser menos dependiente de la atención visual en cuanto alimentos pocos saludables (Naderer et al., 2020). La prohibición de golosinas afecta significativamente los cambios en el diámetro de las pupilas (Binder et al., 2020), recalcando la importancia del contexto familiar para el consumo apropiado de alimentos saludables.

Atención Social y Sostenida

Los niños con TEA pasan una cantidad significativa de tiempo viendo imágenes geométricas, siendo un potencial biomarcador conductual para la identificación del TEA en niños (Moore et al., 2018). El entrenamiento por medio de la mirada produjo efectivamente la disminución de la atención hacia las caras de los personajes que observaban por medio de una pantalla en niños con TEA produciendo nuevos sistemas terapéuticos de la atención social (Wang et al., 2020). Los distractores solo afectan la proporción de tiempo de permanencia de las caras en el grupo de niños con desarrollo típico, pero no en el grupo de niños con TEA (Harrison y Slane, 2020). En los niños sanos con desarrollo típico el índice ojo boca posibilita una comparación más sólida de la atención social a las características faciales internas (Souter et al., 2020). Los niños con TEA y desarrollo típico tienen un patrón similar a las caras en cuanto a su priorización, más atención, visitas más largas a las caras emparejadas con objetos no relacionadas a

sus intereses. Sin embargo, en el grupo con desarrollo típico prestan menos atención a las caras en comparación de los niños con TEA (Vacas et al., 2021).

Atención Sostenida

Los niños con TDAH medicados y sin medicación mostraron diferencias en cuanto a su variación en el rastreo de la posición de las pupilas, en presentación de imágenes en matrices (Rojas et al., 2019). Mediante un modelo de intervención llamado Markova los niños con desarrollo típico mostraron una mayor atención a los objetos que se encontraban cercanos a su mirada (Kim et al., 2020). Los niños con TEA tienen comportamientos de mirada idénticos a los niños con desarrollo típico, pero con puntajes de rendimientos y de recuerdo de fijación significativamente más bajos en las áreas de interés, lo que demuestra que el entorno de clases puede contribuir en los patrones de atención y en el rendimiento académico en los niños con TEA (Banire et al., 2021).

Atención Selectiva

Los niños con representaciones negativas de la familia se asocian con una menor atención hacia las emociones negativas observándose menor tiempo de fijación ocular en expresiones como el miedo, ira y tristeza (Davies et al., 2018). En los niños preescolares de bajos recursos económicos se observa que la atención selectiva a las palabras nuevas incrementa la condición de visión conjunta en comparación a la de un adulto, resaltando que el acompañamiento de un adulto a los niños mientras mira un programa educativo (Neuman et al., 2020).

Atención Conjunta

Los niños con TEA a diferencia de los niños con desarrollo típico miraron más con frecuencia la región de los ojos del avatar del juego a comparación con otras partes faciales. Este juego permite tener impactos positivos en habilidades específicas de intercambio y seguimiento de miradas (Amat et al., 2021). Los niños con TEA presentan cambios longitudinales en el procesamiento sensorial visual de tareas compuestas, con mejora en la facultad de desconectarse y explorar el espacio global (Muratori et al., 2019).

Atención Sostenida y Selectiva

Los estímulos sociales y no sociales no perjudican la atención de los niños con TEA y desarrollo típico sin embargo los niños con desarrollo típico evidencian una atención significativamente mayor a los estímulos objetivos que los niños con TEA (Banire et al.,

2020). Los niños con TDAH tienen un menor tiempo de fijación ocular el cual evalúa el control de interferencias relacionados a fallas en atención sostenida además de un mayor número de errores en tareas anti sacadas relacionadas con el control inhibitorio (Rosa et al., 2018).

Otros Tipos de atención

Con respecto a la atención basada en objetos, no se encontró diferencia entre los niños con TEA y sin TEA. Sin embargo, los niños sin diagnóstico de TEA mostraron desplazamiento atencional con estímulos dispersos, pero no con las imágenes de rostros. Por lo tanto, los niños con diagnóstico de TEA tuvieron estrategias atencionales similares para centrarse en las caras y en su versión de fase codificada (Valenza y Calignano, 2021). En cuanto a la atención ejecutiva (dirigida), los resultados demostraron que una caminata de tan solo 30 minutos en un entorno natural es suficiente para producir un patrón de respuesta más rápido y estable en la Tarea de red de atención, en comparación con un entorno urbano. Sin embargo, la exposición al entorno natural no mejoró el rendimiento de la atención ejecutiva. Estos resultados ayudan a descubrir los mecanismos que contribuyen al efecto de restauración en los niños y explican cómo la naturaleza puede contrarrestar los efectos de la fatiga mental (Stevenson et al., 2019).

CONCLUSIONES

Como resultado de esta búsqueda sistemática de la literatura de estudios de los últimos 5 años sobre la evaluación de la atención en población infantil mediante el uso del eye tracking, se ha podido identificar la utilidad y la importancia que brinda esta herramienta tecnológica en diferentes poblaciones siendo el TEA y niños sanos con desarrollo típico los más evaluados. Destacando de esta revisión que a nivel mundial el uso de esta tecnología ha sido útil para los profesionales en la evaluación, diagnóstico y tratamiento de estas patologías además de poder servir como un marcador biológico y conductual para la identificación de personas con posible riesgo de TDAH y TEA. Finalmente, es fundamental continuar con la realización de investigaciones que contribuyan al estudio de los procesos atencionales desde la neuropsicología, con el propósito de comprender de mejor manera esta capacidad cognitiva y de facilitar información relevante que sea de utilidad clínica.

REFERENCIAS

- Amat, A. Z., Zhao, H., Swanson, A., Weitlauf, A. S., Warren, Z., & Sarkar, N. (2021). Design of an interactive virtual reality system, InViRS, for joint attention practice in autistic children. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 29, 1866–1876. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2021.3108351>
- Banire, B., Al Thani, D., Qaraqe, M., Mansoor, B., & Makki, M. (2021). Impact of mainstream classroom setting on attention of children with autism spectrum disorder: an eye-tracking study. *Universal Access in the Information Society*, 20(4), 785–795. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-020-00749-0>
- Banire, B., Al-Thani, D., Qaraqe, M., Khowaja, K., & Mansoor, B. (2020). The effects of visual stimuli on attention in children with autism spectrum disorder: An eye-tracking study. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 8, 225663–225674. <http://dx.doi.org/10.1109/access.2020.3045042>
- Binder, A., Naderer, B., & Matthes, J. (2020). A “forbidden fruit effect”: An eye-tracking study on children’s visual attention to food marketing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1859. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17061859>
- Castaño, M., Correa, M., Díaz, L. (2016). Descripción de los procesos atencionales de los estudiantes participantes en el aula de apoyo de la institución educativa Fernando Vélez. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios Seccional Bello]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/5170>
- Chhaya, R., Weiss, J., Seffren, V., Sikorskii, A., Winke, P. M., Ojuka, J. C., & Boivin, M. J. (2018). The feasibility of an automated eye-tracking-modified Fagan test of memory for human faces in younger Ugandan HIV-exposed children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 24(5), 686–70. <http://dx.doi.org/10.1080/09297049.2017.1329412>

- Davies, P. T., Coe, J. L., Hentges, R. F., Sturge-Apple, M. L., & van der Kloet, E. (2018). The interplay among children's negative family representations, visual processing of negative emotions, and externalizing symptoms. *Child Development*, 89(2), 663–680. <https://doi.org/10.1111/cdev.12767>
- Fletcher-Watson, S., & Hampton, S. (2018). The potential of eye-tracking as a sensitive measure of behavioural change in response to intervention. *Scientific Reports*, 8(1), 14715. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-32444-9>
- García-Baos, A., D'Amelio, T., Oliveira, I., Collins, P., Echevarria, C., Zapata, L. P., Supèr, H. (2019). Novel interactive eye-tracking game for training attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Primary Care Companion to CNS Disorders*, 21(4). <http://dx.doi.org/10.4088/PCC.19m02428>
- Guarino, K. F., Wakefield, E. M., Morrison, R. G., & Richland, L. E. (2022). Why do children struggle on analogical reasoning tasks? Considering the role of problem format by measuring visual attention. *Acta Psychologica*, 224(103505), 103505. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103505>
- Harrison, A. J., & Slane, M. M. (2020). Examining How Types of Object Distractors Distinctly Compete for Facial Attention in Autism Spectrum Disorder Using Eye Tracking. *Journal of autism and developmental disorders*, 50(3), 924–934. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04315-3>
- Kim, J., Singh, S., Thiessen, E. D., & Fisher, A. V. (2020). A hidden Markov model for analyzing eye-tracking of moving objects: Case study in a sustained attention paradigm: Case study in a sustained attention paradigm. *Behavior Research Methods*, 52(3), 1225–1243. <http://dx.doi.org/10.3758/s13428-019-01313-2>
- Köster, M., & Kärtner, J. (2018). Context-sensitive attention is socialized via a verbal route in the parent-child interaction. *PloS One*, 13(11), e0207113. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0207113>
- Lewis, A. K., Porter, M. A., Williams, T. A., Bzishvili, S., North, K. N., & Payne, J. M. (2019). Attention to faces in social context in children with

- neurofibromatosis type 1. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 61(2), 174–180. <http://dx.doi.org/10.1111/dmcn.13928>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Maes, P., Stercq, F., & Kissine, M. (2021). Attention to intentional versus incidental pointing gestures in young autistic children: An eye-tracking study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 210(105205), 105205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105205>
- Miller, H. E., Kirkorian, H. L., & Simmering, V. R. (2020). Using eye-tracking to understand relations between visual attention and language in children's spatial skills. *Cognitive Psychology*, 117(101264), 101264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogpsych.2019.101264>
- Moore, A., Wozniak, M., Yousef, A., Barnes, C. C., Cha, D., Courchesne, E., & Pierce, K. (2018). The geometric preference subtype in ASD: identifying a consistent, early-emerging phenomenon through eye tracking. *Molecular Autism*, 9(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s13229-018-0202-z>
- Muratori, F., Billeci, L., Calderoni, S., Boncoddò, M., Lattarulo, C., Costanzo, V., Narzisi, A. (2019). How attention to faces and objects changes over time in toddlers with autism spectrum disorders: Preliminary evidence from an eye tracking study. *Brain Sciences*, 9(12), 344. <http://dx.doi.org/10.3390/brainsci9120344>
- Naderer, B., Binder, A., Matthes, J., Spielvogel, I., & Forrai, M. (2020). Food as an eye-catcher. An eye-tracking study on Children's attention to healthy and unhealthy food presentations as well as non-edible objects in audiovisual media. *Pediatric Obesity*, 15(3), e12591. <http://dx.doi.org/10.1111/ijpo.12591>
- Navarro Martínez, Ó., Molina Díaz, A. I., Lacruz Alcocer, M. (2016). Utilización de eye tracking para evaluar el uso de la información verbal en materiales

- multimedia. Pixel bit, (48), 51–66.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.04>
- Neuman, S. B., Samudra, P., Wong, K. M., & Kaefer, T. (2020). Scaffolding attention and partial word learning through interactive coviewing of educational media: An eye-tracking study with low-income preschoolers. *Journal of Educational Psychology*, 112(6), 1100–1110.
<http://dx.doi.org/10.1037/edu0000428>
- Neuman, S. B., Wong, K. M., Flynn, R., & Kaefer, T. (2019). Learning vocabulary from educational media: The role of pedagogical supports for low-income preschoolers. *Journal of Educational Psychology*, 111(1), 32–44.
<http://dx.doi.org/10.1037/edu0000278>
- Pérez-Tehoyotl, J., Rojas Iturria, F., & Vila, J. (2019). El seguimiento ocular como una medida conductual de la atención empleando diapositivas del IAPS. *Revista de psicología y ciencias del comportamiento de la Unidad Académica de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 10(1),
<https://doi.org/10.29059/rpcc.20190602-81>
- Portellano J. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*. Universidad Complutense de Madrid: Ed. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Rojas-Líbano, D., Wainstein, G., Carrasco, X., Aboitiz, F., Crossley, N., & Ossandón, T. (2019). A pupil size, eye-tracking and neuropsychological dataset from ADHD children during a cognitive task. *Scientific Data*, 6(1), 25. <http://dx.doi.org/10.1038/s41597-019-0037-2>
- Rosa P, Castrillón M, Castillo H, Valencia M, Diaz B. (2018). Los movimientos oculares como medida de control ejecutivo en niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 13(1): 42-46.
http://www.rcnp.cl/dinamicos/articulos/345891-08_castrillon_rcnp.pdf
- Soto-Pérez, F., Martín, M. F., & Gómez, F. J. (2010). Tecnologías y Neuropsicología: hacia una Ciber – Neuropsicología. *Technology & Neuropsychology: towards a Cyber – Neuropsychology*. Cuadernos de Neuropsicología / *Panamerican Journal of Neuropsychology*, 4(2).
<http://www.cnps.cl/index.php/cnps/article/view/106>

- Souter, N. E., Arunachalam, S., & Luyster, R. J. (2020). The robustness of eye-mouth index as an eye-tracking metric of social attention in toddlers. *International Journal of Behavioral Development*, 44(5), 469–478. <http://dx.doi.org/10.1177/0165025419885186>
- Spielvogel, I., Matthes, J., Naderer, B., & Karsay, K. (2018). A treat for the eyes. An eye-tracking study on children's attention to unhealthy and healthy food cues in media content. *Appetite*, 125, 63–71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2018.01.033>
- Stevenson, M. P., Dewhurst, R., Schilhab, T., & Bentsen, P. (2019). Cognitive restoration in children following exposure to nature: Evidence from the Attention Network Task and mobile eye tracking. *Frontiers in Psychology*, 10, 42. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00042>
- Thompson, J. L., Plavnick, J. B., & Skibbe, L. E. (2019). Eye-tracking analysis of attention to an electronic storybook for minimally verbal children with autism spectrum disorder. *The Journal of Special Education*, 53(1), 41–50. <http://dx.doi.org/10.1177/0022466918796504>
- Vacas, J., Antolí, A., Sánchez-Raya, A., Pérez-Dueñas, C., & Cuadrado, F. (2021). Visual preference for social vs. non-social images in young children with autism spectrum disorders. An eye tracking study. *PloS One*, 16(6), e0252795. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0252795>
- Valenza, E., & Calignano, G. (2021). Attentional shift within and between faces: Evidence from children with and without a diagnosis of autism spectrum disorder. *PloS One*, 16(5), e0251475. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0251475>
- Wang, Q., Wall, C. A., Barney, E. C., Bradshaw, J. L., Macari, S. L., Chawarska, K., & Shic, F. (2020). Promoting social attention in 3-year-olds with ASD through gaze-contingent eye tracking. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 13(1), 61–73. <http://dx.doi.org/10.1002/aur.2199>