

Relación entre movimientos sacádicos y atención visual selectiva y sostenida

Flávia Tamara Costa Sousa

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RESUMEN

Introducción: el objetivo de este estudio fue comprender la relación entre los movimientos oculares sacádicos y la atención visual selectiva y sostenida en una muestra de niños entre 6 y 13 años. Definimos las siguientes hipótesis: “Los movimientos oculares sacádicos alterados se relacionan negativamente con la atención visual selectiva y sostenida”, “Los movimientos oculares sacádicos alterados dan como resultado más omisiones en la prueba de cancelación de 2/3 señales” y “Los movimientos oculares sacádicos mejoran con el aumento de la edad”.

Metodología: se aplicaron dos pruebas: la prueba *Developmental Eye Movement (DEM)*, que evalúa las habilidades oculomotoras en condiciones de lectura, y la prueba de *Cancelación de 2/3 señales*, que evalúa la atención visual selectiva y sostenida.

Resultados: el 68,7% de nuestra muestra reveló dificultades en la atención visual selectiva y sostenida, y de este grupo sólo un pequeño porcentaje presentó disfunciones ligadas a la función oculomotoras: el 14,8% demostró disfunciones tipo II (oculomotoras) y el 5,4% presentó disfunciones tipo IV (oculomotoras y automatización y decodificación).

Conclusiones: los niños con cambios en los movimientos oculares sacádicos mostraron más errores en la prueba de cancelación de 2/3 señales. Descubrimos que los movimientos oculares sacádicos mejoran con la edad, al igual que la capacidad de atención. Los niños mayores mostraron menos errores y omisiones en la prueba de atención.

ABSTRACT

Introduction: The objective of this study was to understand the relationship between saccadic eye movements and selective and sustained visual attention in a sample of children between 6 and 13 years old. We defined the following hypotheses: "Altered saccadic eye movements are negatively related to selective and sustained visual attention", "Altered saccadic eye movements result in more omissions in the cancellation of 2/3 signals test" and "Saccadic eye movements improve with increasing age".

Methodology: Two tests were applied: the *Developmental Eye Movement test (DEM)*, which evaluates oculomotor skills in reading conditions, and the *Cancellation of 2/3 signals test*, which evaluates selective and sustained visual attention.

Results: 68,7% of our sample revealed difficulties in selective and sustained visual attention, and of this group only a small percentage presented dysfunctions linked to oculomotor function: 14,8% showed type II dysfunctions (oculomotor) and 5,4% presented type IV dysfunctions (oculomotor and automatization and decoding).

Conclusions: Children with changes in saccadic eye movements showed more errors on the cancellation of 2/3 signals test. We found that saccadic eye movements improve with age, as does attention capacity. Older children showed fewer errors and omissions in the attention test.

INTRODUCCIÓN

Los movimientos oculares, cuando no están alterados, nos ayudan a mover la mirada de forma sencilla, coordinada y suave, de manera que podamos dirigir el enfoque y explorar el entorno para poder procesar la información visual que nos rodea. Su objetivo es hacer que los objetos que vemos sean más nítidos y detallados para, posteriormente, ser procesados más fácilmente. Para ello, utilizamos los movimientos oculares para centrar los objetos en la región de la retina con mayor agudeza visual, que es la fovea.

Los movimientos oculares se pueden dividir en: movimientos oculares sacádicos, movimientos oculares de seguimiento y movimientos de fijación.

Los movimientos oculares sacádicos son rápidos y voluntarios y permiten localizar y procesar información importante en diferentes áreas del campo visual, de modo que sea posible dirigir la atención al estímulo e integrar la información visual, jugando un papel fundamental en la atención visual. Los movimientos oculares de seguimiento nos ayudan a seguir los estímulos en movimiento y mantener su imagen clara en la fovea. Los movimientos de fijación son movimientos coordinados de los ojos, que tienen como objetivo proporcionar una visión más detallada de la escena visual, de esta manera enfocan la imagen del objeto de interés en la fovea (Maron et al., 2021).

Así, podemos ver que los movimientos oculares son parte fundamental de la visión.

Referencias bibliográficas

Según Mathôt & Theeuwes (2011), estaríamos limitados a percibir los detalles visuales en solo una pequeña área de nuestro campo visual. De esta forma, cuando realizamos movimientos oculares adecuadamente ganamos una mayor capacidad para elegir los lugares donde queremos dirigir nuestra atención visual, consiguiendo una visión más completa y más amplia de lo que nos rodea (Mathôt & Theeuwes, 2011).

La atención es un proceso cognitivo que nos permite seleccionar y discriminar la información que se recibe, ya sea a través del entorno o a través de nuestros pensamientos internos, permitiéndonos seleccionar la información que consideramos más importante e ignorar el resto de la información que nos rodea y que no consideramos relevante en ese momento (McCallum, 2022). Según Franco de Lima (2005), se puede dividir en varios tipos, como son: atención selectiva, atención sostenida, atención dividida y atención alternada.

La *atención selectiva* es la capacidad de centrarse en un solo estímulo o en varios, ignorando o minimizando la atención a otros estímulos, y priorizando lo más importante en un momento determinado. La *atención sostenida* permite al individuo mantener la concentración en un estímulo o tarea específica durante un período prolongado de tiempo. La *atención dividida* consiste en realizar dos o más tareas al mismo tiempo. Finalmente, la *atención alternada* es la habilidad para cambiar el enfoque de manera fluida entre diferentes estímulos (Franco de Lima, 2005). La capacidad de atención visual es esencial para definir cómo entendemos y procesamos la información

que nos rodea, mientras que el sistema visual es el sistema sensorial responsable de la mayor parte de la información que llega a nuestro cerebro (Maron et al., 2021).

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) el trastorno del neurodesarrollo más común entre los niños. Sin embargo, a menudo no se limita solo a esta fase, y puede persistir durante toda la adolescencia e incluso en la edad adulta (Bush, 2010). Usualmente, se identifica este trastorno durante la etapa escolar, y puede influir en diversas áreas de la vida infantil. Esto se debe a señales como la falta de concentración, hiperactividad y impulsividad, las cuales pueden resultar en desafíos en el ámbito social y emocional, e incluso generar complicaciones en el proceso de aprendizaje, comprometiendo así el rendimiento académico del niño (Rocco et al., 2021).

Se han realizado varios estudios sobre los cambios en los movimientos oculares sacádicos en pacientes con dificultades atencionales, concluyendo que los niños con déficit de atención pueden presentar dificultades en el control oculomotor, en cuanto a la inhibición de la respuesta oculomotora (Bilbao & Piñero, 2020), y también presentan dificultades en cuanto a la atención visual básica (Huang & Chan, 2020).

Según Carmichael & Lockhart (2012), existe una relación entre los movimientos oculares y la atención, revelando la importancia de tener movimientos oculares bien coordinados para que sea posible dirigir nuestra atención y analizar la información visual que nos rodea.

Algunos estudios sugieren un vínculo entre los mecanismos existentes entre la atención

visual selectiva y el control de los movimientos oculares sacádicos, ya que los dos mecanismos reclutan circuitos neuronales superpuestos en gran medida (Wollenberg et al., 2020).

Necesidad del Estudio

En este estudio pretendemos relacionar los movimientos oculares sacádicos con la atención visual selectiva y sostenida. En la revisión de la literatura realizada para esta investigación se encontró que la precisión de los movimientos sacádicos se ve afectada por la forma en que se procesa la atención (Huang & Chan, 2020). En este sentido, una de las preguntas de esta investigación será: ¿podrían los movimientos oculares sacádicos alterados ser causa de problemas atencionales? Una vez que se encuentra esta relación, ¿cómo se relacionan estos dos?

OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio fueron comprender la relación entre los movimientos oculares sacádicos y la atención visual selectiva y sostenida, en una muestra de niños de 6 a 13 años, de 1º, 2º y 3º ciclo de un colegio del municipio de Barcelos, en Portugal.

En este estudio pretendemos comprender si los cambios en los movimientos oculares sacádicos influyen negativamente en la atención visual selectiva y sostenida.

De esta manera, definimos las siguientes hipótesis:

1. Los movimientos oculares sacádicos alterados se relacionan negativamente con la atención visual selectiva y sostenida.

2. Los movimientos sacádicos oculares alterados provocan más omisiones en la prueba de cancelación de 2/3 señales.
3. Los movimientos oculares sacádicos mejoran con la edad.

MÉTODO

Objeto del estudio

En este estudio, una muestra de 217 alumnos de 1º, 2º y 3º ciclo de un colegio del municipio de Barcelos, en Portugal, con edades comprendidas entre 6 y 13 años y una media de 10, de los cuales el 47% eran mujeres y el 53% eran hombres.

Criterios de inclusión

Definimos los siguientes criterios de inclusión:

- (1) edades entre 6 y 13 años;
- (2) conocimiento de los números hasta el 9;
- (3) Agudeza visual de Snellen igual a 20/20.

Criterios de exclusión

Por tanto, fueron excluidos todos los participantes que tuvieran algún tipo de patología ocular asociada y no cumplieran los criterios definidos anteriormente.

Instrumentos usados

Prueba Developmental Eye Movement (DEM): evalúa las habilidades oculomotoras en condiciones de lectura de niños de entre 6 y 13 años. Consta de un pretest con doce números dispuestos horizontalmente (que se utiliza antes de realizar el test para saber si el niño conoce los números), y tres subtests (tarjetas A, B y C), que se presentan en ese orden específica. Las tarjetas A y B tienen 40 números colocados en dos columnas

verticales y la tarjeta C tiene los mismos 80 números que las tarjetas A y B, pero estas están colocadas horizontalmente (Facchin, 2021). Se registran todos los errores cometidos a lo largo de la prueba y el tiempo de ejecución (en segundos) de la lectura de las tarjetas verticales (A y B) y la tarjeta horizontal (C), de modo que se pueda calcular lo ratio a partir de estos datos. Del cálculo del ratio obtenemos cuatro tipos de disfunciones: tipo I (normal); tipo II (disfunción oculomotora); tipo III (dificultades de automatización y decodificación); y finalmente el tipo IV, que es una combinación entre el tipo II y el tipo III (oculomotora y disfunción de automatización y decodificación) (Facchin, 2021).

Para facilitar la interpretación y el procesamiento de los datos, las variables se clasificaron de la siguiente manera:

Para el tiempo vertical y el tiempo ajustado horizontal definimos el valor “0” como dentro de la norma y “1” para los valores que estaban fuera de la norma.

Para las disfunciones se utilizaron los valores “0”: no encaja en ninguna de las cuatro disfunciones; “1”: disfunción normal (tipo I); “2”: disfunción en la automatización y decodificación (tipo III); “3”: disfunción oculomotora (tipo II); y “4”: disfunción oculomotora y de automatización y decodificación (tipo IV).

Prueba de Cancelación de 2/3 Señales: evalúa la atención visual selectiva y sostenida. Esta prueba consta de una hoja A3 con 1600 cuadrados, en un total de 40 líneas con 40 cuadrados en cada una, en las que cada línea tiene solo 10 o 15 (si son 2 o 3 signos) iguales a los modelos presentados en la parte superior de la página. La prueba de

cancelación de 2 señales se aplica de 5 a 9 años, y la cancelación de 3 señales se aplica a niños de 10 a 15 años. Para realizar esta tarea, el niño tiene 10 minutos, y durante este tiempo debe rodear o colocar una línea sobre los cuadrados similares a los del modelo que se muestra en la parte superior de la hoja (Correia, 2013).

Seleccionamos como punto de corte el percentil 7, siendo el valor por debajo de este e incluso definido como valor “0” correspondiente a dificultades atencionales, y por encima de este como valor “1” una capacidad de atención dentro de la norma.

Procedimiento

Esta investigación corresponde a un estudio observacional transversal, limitado a un único momento de evaluación, que relaciona los movimientos oculares sacádicos con variables atencionales. Los participantes fueron invitados a participar por el profesor. El proceso de evaluación se llevó a cabo en la escuela a la que asistían los niños, en un salón proporcionado por la escuela, que era un lugar tranquilo, silencioso, con buenas condiciones de iluminación y sin distracciones.

Todos los participantes tuvieron acceso al consentimiento informado, entregado a través del docente responsable de cada clase de alumnos. Luego de la firma del consentimiento informado por parte de los tutores autorizando la participación voluntaria de los niños, se aplicó la prueba DEM de forma individual, mientras que la prueba de cancelación de 2/3 señales se realizó con grupos de máximo 4 niños en el mismo salón.

Para realizar la prueba DEM, se pidió a los niños que se sentaran cómodamente, se les

presentó el pretest y luego se colocó la tarjeta “A” a distancia de lectura y se les pidió que dijeran los números dispuestos en las dos columnas verticales de forma cuidadosa y lo más rápida posible en voz alta, sin seguir con el dedo y sin mover la cabeza. Se registraron el tiempo y los errores cometidos y se realizó el mismo procedimiento para la tarjeta “B”.

Para la tarjeta “C”, también se les pidió que leyeran atentamente los números, esta vez en horizontal, línea por línea, lo más rápido que pudieran y en voz alta, y se registró el tiempo y todos los errores cometidos durante la prueba.

Para obtener el tiempo vertical se utilizó la suma de los tiempos de las tarjetas A y B. Los errores verticales no se tienen en cuenta, ya que son muy raros. De esta forma, a través del tiempo vertical, podemos determinar la capacidad de automaticidad de los niños (Raimundo, 2010), y diferenciar cuando estamos ante un problema de verbalización/automaticidad por debajo de la media o un problema oculomotor.

Para obtener el tiempo ajustado horizontal (TAH), se tuvieron en cuenta los errores de adición (a) y omisión (o), junto con el tiempo necesario para realizar la prueba (tiempo horizontal). De esta forma calculamos el tiempo ajustado horizontal, utilizando la siguiente fórmula:

$$TAH = \text{tiempo horizontal} \times 80 / (80 - o + a)$$

La ratio se calculó dividiendo el tiempo ajustado horizontal por el tiempo vertical. Utilizando el ratio evaluamos la realización de los movimientos oculares, comparando valores normativos para cada edad, y a través de estos valores verificamos qué tipo de disfunción tiene el niño (tipo I, II, III o IV) (Raimundo, 2010). El tipo I resulta de la ratio normal y de un tiempo vertical y ajustado

horizontal también dentro de los límites normales. El tipo II resulta de la ratio alta y un tiempo ajustado horizontal alto, el tiempo vertical está dentro del rango esperado. La disfunción tipo III surge de tiempos elevados (tiempo ajustado horizontal y vertical) y de la ratio dentro de los valores normales. Finalmente, la disfunción tipo IV ocurre cuando todos los componentes (tiempo ajustado horizontal, tiempo vertical y ratio) están por encima de los valores esperados (Facchin, 2021).

La prueba de cancelación de 2/3 señales se realizó en la misma sala, con las mismas condiciones ambientales. Se pidió a los niños que realizaran los ítems del entrenamiento para comprobar que entendían las instrucciones. Una vez finalizados los ítems de entrenamiento, se informó al niño que comenzaría la prueba y que tenía 10 minutos para completarla. Se fijó el tiempo y a los 10 minutos finalizó la prueba (Rocha, 2015).

Para valorar la prueba se tuvo en cuenta el número total de aciertos (A), errores (E) y omisiones (O) para obtener la puntuación total (PT) calculando la siguiente fórmula:

$$PT = [A - (O + E \times 2 + 1)] / 10$$

En ausencia de errores u omisiones, calculamos la puntuación total mediante la fórmula:

$$PT = A / 10$$

Luego de este cálculo, los resultados fueron convertidos a percentiles, que resultan de la comparación con la edad esperada (Rocha, 2015).

Análisis de datos.

Los datos fueron analizados mediante el programa IBM SPSS® (Paquete Estadístico

para las Ciencias Sociales), versión 25.0. Para caracterizar la muestra se calcularon medias, frecuencias y desviación estándar. Previamente se probaron los supuestos para el uso de pruebas paramétricas y se realizaron Correlaciones de Spearman con el objetivo de evaluar la relación entre las variables en estudio y para probar la diferencia entre los grupos se utilizó la prueba T para Muestras Independientes.

Comprobamos los niveles de significancia (p) para relacionar nuestras variables.

Usamos el punto de corte menor que 0,05. La hipótesis nula se mantiene cuando $p > 0,05$, de esta manera podemos afirmar que las variables no están relacionadas entre sí. Si $p < 0,05$ entonces en este caso podemos aceptar la hipótesis alternativa y afirmar que existe una asociación entre las variables.

RESULTADOS

Descripción sociodemográfica de la muestra

La muestra estuvo compuesta por 217 niños con edades entre 6 y 13 años ($M = 10,07$; $DE = 2,09$). El 53% de los participantes eran hombres y el 47% mujeres. Respecto a la educación: 4,6% estaba en primero año, 7,8% estaba en segundo año, 11,5% estaba en tercer año, 13,8% estaba en cuarto año, 19,4% estaba en quinto año, 10,6% estaba en sexto año, el 17,5% estaba en el séptimo año y, finalmente, el 14,7% estaba en el octavo año.

De la muestra, 149 niños presentaron dificultades de atención, lo que corresponde al 68,7%, mientras que sólo 68 niños se encontraban dentro de valores normales para su edad o superiores, lo que corresponde al

31,3% de la muestra. El 55,8% de la muestra tenía un percentil inferior a 8 en la prueba de cancelación de 2/3 señales, lo que significa que estaban por debajo del promedio para su grupo de edad. Los resultados percentiles de la prueba de cancelación de 2/3 señales obtenidos por los niños oscilaron entre 1 y 17 (M – 8,16; DE – 3,42).

En cuanto al tipo de disfunción presentado por la prueba DEM, el 54,4% de los niños presentó una disfunción tipo I (normal), el 12,9% presentó una disfunción tipo II

(disfunción oculomotora), el 13,4% presentó una disfunción tipo III (dificultades en automatización y decodificación) y el 9,2% tenía una disfunción tipo IV (oculomotora y disfunción de automatización y decodificación). El 10,1% de la muestra no encajaba en ninguna de estas cuatro disfunciones. El 39,2% de la muestra presentó valores de tiempo ajustados horizontales fuera de los valores normales para su edad, mientras que sólo el 28,1% presentó valores de tiempo verticales fuera de la norma.

Tabla 1: *Datos sociodemográficos de la muestra*

	N (%)	Min	Max	M	DE
Sexo					
Hombres	115 (53)				
Mujeres	102 (47)				
Edad		6	13	10,07	2,09
Año de escolaridad		1	8	5,11	2,05
1º año	10 (4,6)				
2º año	17 (7,8)				
3º año	25 (11,5)				
4º año	30 (13,8)				
5º año	42 (19,4)				
6º año	23 (10,6)				
7º año	38 (17,5)				
8º año	32 (14,7)				

Dificultades de atención

Con dificultades de atención 149 (68,7)

Sin dificultades de atención 68 (31,3)

Percentiles de la prueba de cancelación de 2/3 señales 1 17 8,16 3,42

Disfunciones de la prueba DEM

Tipo I 118 (54,4)

Tipo II 28 (12,9)

Tipo III 29 (13,4)

Tipo IV 20 (9,2)

No encaja en ninguna disfunción 22 (10,1)

Relación entre las variables de estudio

Para relacionar las disfunciones de la prueba DEM con los percentiles obtenidos en la prueba de cancelación de 2/3 señales, podemos verificar, utilizando el coeficiente de relación de Spearman, que el nivel de significancia tuvo un valor de $p=0,057$ ($p>0,05$). También se verificó que el valor de correlación (r) es negativo, de esta manera encontramos una relación negativa entre las dos variables, comprobando que a medida que aumentó la disfunción obtenida en la prueba DEM, el percentil obtenido en la prueba de cancelación de 2/3 señales disminuyó.

Relacionando las disfunciones del test DEM con las omisiones obtenidas en la prueba de cancelación de 2/3 señales se encontró $p=0,287$ ($p>0,05$). Por otro lado, encontramos $p=0,000$ ($p<0,05$) cuando relacionamos la prueba DEM con los errores obtenidos en la prueba de cancelación de 2/3 señales. El valor de r fue positivo en ambas relaciones.

Para relacionar la prueba DEM con la edad de los niños, también se verificó la existencia de $p=0,000$ ($p<0,05$), esta vez con un valor de correlación negativo. Las dificultades de atención también se relacionaron con la edad, comprobándose también la existencia de significancia estadística entre estas

variables ($p=0,026$), con un valor de correlación negativo.

El tiempo ajustado horizontal y el tiempo vertical se compararon utilizando la prueba de diferencia T para muestras independientes en SPSS. Encontramos que dentro del grupo que tuvo dificultades atencionales, el 67,1% de los niños presentó el tiempo ajustado horizontal dentro de los valores esperados y el 32,9% presentó valores fuera del rango esperado. Para el tiempo vertical pudimos comprobar que, de los niños que tuvieron dificultades de atención, el 79,2% tuvo un tiempo vertical dentro del rango esperado, mientras que sólo el 20,8% de los niños tuvo un tiempo fuera del rango esperado.

También se encontró que, de los niños con dificultades atencionales, el 61,1% tenía disfunción tipo I (normal), el 14,8% tenía

disfunción tipo II (oculomotora), el 10,7% tenía disfunción tipo III (dificultades en la automatización y decodificación) y el 5,4% reveló disfunción tipo IV (oculomotora y disfunción de automatización y decodificación).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con dificultades atencionales y sin dificultades atencionales respecto al tiempo vertical con $p<0,01$ y respecto al tiempo ajustado horizontal encontramos diferencias estadísticamente significativas con $p=0,05$. También se encontraron diferencias estadísticamente significativas en niños con dificultades de atención y sin dificultades de atención en cuanto a disfunciones oculomotoras y oculomotoras y de automatización y decodificación, con un valor de $p=0,006$.

DISCUSIÓN

La literatura nos dice que los pacientes con dificultades atencionales ven afectado negativamente el funcionamiento de sus movimientos oculares (Huang & Chan, 2020), y dado que los movimientos oculares sacádicos están muy ligados a la atención (Coubard, 2022), nos planteamos como objetivo comprender si los cambios en los movimientos oculares sacádicos perjudican la capacidad de atención.

Cuando comparamos las disfunciones del test DEM con los percentiles de la prueba de cancelación de 2/3 señales encontramos que no son estadísticamente significativas entre sí, rechazando nuestra hipótesis 1: "Los movimientos oculares sacádicos alterados se relacionan negativamente con la atención visual selectiva y sostenida". Aunque este no es el resultado esperado, está en línea con

estudios que sugieren que los movimientos oculares y la atención están influenciados por una combinación de información sensorial, pero que esta información se utiliza para cumplir funciones diferentes y que, a pesar de los movimientos oculares y la atención están altamente interconectados, en algunas circunstancias pueden ser independientes entre sí y, por lo tanto, dissociarse (Hunt et al., 2019). La no relación puede deberse a que solo un pequeño porcentaje de la muestra haya presentado disfunción tipo II (oculomotora) y tipo IV (disfunción oculomotora y de automatización y decodificación) en la prueba DEM.

Más de la mitad de la muestra se encontró por debajo de las expectativas para su rango de edad en términos de capacidad de atención con una alta significancia estadística en relación a la edad y nivel de escolaridad de los niños, es decir, a medida que aumenta la edad

mejora la atención. Estos resultados son confirmados por investigaciones recientes, que indican que la capacidad de atención aumenta con la edad (Ingster-Moati et al., 2009). Según un estudio realizado por Lufi & Haimov (2019), la atención sostenida mejora con el aumento de la edad hasta alrededor de los 40 años, y a partir de esa edad hay una disminución constante en los niveles de atención. Otros estudios sugieren que la atención sostenida mejora hasta los 10 años de edad y luego se estabiliza con pequeñas mejoras (Betts et al., 2006).

Con respecto a nuestra hipótesis 2: "Los movimientos oculares sacádicos alterados dan como resultado más omisiones en la prueba de cancelación de 2/3 señales", esperábamos que los movimientos oculares sacádicos alterados resultaran en un aumento en las omisiones en la prueba de cancelación de 2/3 señales, ya que el proceso de realización de la prueba podría ser idéntico al proceso de lectura, en el que el niño debe realizar el movimiento de seguimiento para buscar en la línea donde se encuentran los estímulos objetivo.

Durante la lectura, entre movimientos oculares sacádicos, el 70% de las palabras están fijadas, mientras que los ojos se saltan el 30% de las palabras (Higgins et al., 2014). Según Zhao et al. (2012), en ausencia de señales de colores durante una tarea de seguimiento, la atención entre las sacadas se centra solo en el objetivo de la siguiente sacada, mientras que, si hay señales de colores, la atención es mayor en el objetivo de la siguiente sacada y también puede distribuirse a lo largo del camino. Así, pretendemos comprobar si los niños que presentaron movimientos oculares sacádicos alterados podrían perder información entre sacadas y, por tanto, cometer más omisiones durante la prueba de cancelación de 2/3

señales, ya que, según algunos estudios, las personas muchas veces no son capaces de integrar información mediante movimientos sacádicos (Mathôt & Theeuwes, 2011).

También verificamos una relación entre los movimientos oculares sacádicos alterados y los errores obtenidos en la prueba de cancelación de 2/3 señales, y obtuvimos valores con significancia estadística. Los niños que tuvieron dificultades oculomotoras en la prueba DEM también tuvieron más errores en la prueba de cancelación de 2/3 señales. Estos resultados pueden deberse a que existe una fuerte relación entre los movimientos oculares sacádicos y la atención visuoperceptual, en la que las respuestas oculomotoras y los juicios perceptivos dependen en gran medida de los recursos utilizados en las tareas espaciales, por lo que la interferencia de los movimientos oculares sacádicos es mayor cuando se realiza una tarea de percepción espacial, lo que afecta la discriminación cuando aparecen objetos rotados (Tibber et al., 2009). Huang y Chan (2020) encontraron una influencia de la precisión de los movimientos oculares sacádicos en el procesamiento de la atención, que puede desempeñar un papel importante en la orientación. El mismo estudio encontró que los niños con estas dificultades también pueden tener dificultades en el control inhibitorio de los movimientos oculares y, por tanto, ser más propensos a la distracción visual y, así, a cometer más errores (Huang & Chan, 2020).

Encontramos diferencias entre grupos con y sin dificultades atencionales en términos de tiempo ajustado horizontal y vertical y en términos de disfunciones oculomotoras y oculomotoras y de automatización y decodificación. Pudimos comprobar a través de algunos estudios que los tiempos obtenidos

en la prueba DEM (tiempo vertical y tiempo ajustado horizontal) son buenos predictores del rendimiento académico (Facchin, 2021), y también encontraron una fuerte relación entre la prueba DEM y la lectura y velocidad de procesamiento visual. Facchin (2021) encontró que el número, la amplitud y la dirección de las sacadas están relacionadas con el componente horizontal de la prueba DEM, y las fijaciones están relacionadas con los componentes horizontal y vertical. Los movimientos oculares sacádicos se alternan con fijaciones y es a través de estas que se adquiere y procesa información importante. Los niños con dificultades de aprendizaje pueden tener estos movimientos inapropiados (Facchin, 2021). En este sentido, nuestros datos concuerdan con estos estudios, en el sentido de que tanto el tiempo ajustado horizontal como vertical, así como las disfunciones oculomotoras y oculomotoras y de automatización y decodificación pueden provocar diferencias en grupos con dificultades atencionales y sin dificultades atencionales.

Encontramos que a medida que aumenta la edad, las disfunciones obtenidas en la prueba DEM fueron menores, con menos disfunciones de tipo II (oculomotoras) y tipo IV (oculomotoras y automatización y decodificación). Por lo tanto, para nuestra hipótesis 3 consideramos que existe asociación entre las variables y confirmamos nuestra hipótesis “Los movimientos oculares sacádicos mejoran con la edad”, de acuerdo con el estudio realizado por Helo et al. (2014), en el que se supone que el sistema oculomotor se desarrolla desde la infancia hasta la adolescencia. Aunque el movimiento de fijación está presente en los primeros meses de vida, continúa desarrollándose y ganando estabilidad hasta la adolescencia. La capacidad de mantener la fijación cuando

aparecen distractores periféricos aumentó entre los 8 y 10 años de edad. Asimismo, el control de los movimientos oculares sacádicos se desarrolla y, en los niños, son más cortos y menos precisos, y se estabilizan hasta alrededor de los 10 años (Helo et al., 2014).

CONCLUSIÓN

Los movimientos oculares bien coordinados son de extrema importancia para poder dirigir nuestra atención y procesar la información importante que nos rodea (Carmichael & Lockhart, 2012).

No encontramos una relación estadísticamente significativa entre los movimientos oculares sacádicos alterados y los procesos de atención visual selectiva y sostenida. Aun así, esta falta de relación puede deberse a que solo un pequeño porcentaje de la muestra presentó una disfunción tipo II (oculomotoras) y tipo IV (oculomotoras y disfunción de automatización y decodificación) en la prueba DEM.

Más de la mitad de nuestra muestra reveló dificultades en la atención visual selectiva y sostenida (68,7%), mientras que un porcentaje menor de la muestra reveló alguna disfunción relacionada con la función oculomotoras, teniendo 12,9% una disfunción tipo II (oculomotoras), y 9,2% reveló una disfunción tipo IV (oculomotoras y disfunción de automatización y decodificación).

También verificamos que las alteraciones en los movimientos oculares sacádicos no se relacionaron con las omisiones obtenidas en la prueba de cancelación de 2/3 señales, pero por otro lado encontramos una relación estadísticamente significativa con los errores obtenidos en esta prueba, es decir, que los niños que revelaron alteraciones en los

movimientos oculares sacádicos tuvieron mayor cantidad de errores en la prueba de cancelación de 2/3 señales.

Este estudio también demostró que los niños mayores tuvieron mejores resultados en la atención visual selectiva y sostenida y también demostró mejores resultados en la evaluación de los movimientos oculares sacádicos, a medida que la función oculomotora se desarrolla y alcanza la madurez hasta la adolescencia.

Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos que presentaron dificultades atencionales y los que no presentaron dificultades atencionales en cuanto al tiempo vertical y tiempo ajustado horizontal y también en cuanto a las disfunciones tipo II (oculomotora) y tipo IV (oculomotora y disfunción de automatización y decodificación).

De esta forma concluimos que, aunque algunos de los resultados encontrados no fueron los esperados, logramos adquirir información relevante en el estudio de los movimientos oculares sacádicos y también de la atención visual selectiva y sostenida. Aun así, es necesario seguir estudiando este tema, ya que aún queda mucho por descubrir.

Una de las limitaciones de nuestro estudio fue que obtuvimos un pequeño porcentaje de la muestra con disfunciones tipo II (oculomotora) y tipo IV (oculomotora y disfunción de automatización y decodificación), y más de la mitad de la muestra presentó una disfunción tipo I (normal). Consideramos que sería relevante realizar más estudios que abarquen una muestra más diversa.

REFERENCIAS

- Betts, J., McKay, J., Maruff, P., & Anderson, V. (2006). Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence The Development of Sustained Attention in Children: The Effect of Age and Task Load. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 123(September 2013), 205–221. <http://www.tandfonline.com/loi/ncny20> %0A<http://dx.doi.org/10.1080/09297040500488522>
- Bilbao, C., & Piñero, D. P. (2020). Diagnosis of oculomotor anomalies in children with learning disorders. *Clinical and Experimental Optometry*, 103(5), 597–609. <https://doi.org/10.1111/cxo.13024>
- Bush, G. (2010). Attention-deficit/hyperactivity disorder and attention networks. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 278–300. <https://doi.org/10.1038/npp.2009.120>
- Carmichael, O., & Lockhart, S. (2012). Neurotrophins and. *Brain Imaging in Behavioral Neuroscience*, November 2011, 289–320. <https://doi.org/10.1007/7854>
- Correia, S. (2013). *Bateria de avaliação neuropsicológica de coimbra (BANC): estudo de validação em crianças e adolescentes institucionalizados vítimas de maus tratos*. 1–46.
- Coubard, O. A. (2022). Attention deficit and hyperactivity disorder disrupts selective mechanisms of action. *Clinical*

- Neurophysiology, 140,145–158.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.06.003>
- Facchin, A. (2021). Spotlight on the developmental eye movement (Dem) test. *Clinical Optometry*, 13, 73–81.
<https://doi.org/10.2147/OPTO.S232487>
- Franco de Lima, Ricardo. (2005). Compreendendo os Mecanismos Atencionais. *Ciências & Cognição*, 6(1), 113-122. Recuperado em 11 de setembro de 2023, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212005000300013&lng=pt&tlng=pt.
- Helo, A., Pannasch, S., Sirri, L., & Rämä, P. (2014). The maturation of eye movement behavior: Scene viewing characteristics in children and adults. *Vision Research*, 103, 83–91.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.08.006>
- Higgins, E., Leininger, M., & Rayner, K. (2014). Eye movements when viewing advertisements. *Frontiers in Psychology*, 5(MAR), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00210>
- Huang, J. H., & Chan, Y. S. (2020). Saccade eye movement in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Nordic Journal of Psychiatry*, 74(1), 16–22.
<https://doi.org/10.1080/08039488.2019.1666919>
- Hunt, A. R., Reuther, J., Hilchey, M. D., & Klein, R. M. (2019). The Relationship Between Spatial Attention and Eye Movements. *Processes of Visuospatial Attention and Working Memory*, 255–278.
https://doi.org/10.1007/7854_2019_95
- Ingster-Moati, I., Vaivre-Douret, L., Bui Quoc, E., Albuissou, E., Dufier, J. L., & Golse, B. (2009). Vertical and horizontal smooth pursuit eye movements in children: A neuro-developmental study. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(4), 362–366.
<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2008.07.003>
- Lufi, D., & Haimov, I. (2019). Effects of age on attention level: changes in performance between the ages of 12 and 90. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 26(6), 904–919.
<https://doi.org/10.1080/13825585.2018.1546820>
- Maron, D. N., Bowe, S. J., Spencer-Smith, M., Mellahn, O. J., Perrykkad, K., Bellgrove, M. A., & Johnson, B. P. (2021). Oculomotor deficits in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A systematic review and comprehensive meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 131, 1198–1213.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.10.012>
- Mathôt, S., & Theeuwes, J. (2011). Visual attention and stability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1564), 516–527.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0187>
- McCallum, W. Cheyne (2022, 24 de agosto). atenção . Enciclopédia Britânica . <https://www.britannica.com/science/attention>
- Raimundo, S. (2010). *Ciências da Saúde Avaliação dos movimentos oculares e*

capacidade de atenção através do teste ADEMD em sujeitos dos 14 aos 40 anos de idade.

- Rocco, I., Corso, B., Bonati, M., & Minicuci, N. (2021). Rocco I, Corso B, Bonati M, Minicuci N. Time of onset and/or diagnosis of ADHD in European children: a systematic review. *BMC Psychiatry*. 2021 Dec 21:575. *BMC Psychiatry*, 21(1), 1–24.
- Rocha, G. F. M. (2015). *Níveis de atenção/concentração pela aplicação do programa REHACOG: estudo descritivo e exploratório com crianças e adolescentes com fragilidades atencionais*. 44.
- Tibber, M. S., Grant, S., & Morgan, M. J. (2009). Oculomotor responses and visuospatial perceptual judgments compete for common limited resources. *Journal of Vision*, 9(12), 1–13. <https://doi.org/10.1167/9.12.1>
- Wollenberg, L., Hanning, N. M., & Deubel, H. (2020). Visual attention and eye movement control during oculomotor competition. *Journal of Vision*, 20(9), 1–17. <https://doi.org/10.1167/JOV.20.9.16>
- Zhao, M., Gersch, T. M., Schnitzer, B. S., Doshier, B. A., & Kowler, E. (2012). Eye movements and attention: The role of pre-saccadic shifts of attention in perception, memory and the control of saccades. *Vision Research*, 74, 40–60. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.06.017>.