



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**“PREVALENCIA DE DISFUNCIONES VISUALES EN  
NIÑOS PREESCOLARES DE LAS ESCUELAS INFANTILES  
DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA”**



REALIZADO POR: LUCÍA INDIANO FOLLARAT



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

**“PREVALENCIA DE DISFUNCIONES VISUALES EN NIÑOS PREESCOLARES  
DE LAS ESCUELAS INFANTILES DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA”**

LUCÍA INDIANO FOLLARAT

9 DE JULIO DE 2020

DEPARTAMENTO: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

TUTOR: MARÍA DEL CARMEN SÁNCHEZ GONZÁLEZ

PROYECTO EXPERIMENTAL

## RESUMEN

Tanto las anomalías acomodativas y binoculares no estrábicas como la ambliopía tienen una alta prevalencia en niños, por ello se considera necesario realizar exámenes visuales completos a la población pediátrica que incluyan pruebas del estado de la función acomodativa y la visión binocular. De esta manera se detectará cualquier tipo de disfunción que pudiera estar presente. Esta detección temprana y un tratamiento oportuno son de gran importancia porque los niños se encuentran en el periodo crítico del desarrollo visual. El objetivo de este trabajo es describir las capacidades visuales de niños en edad preescolar, dar a conocer la prevalencia de la ambliopía en niños y fomentar la importancia del examen visual completo en esta población.

Se realizó un estudio observacional y descriptivo basado en los valores de agudeza visual, alineamiento de los ejes visuales, estereopsis y motricidad ocular en un grupo de 116 niños sanos de edades comprendidas entre 2 y 3 años (media de 29,57 meses de edad), pertenecientes a tres centros infantiles adscritos a la Universidad de Sevilla. Las pruebas realizadas fueron: agudeza visual con test de Cardiff y test de las Ruedas Rotas, estereopsis con test de Lang tipo II, punto próximo de convergencia, capacidad de converger y divergir utilizando un prisma  $20\Delta$ , movimientos de seguimiento, movimientos sacádicos, test de Hirschberg, test de Bruckner y retinoscopia de Mohindra.

Como resultado se determinó que el valor de agudeza visual medio en la población estudiada fue 0,18 logMAR en los ojos derecho e izquierdo y 0,17 logMAR en ambos ojos. Respecto al alineamiento de los ejes visuales, los niños estudiados presentaban una tendencia a la exoforia con reflejo de Hirschberg nasal y el ángulo kappa positivo. Además, todos los participantes presentaron buena percepción de la profundidad. Los resultados de motricidad ocular fueron acorde con estudios anteriores, los niños mostraron dificultad para realizar movimientos de seguimiento y sacádicos, ambos asociados a movimientos de cabeza, probablemente consecuencia de su edad.

Concluimos destacando la necesidad de llevar a cabo un examen visual en niños en edad preescolar para la detección de posibles alteraciones que pudieran afectar el correcto desarrollo visual.

Palabras clave: examen visual, ambliopía, niños preescolares, exoforia.

## ABSTRACT

Both accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions as well as amblyopia have a high prevalence in infants. This is why it is considered necessary to do complete vision screenings –which would include tests of accommodative and binocular status– to the paediatric population. In this way, any type of dysfunction that may be present will be detected. This early detection and a prompt treatment are essential given the fact that children are in the critical period of visual development. The aim of this study is to describe visual abilities in preschooled-aged children, demonstrate the prevalence of amblyopia in infants and promote the importance of complete vision screenings in this population.

An observational and descriptive study based on the values of visual acuity, binocular eye alignment, stereopsis, and ocular motricity was carried out in a group of 116 healthy children between the ages of 2 and 3 years old (mean age 29,57 months), belonging to three children's centers attached to the Universidad de Sevilla. The tests carried out were: the Cardiff Acuity Test and the Broken Wheels Test, the Lang-Stereotest II, Near Point of Convergence, the ability to converge and diverge with a prism 20Δ, smooth pursuit eye movements, saccadic movements, Hirschberg test, Bruckner test and Mohindra retinoscopy.

As a result, the average value of visual acuity in the population studied was 0.18 logMAR in the right and left eyes and 0.17 logMAR in both eyes. Regarding the binocular eye alignment, the children studied tended to have exophoria with a Hirschberg nasal reflex and a positive angle kappa. Furthermore, all participants showed a good depth perception. The results of ocular motricity were in line with previous studies; infants showed difficulties in saccadic and smooth pursuit eye movements – both associated with head movements – probably because of age.

In conclusion, this study highlights the necessity of performing a vision screening in preschooled-aged children in order to detect possible disfunctions, which could affect a proper visual development.

Keywords: vision screening, amblyopia, preschooled-aged children, exophoria.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
1.1. IMPORTANCIA DEL EXAMEN VISUAL EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA .....	7
1.2. VISIÓN Y MOVIMIENTOS .....	9
1.3. AGUDEZA VISUAL (AMBLIOPÍA) .....	10
1.4. ALINEAMIENTO DE LOS EJES VISUALES .....	12
1.5. ESTEREOPSIS .....	14
1.6. MOTRICIDAD OCULAR Y PROBLEMAS EN LA LECTURA .....	15
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	16
3.1. EVALUACIÓN OPTOMÉTRICA .....	17
a) Agudeza visual .....	17
b) Estereopsis .....	18
c) Convergencia y divergencia .....	19
d) Motricidad ocular .....	19
e) Test de Hirschberg .....	20
f) Test de Bruckner .....	21
g) Retinoscopía de Mohindra .....	21
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
4.1. ANÁLISIS DE DATOS .....	21
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
a) Agudeza visual (ambliopía) .....	24
b) Alineamiento de los ejes visuales .....	26
c) Estereopsis .....	28
d) Motricidad ocular .....	30
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	33

**6. BIBLIOGRAFÍA..... 34**

# 1. INTRODUCCIÓN

La visión implica un proceso fisiológico, que permite percibir detalles precisos de la imagen (vista) y un proceso perceptual (visión) que conlleva la integración multisensorial: visión, audición, tacto y propiocepción y que supone la interpretación de la información visual.

## 1.1. IMPORTANCIA DEL EXAMEN VISUAL EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA

La realización de un examen visual en la población pediátrica es muy importante ya que la detección temprana de problemas oculares que afectan al desarrollo visual y su tratamiento oportuno son fundamentales para prevenir una discapacidad visual permanente (Medicine, 2015). Esto se debe a que el periodo crítico del desarrollo visual se da hasta los 8 años, siendo determinantes los primeros años de vida (Biar et al., 2011). Este es un periodo de plasticidad cerebral, que consiste en la maleabilidad de los circuitos de la corteza cerebral, pudiendo producirse fácilmente modificaciones. A medida que va aumentando la madurez, el cerebro pierde maleabilidad y será más difícil corregir cualquier problema visual (Morales et al., 2003) (Tenaglia, 2002).

En los exámenes visuales que se realizan en niños en edad escolar se evalúa la agudeza visual y de manera genérica el estado visual, pero no se evalúa de manera exhaustiva el estado de la acomodación ni visión binocular. (Jang and Park, 2015)

Además, se ha comprobado en diversos estudios que las anomalías acomodativas y binoculares no estrábicas son problemas de alta prevalencia en niños, sobre todo en los últimos años. El uso de nuevas tecnologías requiere una demanda atencional prolongada en un espacio visual restringido. Esta situación implica un sobre esfuerzo continuo de la acomodación y la vergencia que altera la eficiencia del sistema visual y se traduce en sintomatología diversa que incluye astenopia. Por ello es importante su detección y debe estar dentro de los objetivos de los exámenes visuales realizados a la población pediátrica. (Hussaindeen et al., 2017)

Entre unos estudios y otros hay grandes diferencias en los valores de prevalencia de anomalías binoculares no estrábicas y acomodativas. Esto se debe tanto a la población de la muestra como a la falta de uniformidad en los criterios diagnósticos. Además, los diferentes criterios de diagnóstico dificultan comparar los estudios existentes. (Cacho-Martínez et al., 2010) (Jang and Park, 2015)

Existen diferencias al considerar la sintomatología de los pacientes, así como tampoco hay uniformidad en los signos clínicos utilizados para el diagnóstico en la población pediátrica. (Cacho-Martínez et al., 2014)

Según (Hussaindeen et al., 2017) la prevalencia de estas anomalías es mayor en niños de mayor edad, esto lleva a la conclusión de que aumentan con el incremento de la demanda visual. Además, afirman que estas anomalías repercuten negativamente en la capacidad de lectura de los niños, y por tanto afectan a su rendimiento académico.

Hussaindeen et al. (Hussaindeen et al., 2017), estudiaron a 920 niños con edades comprendidas entre 7 y 17 años en dos tipos de población, urbana y rural.

La prevalencia de disfunciones binoculares no estrábicas en la población urbana y rural fue del 31,5% y el 29,6%, respectivamente. La insuficiencia de convergencia fue la más frecuente 16,5% y 17,6% en la población urbana y rural respectivamente de entre todas las disfunciones binoculares no estrábicas. Se encuentra también que este tipo de disfunciones aumenta con la edad, en el grupo de 13 a 17 años (36,2%) en comparación con el grupo de 7 a 12 años (25,1%).

Hoseini-Yazdi et al. (Hoseini-Yazdi et al., 2015), estudiaron a 83 pacientes que acudieron a las clínicas de optometría de la Universidad de Ciencias Médicas de Mashhad durante un mes. La edad media de los pacientes fue de  $21,3 \pm 3,5$  años y el 14,5% de ellos tenían síntomas binoculares y acomodativos específicos. En el 19,3% de los pacientes se encontraron problemas de convergencia y anomalías acomodativas; el exceso de acomodación (4,8%) y la insuficiencia de convergencia (3,6%) fueron los trastornos de acomodación y convergencia más comunes, respectivamente.

García-Muñoz et al. (García-Muñoz et al., 2016) estudiaron una muestra aleatorizada de 175 estudiantes universitarios con edades comprendidas entre 18 y 35 años. La prevalencia general de disfunciones acomodativas y/o binoculares fue del 13,15% y la prevalencia de error refractivo fue del 45,14%. Las disfunciones acomodativas se presentaron en el 2,29% de la población, las disfunciones binoculares se observaron en el 8% y ambas disfunciones, acomodativas y binoculares, se encontraron en el 2,86% de los estudiantes universitarios. Dentro de los trastornos acomodativos y binoculares, las disfunciones más prevalentes fueron la insuficiencia de convergencia, con una prevalencia del 3,43% y el exceso de convergencia y el exceso de acomodación, ambos con una prevalencia del 2,29%.

Estos estudios revelan la alta prevalencia de disfunciones que afectan al sistema visual y subrayan la necesidad de realizar una valoración completa de la visión binocular como protocolo optométrico a una gran parte de la población. Con ello se evitará cualquier efecto adverso que estas alteraciones pudiesen provocar. (Jang and Park, 2015) (Hussaindeen et al., 2017)

En nuestro estudio planteamos evaluar la agudeza visual y el estado de la función acomodativa y visión binocular en niños de dos años, con el propósito de detectar cualquier tipo de disfunción que pudiera estar presente.

En nuestra investigación nos basamos en los valores de agudeza visual, alineamiento de los ejes visuales, estereopsis y motricidad ocular en un grupo de 116 niños de edades comprendidas entre 2 y 3 años.

## 1.2. VISIÓN Y MOVIMIENTOS

La visión contribuye al desarrollo de otros sistemas sensoriales y motores.

Una alteración visual puede afectar al desarrollo motor del niño porque la percepción visual y el control de los movimientos están íntimamente relacionados. Es importante considerarlos conjuntamente. (Hayhoe, 2017)

La visión proporciona una entrada sensorial clave necesaria para el correcto funcionamiento de los circuitos neuronales, es por tanto un proceso cerebral de integración sensorial (Niechwiej-Szwedo et al., 2019) y proporciona un aporte sensorial clave durante la realización de la mayoría de las actividades diarias. (Hayhoe, 2017)

La relación entre visión y movimiento fue declarada por primera vez por Held y Hein en un estudio que demostró que el desarrollo normal de la visión funcional requiere experiencias específicas donde los estímulos visuales y motores se acoplan durante un determinado comportamiento.

Las acciones simples requieren de un gran procesamiento de la entrada de información visual a lo largo de la corriente cortical dorsal, donde las neuronas se activan preferentemente por estímulos visuales binoculares. (Niechwiej-Szwedo et al., 2019)

Cuando la retroalimentación visual se reduce o elimina, los movimientos se vuelven más lentos y

menos precisos. Los niños diagnosticados con un trastorno de coordinación del desarrollo, caracterizado por una función motora reducida, también manifiestan una visión binocular alterada. (Niechwiej-Szwedo et al., 2019)

### 1.3. AGUDEZA VISUAL (AMBLIOPÍA)

Evaluar la agudeza visual (AV) de manera precisa a la población pediátrica es fundamental para la detección de los problemas visuales y su manejo. (Leone et al., 2014)

Leone et al. (Leone et al., 2014) demuestran que la agudeza visual varía con la edad. Mejora sobre todo en los 24 primeros meses de vida, y va aumentando, pero más lentamente, hasta los 72 meses de vida o más. Es importante tener en cuenta esta relación entre la agudeza visual y la edad para determinar los criterios de evaluación en los exámenes visuales pediátricos. La AV también varía según el test que se utilice para medirla. (Leone et al., 2014)

La importancia de realizar el examen ocular a niños en edad preescolar se debe sobre todo a la ambliopía, además de ser muy común en la infancia es uno de los problemas visuales más preocupantes en la población pediátrica porque puede producir un mal desarrollo del sistema visual, lo que provocaría un daño en la visión si no es corregido. Debido a esto, la mayoría de los exámenes de visión a la población pediátrica se enfocan en la detección de ambliopía o sus factores de riesgo. (Earley and Fashner, 2019)

Optimizar la agudeza visual cuando son niños evitará que una posible ambliopía no diagnosticada continúe más allá de esta edad (Biar et al., 2011).

La ambliopía consiste en una disminución de la agudeza visual unilateral o, de manera menos frecuente, bilateral no atribuida a defectos orgánicos (Mocanu and Horhat, 2018), debida a alteraciones en el periodo crítico del desarrollo de la vía visual como consecuencia de la falta de estimulación visual. (López-Torres et al., 2019)

Para el desarrollo visual normal el cerebro tiene que recibir imágenes focalizadas y nítidas, pero si la imagen que se forma en la retina no es clara en alguno de los dos ojos, la imagen que llega al cerebro será diferente y éste suprime la imagen menos clara causando así la ambliopía. (López-Torres et al., 2019)

El niño no refiere que vea mal por uno de los ojos, pero la sintomatología de la ambliopía puede manifestarse con mal rendimiento escolar, inadecuado proceso de desarrollo y alteraciones psicológicas en la adolescencia. (López-Torres et al., 2019)

Cuanto más temprano se inicie el tratamiento de la ambliopía, mejores son sus resultados. Si la ambliopía no se trata a tiempo puede producir una agudeza visual deficiente para toda la vida, que no va a poder ser corregida, con una repercusión importante en la estereopsis. Evitar los factores de riesgo que la causan reduce la pérdida de visión en niños y mejora la calidad de vida en adultos. (López-Torres et al., 2019) (Mocanu and Horhat, 2018)

Formas clínicas de ambliopía (Díaz U. et al., 2003) (Hernández-Muñoz et al., 2003):

- Ambliopía por privación. Percepción incorrecta de imágenes, como en una catarata congénita, ptosis, opacidades corneales, ...
- Ambliopía nistágmica. En niños con nistagmo. Generalmente esta ambliopía es bilateral, disminuye la agudeza visual en ambos ojos.
- Ambliopía ametrópica. Debido a defectos refractivos no corregidos. En este caso la ambliopía es bilateral.
- Ambliopía estrábica. Por estrabismos manifiestos, sobre todo endotropias, o por microtropias.
- Ambliopía anisométrica. Diferencia de refracción de un ojo a otro.

En la anisometropía la ambliopía aparece generalmente en el ojo con mayor defecto de refracción. Además, es más probable y grave cuanto mayor sea la diferencia de ametropía entre los dos ojos. En niños con miopías congénitas y unilaterales será más normal que exista ambliopía y si se detecta tarde no se obtendrán buenos resultados pese al tratamiento. Por el contrario, si la miopía aparece en edad escolar es más raro que la ambliopía se produzca y si se produce y se diagnostica pronto, el tratamiento será eficaz. (Valls Ferrán et al., 2013)

El tratamiento de la anisometropía consiste en la prescripción óptica y en oclusiones parciales o totales de un ojo o de ambos ojos de manera alternante. (Valls Ferrán et al., 2013)

El diagnóstico temprano de la anisometropía es muy importante, cuanto antes se detecte mejores resultados se obtendrán con el tratamiento (Valls Ferrán et al., 2013).

Según estudios, la prevalencia de ambliopía en niños oscila entre 1,3% y 3,6%. En niños de hasta 3 años de edad, en el 82% de los casos la ambliopía va unida a estrabismo. En niños mayores de 3

años, estrabismo y anisometropía van ligadas a ambliopía en el 40% de los casos cada uno. (Niechwiej-Szwedo et al., 2019)

#### 1.4. ALINEAMIENTO DE LOS EJES VISUALES

La condición ideal de alineamiento de los ejes visuales es la ortoforia. (Serrano Camacho et al., 2011) Hay ortoforia cuando los ejes visuales de los dos ojos se unen a nivel del objeto fijado y la imagen de este se forma en la fovea de ambos ojos. El objeto se ve a la vez en cada ojo, pero debido a la distancia interpupilar cada uno recibe la imagen desde un ángulo distinto. La corteza occipital fusiona estas imágenes ligeramente distintas dando lugar a la visión estereoscópica. (Merchante Alcántara, 2013)

La alineación binocular depende de respuestas de vergencia precisas, que consiste en la suma de cuatro componentes: la vergencia tónica, proximal, acomodativa y fusional. Esta última es la responsable de corregir cualquier error de los otros componentes de respuesta vergencial. (Sreenivasan et al., 2016)

La cantidad de demanda de vergencia fusional se evalúa midiendo la foria, que es una desviación latente de los ejes visuales que solo se pone de manifiesto si impedimos la fusión mediante una maniobra disociante. (Sreenivasan et al., 2016)

La diferencia entre la alineación de los ejes visuales en condiciones monoculares y la alineación en condiciones binoculares es el error que debe superar la vergencia fusional. El efecto que provoca la foria en la función binocular depende del rango de vergencia fusional, que es el rango de desalineación que la vergencia fusional es capaz de superar. (Sreenivasan et al., 2016)

Hay una exoforia cuando la desalineación es divergente, hacia temporal y endoforia si es convergente, hacia nasal. Hay autores que afirman que lo habitual en niños es que sean ortofóricos o exofóricos. Otros autores muestran en sus estudios que los niños suelen presentar exoforias de magnitud similar a las de los adultos. (Sreenivasan et al., 2016)

Uno de los principales problemas en niños tiene que ver con el desalineamiento de los ejes visuales, es el estrabismo o tropía. Consiste en la desviación manifiesta de uno de los ejes visuales en relación con la posición que debería adoptar cuando el otro ojo fija un objeto. (Merchante Alcántara, 2013) El estrabismo se debe a un mal funcionamiento del aparato neuromuscular oculomotor. Para que exista ortoforia es necesario que los 6 músculos extraoculares que forman el ojo funcionen

correctamente.

Podemos clasificar los estrabismos de la siguiente forma:

Según su persistencia en el tiempo (Merchante Alcántara, 2013):

- Estrabismo constante. Aparece de forma permanente.
- Estrabismo intermitente. Aparece en determinadas circunstancias como puede ser una enfermedad, nerviosismo o cansancio, o en una determinada posición o distancia de la mirada.

Según la preferencia o no por un ojo (Merchante Alcántara, 2013):

- Estrabismo monocular. Siempre fija el mismo ojo y el otro se desvía. El niño suprime el ojo desviado y ese ojo tiende a ser ambliope.
- Estrabismo alternante. Se fija indistintamente con uno u otro ojo, mientras que el otro se desvía. El niño desarrolla buena agudeza visual en los dos ojos porque, aunque suprima el ojo desviado, alterna la fijación.

Según la variación o no del ángulo de desviación en las distintas posiciones de mirada (Serrano Camacho et al., 2011):

- Comitante. La desviación es la misma en todas las posiciones de mirada.  
Distinguimos entre cuatro tipos de estrabismos comitantes según la dirección de la desviación (Merchante Alcántara, 2013):
  - Estrabismo convergente o endotropía. Desviación hacia nasal.
  - Estrabismo divergente o exotropía. Desviación hacia temporal.
  - Hipertropía. Desviación hacia arriba.
  - Hipotropía. Desviación hacia abajo.
- Incomitante. La desviación varía según la posición de mirada. (Serrano Camacho et al., 2011)  
Distinguimos los siguientes tipos de estrabismos incomitantes (Merchante Alcántara, 2013):
  - Estrabismos paráliticos. Debido a la parálisis del III, IV o VI par oculomotor.
  - Estrabismos asociados al Síndrome de Brown.
  - Estrabismos asociados al Síndrome de Duane.

Una de las principales consecuencias del estrabismo es la ambliopía.

Para el tratamiento del estrabismo es necesario el tratamiento de la ambliopía. De esta forma se pretende mejorar la agudeza visual de los dos ojos y tener una buena visión binocular. La recuperación va a depender de la edad a la que comienza el estrabismo y de cuándo se inicia el tratamiento. (Merchante Alcántara, 2013) (Serrano Camacho et al., 2011)

## 1.5. ESTEREOPSIS

La estereopsis es la propiedad de la visión binocular que se encarga de la percepción de profundidad. Para que tenga lugar, el cerebro debe fusionar imágenes similares de ambos ojos que permiten elaborar una imagen tridimensional. (Jeon and Choi, 2017) Valores normales de estereopsis indican la integridad binocular (Bermúdez et al., 2007b), para ello el paciente tiene que presentar buena agudeza visual en los dos ojos y una adecuada visión binocular y fusión. (Barriuso Lapresa, 2007) La visión binocular empieza a desarrollarse con la aparición de la fijación bifoveal a los 3 meses de edad, y entre los 3 y 6 meses se desarrolla la fusión, dándose las primeras respuestas estereoscópicas. Los niños a los 3 años ya tienen la estereopsis tan desarrollada como un adulto. Se considera 40 segundos de arco el valor normal de estereopsis.

Es importante medir la estereopsis ya que nos ayuda a detectar problemas como estrabismo o ambliopía. (Hernández-Muñoz et al., 2003) (Figuroa O. et al., 2013) (Bermúdez et al., 2007a)

La alteración de la estereopsis es el problema más común de la ambliopía en condiciones binoculares. La estereopsis se ve más afectada por la mala visión de un ojo que por la borrosidad de ambos ojos y en las personas con ambliopía la visión está dominada por el ojo que mejor ve. En ambliopías estrábicas la estereopsis está más alterada que en ambliopías anisométricas. En estrabismos constantes con buena AV en ambos ojos, la estereopsis es nula. (Levi et al., 2012)

Hay que tener en cuenta que una anisometropía corregida también puede causar malos resultados de estereopsis, ya que existirá una diferencia de tamaño de las imágenes retinianas, conocido como aniseiconia, lo que dificulta la visión binocular y en consecuencia la estereopsis. (Valls Ferrán et al., 2013)

En personas con visión binocular normal, los movimientos de las manos guiados visualmente se ven significativamente afectados cuando la visión se limita a un solo ojo. Los movimientos son más lentos y menos precisos con visión monocular. La información visual sobre la distancia de los objetos

se ve degradada significativamente con la ausencia de información estereoscópica. Lo mismo ocurre con el rendimiento al caminar. (Levi et al., 2012)

Estos resultados se reflejan en pacientes ambliopes. Diversos estudios demuestran que estos déficits visuomotores están relacionados con la alteración de la estereopsis y no con otros síntomas de la ambliopía como la agudeza visual.

En niños con ambliopía es mejor para la eficacia del tratamiento que tengan un poco de estereopsis a que no tengan nada. Por tanto, el estado de la estereopsis es crítico para la eficacia del tratamiento. (Levi et al., 2012)

## 1.6. MOTRICIDAD OCULAR Y PROBLEMAS EN LA LECTURA

La motricidad ocular es la capacidad de controlar los movimientos de los ojos para que su información se transmita al cerebro. Para ello los músculos extraoculares, encargados de estos movimientos, deben funcionar correctamente. Para que estos movimientos sean correctos han de ser suaves, precisos, extensos, completos, simétricos, regulares, sin saltos y no asociados a movimiento de cabeza ni cuerpo. (Pérez Tormo, 2014)

La habilidad de la lectura depende de capacidades visuales y motoras, para su desarrollo es necesaria una serie coordinada de movimientos oculares: movimientos sacádicos hacia adelante, que representan el 85% de los movimientos oculares en la lectura, y movimientos sacádicos hacia atrás o movimientos regresivos, representan el 15% de los movimientos. Durante la lectura también se producen pausas o fijaciones que constituyen el 90% del tiempo de lectura. (Birch and Kelly, 2017)

Una disminución en la capacidad lectora puede estar asociada con una agudeza visual deficiente, visión binocular inestable o enfermedad ocular. Por eso es conveniente que los niños que presenten problemas en la lectura reciban una evaluación ocular y visual completa. (Christian et al., 2018)

Es importante que el optometrista evalúe la visión binocular y la función oculomotora en todos los niños, especialmente los que han sido identificados con problemas de lectura, ya que estos suelen presentar resultados alterados en las pruebas binoculares y motoras. (Christian et al., 2018)

Kelly et al. (Kelly et al., 2018) en su estudio relacionan la ambliopía con las dificultades en la lectura. Se comprobó que la lectura es más lenta en los niños ambliopes, independientemente del tipo de ambliopía, en comparación con los niños sin ambliopía. Esto sugiere que la ambliopía es el factor

clave en la lectura lenta en los niños y provoca alteración en la motricidad ocular con afectación de seguimientos, sacádicos y fijación.

En las personas con ambliopía existe una disfunción ocular motora: ocurre una alteración de los sacádicos, realizan más movimientos de lo habitual y presentan inestabilidad de la fijación normalmente del ojo ambliope. Por tanto, es probable que la lectura lenta en niños ambliopes sea producida por esa disfunción en la motricidad. (Kelly et al., 2018)

La lectura es fundamental para el rendimiento académico y una lectura lenta puede dificultar el éxito académico, por eso es importante evaluar todos los factores que desencadenan los problemas de lectura cuando los niños son pequeños.

(Christian et al., 2018) (Birch and Kelly, 2017)

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos principales de este trabajo son:

- Describir las capacidades visuales de niños en edad preescolar, centrándonos en agudeza visual, alineamiento de los ejes visuales, estereopsis y motricidad ocular.
- Fomentar la importancia de un examen visual completo en la población preescolar.
- Dar a conocer la prevalencia de la ambliopía en niños y la importancia de su detección temprana para un tratamiento eficaz.

## 3. METODOLOGÍA

Este estudio observacional y descriptivo se realizó desde el 1 de octubre de 2019 al 31 de enero de 2020. La muestra consistió en un total de 116 niños de una media de 29,57 meses de edad, pertenecientes a tres centros infantiles adscritos a la Universidad de Sevilla.

Los niños tenían visión normal o visión corregida. Se excluyeron del estudio a niños prematuros y aquellos con antecedentes de trastornos en el desarrollo y/o dificultades en el aprendizaje.

La investigación siguió los principios de la Declaración de Helsinki, los padres fueron informados de la naturaleza del estudio, así como de sus posibles consecuencias, obteniendo su posterior

consentimiento.

Fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional del Hospital Universitario Virgen Macarena de la Universidad de Sevilla.

### 3.1. EVALUACIÓN OPTOMÉTRICA

#### a) Agudeza visual

##### - Test de Cardiff

Es un test de preferencia de mirada que se realiza en niños de 1 a 3 años de edad.

Está compuesto por 11 niveles de agudeza visual (AV), de más gruesa a más fina y cada nivel incluye tres láminas. Cada una tiene un dibujo en la parte superior o inferior, sobre un fondo gris, cuyos contornos consisten en bandas blancas y negras alternadas para garantizar la interacción de contornos y de luminancia promedio igual al fondo gris de la tarjeta. Los dibujos no cambian de tamaño, lo que cambia es el ancho de las bandas, que es lo que determina la AV. (Piedad and Montoya, 2009) (Sathar et al., 2019)

Se midió la agudeza visual binocular y monocular en posición sentada y a una distancia de 1 m del niño. Las tres cartas se barajan y se presenta la primera frente a los ojos del niño, tenemos que observar si dirige la mirada hacia arriba o hacia abajo de la tarjeta. Si no muestra interés por ninguna de las partes de la lámina es que no ve el dibujo, las líneas superan el límite de resolución del niño y éste verá todo gris. (Piedad and Montoya, 2009) (Sathar et al., 2019)

Por último, se realiza la conversión equivalente en logaritmo del ángulo mínimo de resolución (LogMAR). (Sathar et al., 2019)

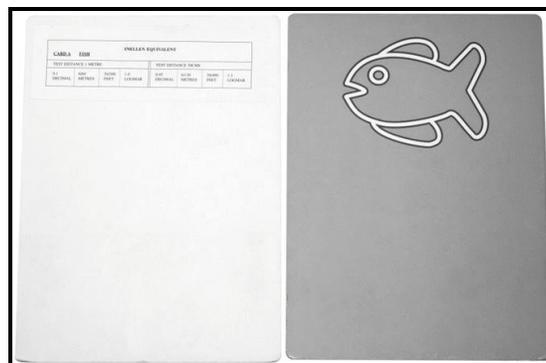


Figura 1. Lámina test de Cardiff.

Fuente: elaboración propia

### - Test de las ruedas rotas

Consiste en una serie de tarjetas presentadas en parejas, en cada una de ellas hay dibujado un coche con 2 ruedas. Se muestra el primer par de láminas que es el de mayor tamaño: en una de ellas, las ruedas del coche son unas «C» de Landolt, mientras que, en la otra, las ruedas son círculos cerrados. Se pregunta al niño qué lámina contiene el coche con las ruedas rotas, si la respuesta es correcta, mostraremos la siguiente pareja de coches de menor tamaño. Así sucesivamente hasta obtener la mejor agudeza visual. (Schmidt, 1992)

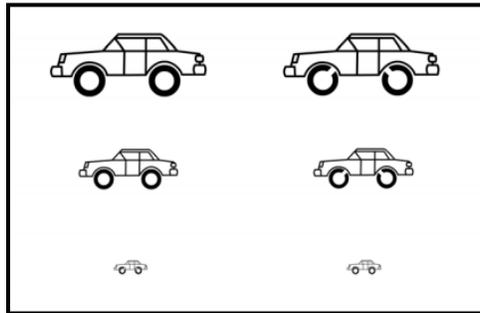


Figura 2. Test de las ruedas rotas. (Lorente Velázquez, 2007)

### b) Estereopsis

#### - Test de estereopsis de Lang tipo II

Los test de visión estereoscópica son utilizados habitualmente como herramienta de detección de alteraciones de la visión binocular, como ambliopía o estrabismo. (Calonge et al., 2011)

El test de Lang tipo II consiste en una tarjeta con cuatro imágenes: estrella, elefante, luna y camión. La estrella es una imagen bidimensional, puede verse con un solo ojo y no hace falta presentar estereopsis para verla, sirve para captar la atención del paciente. Las otras imágenes son tridimensionales y evalúan la estereopsis. (Budai et al., 2019)

El test ha de colocarse perpendicularmente a los ojos del niño, a 40 cm aproximadamente. Se le pregunta si ve algo mientras observamos sus movimientos oculares.



Figura 3. Test de Lang tipo II

Fuente: elaboración propia

Los niños señalan los dibujos que ven, algunos incluso los denominan. (Barriuso Lapresa, 2007) Si el niño no puede nombrar las imágenes se le pide que ubique un área de la tarjeta donde parezca haber algo diferente. (Budai et al., 2019)

### c) Convergencia y divergencia

#### - Punto próximo de convergencia (PPC)

Para medirlo utilizamos un estímulo acomodativo. El niño tiene que fijar la mirada en el objeto y el examinador lo va acercando lentamente hacia él hasta que el niño experimente diplopia, para saber cuándo esto ocurre observamos sus ojos para comprobar la pérdida de binocularidad. (Ostadimoghaddam et al., 2017)



*Figura 4. Punto próximo de convergencia*

*Fuente: elaboración propia*

#### - Convergencia y divergencia con prisma $20\Delta$ .

Con el objetivo de fijación 25 cm, se coloca un prisma de  $20\Delta$  base externa y  $20\Delta$  base interna delante del ojo. El niño debe dirigir su mano delante o detrás del objeto. (Yu et al., 2013)

### d) Motricidad ocular

#### - Movimientos de seguimiento

Se estudian de forma sencilla y de manera binocular. Se presenta el estímulo de fijación frente los ojos del niño. Le pedimos que lo mire y lo movemos suavemente en sentido horizontal, vertical y oblicuo sin sobrepasar el ancho de la espalda del niño.

Observamos sus ojos para comprobar que los movimientos son regulares y que no existen pérdidas de fijación. Observamos también si hay movimiento asociado de cabeza y/o cuerpo. Valoramos si hay alguna limitación del movimiento en alguna dirección. (Olsson et al., 2013)

### - Movimientos sacádicos

Se evalúan mediante fijaciones salteadas, utilizamos dos puntos de fijación. El niño debe cambiar la fijación de un punto a otro según nuestras órdenes. Vamos variando la posición de ambos objetos y la separación entre ellos.

Observamos si los movimientos de los ojos son precisos o si existen pequeños saltos, también si el niño va más allá o se queda corto al pasar de un estímulo al otro. Al igual que en la evaluación de los seguimientos nos fijamos en movimientos asociados de cabeza y/o cuerpo. (Olsson et al., 2013)

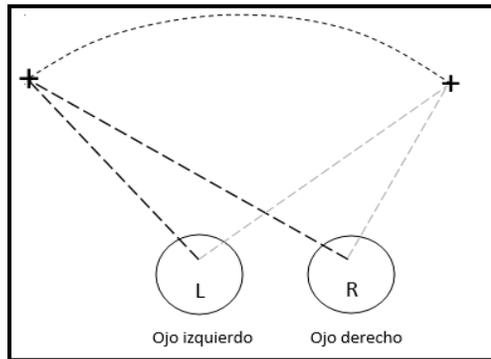


Figura 5. Movimientos de seguimiento

Fuente: elaboración propia

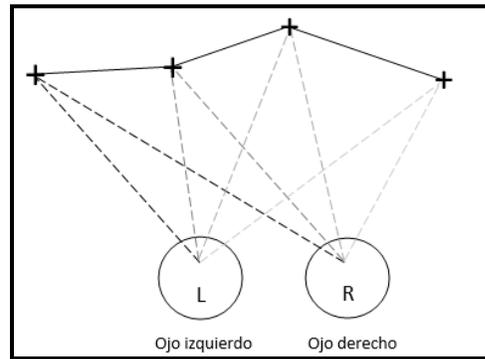


Figura 6. Movimientos sacádicos

Fuente: elaboración propia.

### e) Test de Hirschberg

Esta prueba se utiliza para conocer el ángulo kappa del niño y medir el alineamiento de sus ejes visuales. Representa la cantidad de rotación horizontal del ojo por milímetro de desplazamiento horizontal del reflejo corneal teniendo como referencia el centro de la pupila. (Model and Eizenman, 2011)

Se dirige la luz de una linterna hacia ambos ojos del niño y este tiene que fijar la mirada en la luz. El ángulo kappa es positivo si observamos el reflejo desplazado hacia nasal y negativo si está desplazado hacia temporal.

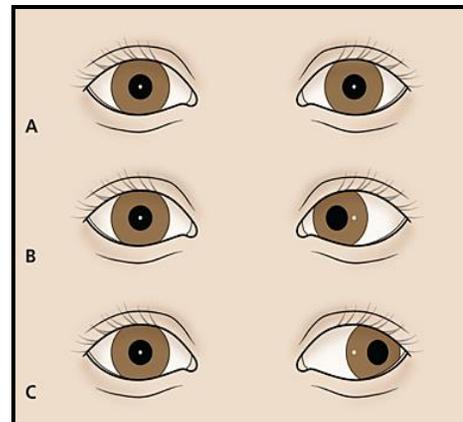


Figura 7. A) Reflejo pupilar centrado  
B) Reflejo pupilar desplazado hacia temporal  
C) Reflejo pupilar desplazado hacia nasal (Bell et al., 2013)

#### f) Test de Bruckner

Es una prueba objetiva de gran utilidad en niños. Con el oftalmoscopio directo y en una sala con poca iluminación, el niño debe mirar la luz del oftalmoscopio. Valoramos el fulgor pupilar en ambos ojos y comprobamos que ambos reflejos son simétricos y similares. En pacientes con estrabismo y/o ambliopía el reflejo pupilar de ambos ojos será diferente obteniendo un reflejo más brillante en el ojo desviado y/o ambliope. Si se observa diferencia puede significar varias cosas: estrabismo, anisometropía, error refractivo significativo u opacidades. (Kothari, 2007)

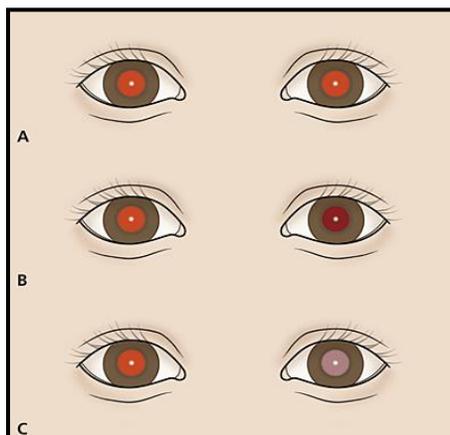


Figura 8. Reflejo de Bruckner. A) Reflejos simétricos B) Reflejos asimétricos (normal en el ojo derecho y más oscuro en el izquierdo) C) Reflejo normal en el ojo derecho y ausencia de reflejo en el ojo izquierdo (opacidad) (Bell et al., 2013)

#### g) Retinoscopía de Mohindra

Para detectar un posible error refractivo.

Se realiza a una distancia de 50 cm, en una habitación a oscuras para que el único estímulo de fijación del niño sea la luz que sale del retinoscopio y evitar la acomodación. Ha de ocluirse el ojo que no estamos examinando. Neutralizamos las sombras directas o inversas con las reglas de esquiopía y al resultado le sumamos -1,25. (Krishnacharya, 2014)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS 25 para Windows (SPSS Science, Chicago, United States). Se realizó un análisis descriptivo de los datos, mostrándose la frecuencia absoluta y el porcentaje de cada una de las categorías de las variables cualitativas estudiadas y la

media y la desviación estándar (DT) o en su defecto la mediana y los cuartiles primero y tercero (Q1-Q3) en las variables cuantitativas.

#### 4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio incluyó 116 niños, 53 hombres (45,68%) y 63 mujeres (54,31%). La edad media de los niños fue de  $29,57 \pm 3,45$  (de 24,16 a 36,90) meses.

Las variables optométricas incluyeron la agudeza visual (AV) de Cardiff para los ojos derecho, izquierdo y ambos; prueba de AV con el test de las ruedas rotas para ojo derecho, ojo izquierdo y ambos ojos; refracción por retinoscopía de Mohindra (equivalente esférico medio); ángulo kappa para ojos derecho e izquierdo; reflejo de Hirschberg para los ojos derecho e izquierdo; punto próximo de convergencia; prueba de convergencia y divergencia con prismas; prueba de estereopsis de Lang; test de Bruckner; movimientos de fijación, seguimiento y sacádicos.

Además, se estudió la mano dominante de cada participante. Se comprobó que en casi la totalidad de los niños (97,4%; ciento trece) la mano dominante fue la derecha.

Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descriptivo de las variables optométricas.

Variable (n=116)	Valor		
	Ojo derecho	Ojo izquierdo	Ambos ojos
Agudeza Visual (Test de Cardiff – LogMAR)	0,18 ± 0,10 (de 0,10 a 0,70)	0,18 ± 0,10 (de 0,10 a 0,70)	0,17 ± 0,10 (de 0,10 a 0,70)
Agudeza Visual (Ruedas rotas – LogMAR)	0,36 ± 0,04 (de 0,10 a 0,40)	0,37 ± 0,49 (de 0,10 a 0,40)	0,37 ± 0,49 (de 0,10 a 0,40)
Refracción por retinoscopia (Dioptrias, D) Equivalente esférico	+1,30 ± 0,85 (de -1,00 a +3,00)	+1,39 ± 0,87 (de -2,00 a +3,00)	-
Ángulo Kappa (Negativo / 0 / Positivo)	5 (4,3%) 35 (30,2%) 76 (65,5%)	6 (5,2%) 34 (29,3%) 76 (65,5%)	-
Reflejo de Hirschberg (n=115 y 114) (Temporal / Central / Nasal)	4 (3,4%) 37 (31,9%) 74 (63,8%)	5 (4,3%) 38 (32,8%) 71 (61,2%)	-
Test de Krimsky (Normal / Desviado)	106 (91,4%) / 10 (8,6%)		
Punto próximo de convergencia (centímetros, cm)	2,01 ± 3,62 (de 0,00 a 20,00)		
Prisma 20Δ Base Temporal (dioptrías prismáticas, Δ) (Negativo / Positivo)	43 (37,1%) / 73 (62,9%)		
Prisma 20Δ Base Nasal (dioptrías prismáticas, Δ) (Negativo / Positivo)	86 (74,1%) / 30 (25,9%)		
Test de estereopsis de Lang (Segundos de arco) (200", 400", 600")	297,29 ± 139,77 (de 200,00 a 600,00)		
Test de Bruckner (Normal / Desviado)	107 (92,2%) / 9 (7,8%)		
Test de Fijación (Bien / Mal)	90 (77,6%) / 26 (22,4%)		
Precisión y cabeza (movimientos de seguimiento)	Suaves 34 (29,3%) / Pérdidas 45 (38,8%) / Saltos 27 (23,3%) / Pérdida continua 10 (8,6%) Sin movimiento 17 (14,7%) / Leve 49 (42,2%) / Medio 32 (27,6%) / Fuerte 18 (15,5%)		
Precisión y cabeza (movimientos sacádicos)	Negativo 67 (57,8%) / Positivo 49 (42,2%) Sin movimiento 15 (12,9%) / Leve 54 (46,6%) / Medio 30 (25,9%) / Fuerte 17 (14,7%)		

En nuestra investigación estudiamos la evaluación del estado de la función visual en niños en edad preescolar sanos para detectar posibles disfunciones visuales.

Entre los resultados obtenidos de la población estudiada destaca la exoforia que presentan la mayoría de los niños.

Estudios de los últimos años demuestran una alta prevalencia de disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas en la población pediátrica. Estas anomalías tienen un gran impacto en la lectura, el rendimiento académico, la eficiencia visual y la vida diaria, por esta razón es de gran importancia su detección y debe formar parte del protocolo de evaluación de la visión. (Hussaindeen et al., 2017) (Jang and Park, 2015) (Cacho-Martínez et al., 2010) El diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado pueden mejorar el rendimiento visual en niños en edad preescolar.

Para el diagnóstico de la función visual pueden usarse diversos síntomas y signos, pero existe una falta de consenso sobre los criterios de diagnóstico en la población pediátrica, sobre todo en niños menores de 5 años. (Hussaindeen et al., 2017) (Jang and Park, 2015) (Cacho-Martínez et al., 2010) (Cacho-Martínez et al., 2015) (Cacho-Martínez et al., 2014) Además, en niños en edad preescolar el sistema visual y las capacidades cognitivas todavía se están desarrollando. (Donahue et al., 2013) Todo esto hace que los valores de prevalencia de las anomalías estudiadas varíen entre los diferentes estudios y que en consecuencia haya una falta de consenso sobre dicha prevalencia. (Cacho-Martínez et al., 2010)

En el presente estudio nos basamos en los valores de agudeza visual, alineamiento de los ejes visuales, estereopsis y motricidad ocular en un grupo de 116 niños con edades comprendidas entre los 2 y 3 años.

#### a) Agudeza visual (ambliopía)

La ambliopía es la reducción unilateral o, con menos frecuencia, bilateral de la agudeza visual, que no se atribuye directamente a un problema estructural del ojo o de las vías visuales, sino que se debe principalmente al estrabismo, anisometropía o errores refractivos altos. (DeSantis, 2014) Es la causa más común de la pérdida de visión en niños con una prevalencia estimada del 1% al 4%. (Kiorpes, 2019) Es crítica su detección temprana para responder mejor al tratamiento. (DeSantis, 2014)

Desafortunadamente, cuando se evalúa a los niños, los criterios de agudeza visual para la derivación de casos de sospecha de ambliopía y error de refracción no son uniformes internacionalmente, particularmente para niños en edad preescolar. (Guo et al., 2015)

En el estudio de Guo et al. (Guo et al., 2015) la mayoría de los valores de agudeza visual no corregidos oscilaba entre 0,30 logMAR y 0,20 logMAR a la edad de 3 años. Los valores normales mejoraban con la edad, de lo que se deduce que la agudeza visual en muchos casos puede mejorar con el desarrollo natural, sin necesidad de tratamiento.

Según Guo et al. (Guo et al., 2015), uno de los criterios diagnósticos para considerar la presencia de ambliopía son valores de agudeza visual inferiores a 0,40 logMAR a los 3 años.

La hipermetropía es el error de refracción más común en la población pediátrica mientras que la miopía tiene una prevalencia muy baja a estas edades (Guo et al., 2015), lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestro estudio. La hipermetropía fisiológica en niños de 2 a 3 años oscila entre +0,75 a +1,50 dioptrías, valor que disminuye con la edad debido al proceso de emetropización. Si la hipermetropía presente en el niño oscila entre +2,00 y +2,50 dioptrías pero la agudeza visual es buena y el defecto de refracción no es potencialmente ambliogénico, no es necesario corregirla, aunque se hará un seguimiento cada 6 meses. (Merchán Price, 2007)

La presencia de errores de refracción, principalmente hipermetropía, es un hallazgo común en niños con ambliopía, que normalmente se asocian con retrasos leves en muchos aspectos del desarrollo. (Atkinson et al., 2005)

En nuestro estudio, la muestra estuvo integrada por niños visualmente sanos cuya refracción objetiva no supero +1,50 dioptrías en ninguno de los dos ojos, con un equivalente esférico medio de +1,30D en el ojo derecho y +1,39D en el ojo izquierdo.

La media de agudeza visual medida con el test de Cardiff en nuestro estudio fue de 0,18 logMAR en los ojos derecho e izquierdo y 0,17 logMAR en ambos ojos.

Los resultados se muestran en la figura 9.

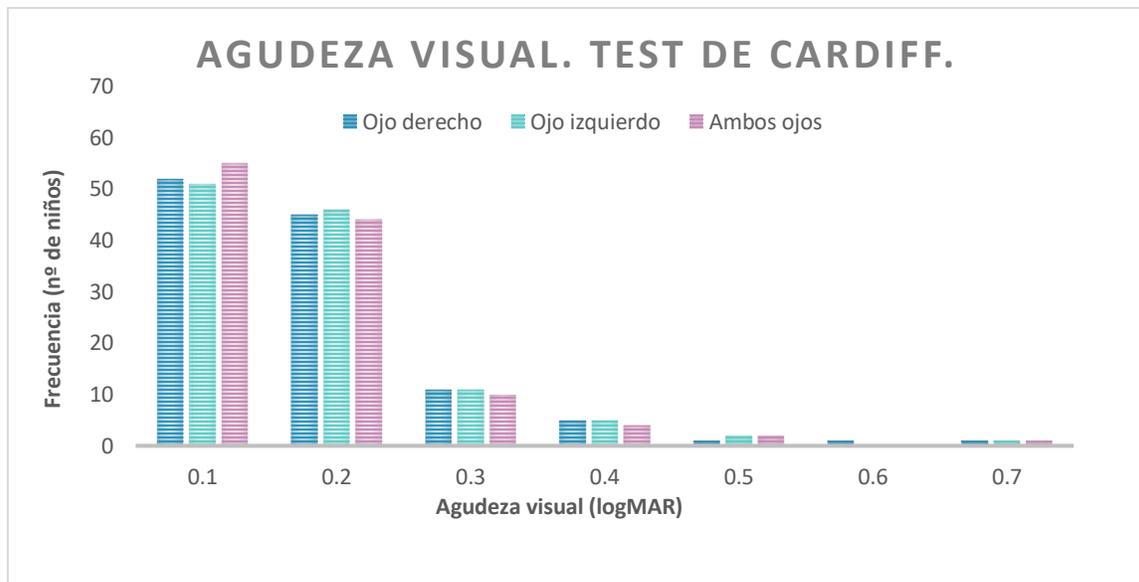


Figura 9. Resultados de la agudeza visual medida con el test de Cardiff.

Fuente: elaboración propia.

## b) Alineamiento de los ejes visuales

La heteroforia es la desalineación de los ojos en ausencia de vergencia fusional. Una exoforia es una desalineación divergente, mientras que una endoforia es una desalineación convergente. (Babinsky et al., 2015)

La medida de la foria indica la magnitud de la demanda en el sistema de vergencia fusional (Troyer et al., 2017) (Sreenivasan et al., 2016), por ello es una prueba clínica importante y ha sido bien evaluada en adultos y niños mayores. Sin embargo, es difícil evaluar la heteroforia en niños menores de 5 años debido a su escasa colaboración, esto hace que el rango de valores normales esté mal definido. (Troyer et al., 2017) (Lam et al., 1996) (Chen et al., 2000) (Sreenivasan et al., 2016)

Se puede predecir una tendencia de los niños más pequeños a ser endofóricos en relación con los adultos, debido a su hipermetropía no corregida y su distancia interpupilar (DIP) más pequeña, de 50 mm aproximadamente en comparación a un valor aproximado de 62 mm en adultos. Los hipermétropes no corregidos tienen una mayor demanda de acomodación, lo que puede dar lugar a una vergencia acomodativa adicional y endoforia. La estrecha distancia interpupilar conduce a una demanda de vergencia reducida y también podría dar lugar a una endoforia. (Babinsky et al., 2015) (Sreenivasan et al., 2016)

Hay autores que afirman que los niños de 2 a 6 años son predominantemente ortofóricos. (Lam et al., 1996) (Chen et al., 2000) (Babinsky et al., 2015)

Sin embargo, nuestros resultados están en consonancia con estudios más recientes que demuestran que la foria en visión próxima en niños sanos de 2 a 7 años es principalmente exofórica con pocos cambios en ese rango de edad y similares a los de los adultos. (Babinsky et al., 2015) (Troyer et al., 2017) (Sreenivasan et al., 2016) La similitud en la foria entre los grupos de edad sugiere que la demanda del sistema de vergencia fusional es similar en todas las edades para las condiciones binoculares típicas. (Sreenivasan et al., 2016) Esta prevalencia de exoforia en niños es el hallazgo principal de nuestra investigación.

Según Sreenivasan et al. (Sreenivasan et al., 2016) la presencia de exoforia en preescolares puede deberse a varios motivos:

- Los niños pueden no estar ejerciendo una acomodación precisa, y pueden mostrar por tanto exoforia debido a un bajo aporte de vergencia acomodativa.
- Una relación AC/A (cantidad de acomodación que es modificada por acción de la convergencia) pequeña de manera que la vergencia impulsada por la acomodación no los llevaría a una endoforia. Se demostró (Sreenivasan et al., 2016) que las relaciones AC/A que son más pequeñas que la DIP pueden dar lugar a una convergencia baja (exoforia) en niños pequeños incluso en presencia de una acomodación precisa.
- Debido a otros componentes de vergencia: vergencia tónica y proximal, que podrían influir en la foria ya sea solos o combinados, y generar exoforia en niños.

En nuestra investigación se observa que todos los niños tienen una clara tendencia a la exoforia. La mayoría de los participantes presentan el reflejo de Hirschberg desplazado hacia nasal y el ángulo kappa positivo. Los datos se muestran en las figuras 10 y 11.

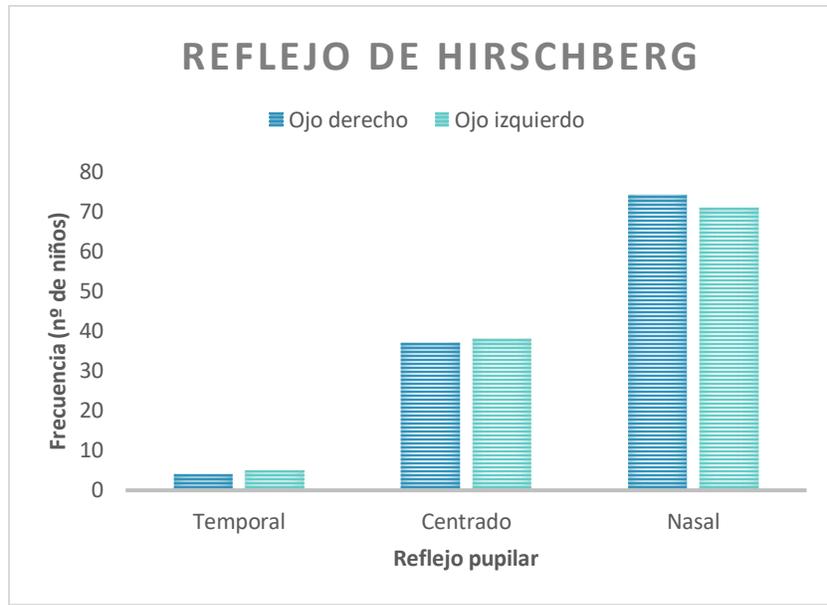


Figura 10. Medidas del reflejo pupilar de Hirschberg.  
Fuente: elaboración propia.

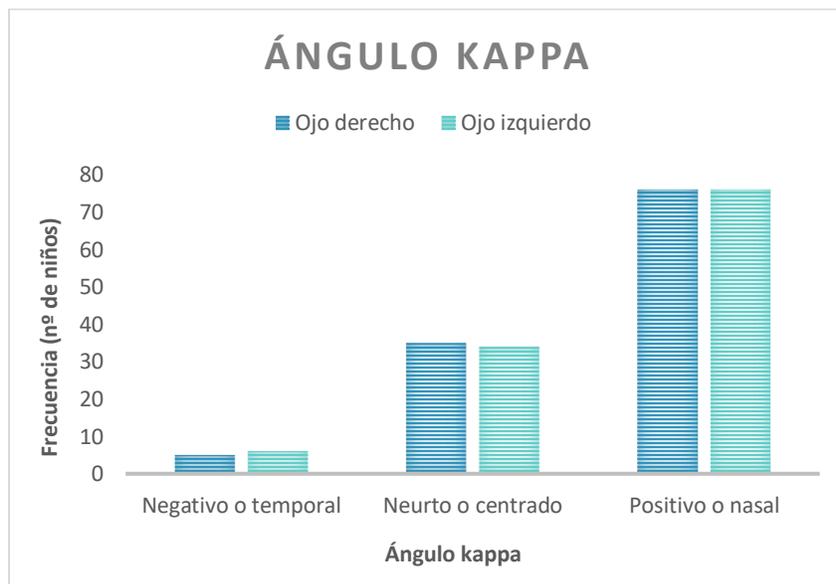


Figura 11. Medidas del ángulo kappa.  
Fuente: elaboración propia.

### c) Estereopsis

La estereopsis es el cálculo de la profundidad basado en la disparidad binocular entre las imágenes de un objeto en los ojos izquierdo y derecho. (Read, 2015) Los pacientes estrábicos no presentan buena estereopsis, ya que falla la capacidad de la que depende la estereopsis de dirigir ambas fóveas

hacia el objeto que se desea fijar. (Read, 2015)

La estereopsis es importante en la medición de la visión binocular que presenta el niño y en la detección de ambliopía, estrabismo y anisometropía. (Ciner et al., 2014) (Read, 2015) Una estereopsis deteriorada se relaciona a menudo con la ambliopía en condiciones de visión binocular. Se ve muy afectada sobre todo en niños ambliopes con estrabismo. (Levi et al., 2012) Esto puede afectar negativamente a las tareas visuomotoras y a la actividad cotidiana de los niños ambliopes. (Levi et al., 2012) También se relaciona con las habilidades de manipulación fina (Alramis et al., 2016) y con el rendimiento académico. (Kulp and Schmidt, 2002)

La estereopsis continúa mejorando con la edad en los niños con desarrollo normal. (Alramis et al., 2016)

En nuestro estudio la estereopsis fue positiva en todos los niños, probablemente se deba a que los niños de la muestra no presentaban ningún tipo de alteración visual.

Un 4,3% de los 116 niños (cinco niños), no presentaban estereopsis mientras que un 62,9% (setenta y tres) presentaron la máxima estereopsis en este test, 200 segundos de arco. Los resultados se muestran en la figura 12.

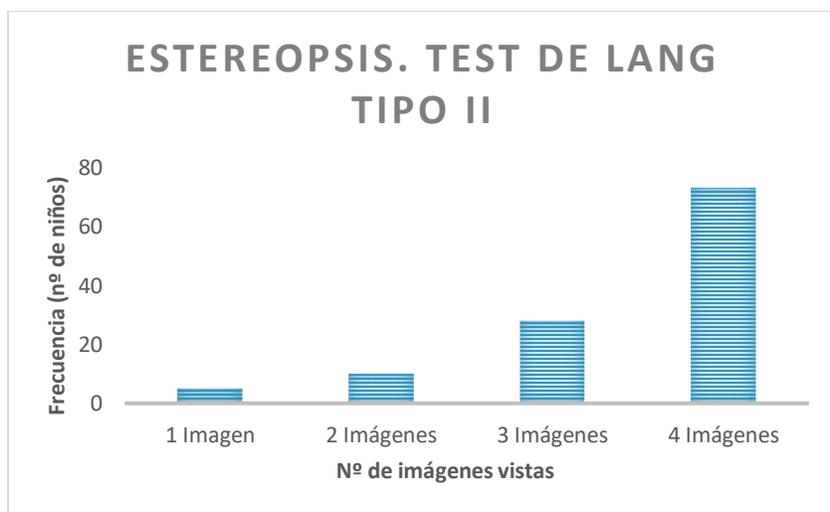


Figura 12. Resultados de la estereopsis medida con el test de Lang tipo II.

Fuente: elaboración propia

#### d) Motricidad ocular

Para una visión óptima los movimientos oculares son fundamentales. El mecanismo de fijación foveal, donde se alcanza la mayor agudeza visual, es posible gracias a la fijación, los movimientos sacádicos, de seguimiento y a las vergencias. (Olsson et al., 2013)

Es difícil evaluar los movimientos oculares en niños tan pequeños debido a la dificultad para mantener quietos tanto el tronco como la cabeza y a su gran curiosidad, lo que dificulta su concentración en la prueba. (Olsson et al., 2013)

Se ha demostrado que durante las evaluaciones de movimientos sacádicos y de seguimiento los niños más pequeños realizan movimientos de cabeza y tienen periodos de latencia mayores. Esto va cambiando con la edad y el desarrollo del niño. Pero hay que tenerlo en cuenta cuando los movimientos de cabeza son demasiado amplios o los periodos de latencia muy largos.

Sin embargo, la fijación en posición primaria de mirada suele ser normal para todos los niños sanos, independientemente de su edad. (Olsson et al., 2013) Esto coincide con los resultados de nuestro estudio, ya que la mayor parte de los niños presentó buena fijación y los movimientos de cabeza asociados a movimientos sacádicos y de seguimiento eran leves o medios en su mayoría.

La disfunción ocular motora puede detectar casos de ambliopía: el inicio y ejecución anormal de los movimientos sacádicos y los problemas de fijación suelen estar presentes en pacientes ambliopes. (Kelly et al., 2018)

Además, el estado de la motricidad ocular nos da información sobre el diagnóstico y seguimiento de enfermedades cerebrales y del tronco encefálico, ya que la función motora ocular se origina con mayor frecuencia por acciones en diferentes áreas del cerebro y núcleos del tronco encefálico. (Olsson et al., 2013)

De los 116 pacientes de nuestro estudio, 90 demostraron tener buena fijación (77,6%). Los 26 niños restantes (22,4%) presentaron la fijación alterada.

En cuanto a los movimientos de seguimiento y sacádicos, las figuras 13, 14, 15 y 16 muestran los resultados descritos.

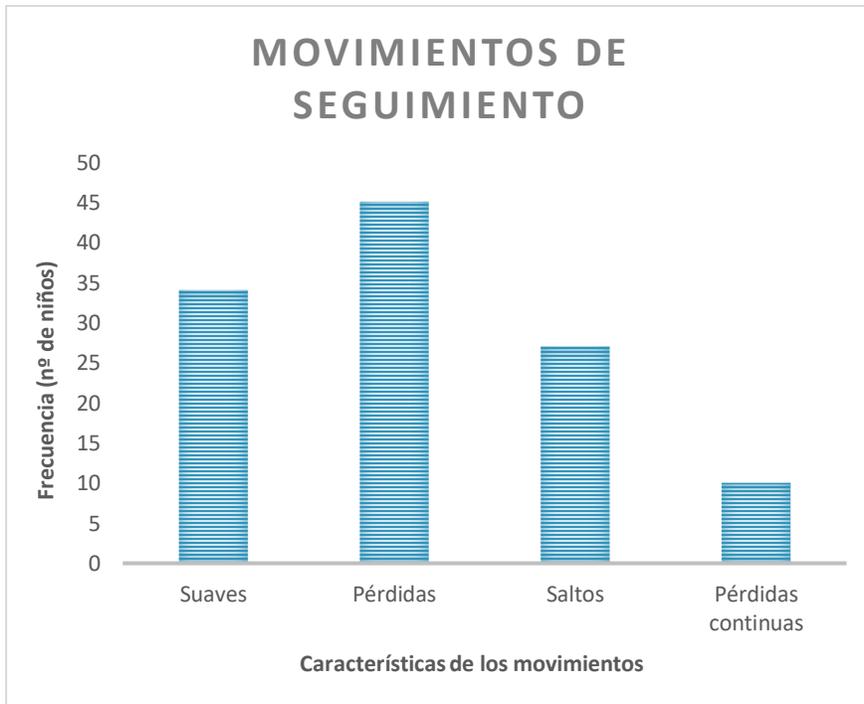


Figura 13. Resultados de la medida de movimientos de seguimiento.

Fuente: elaboración propia.

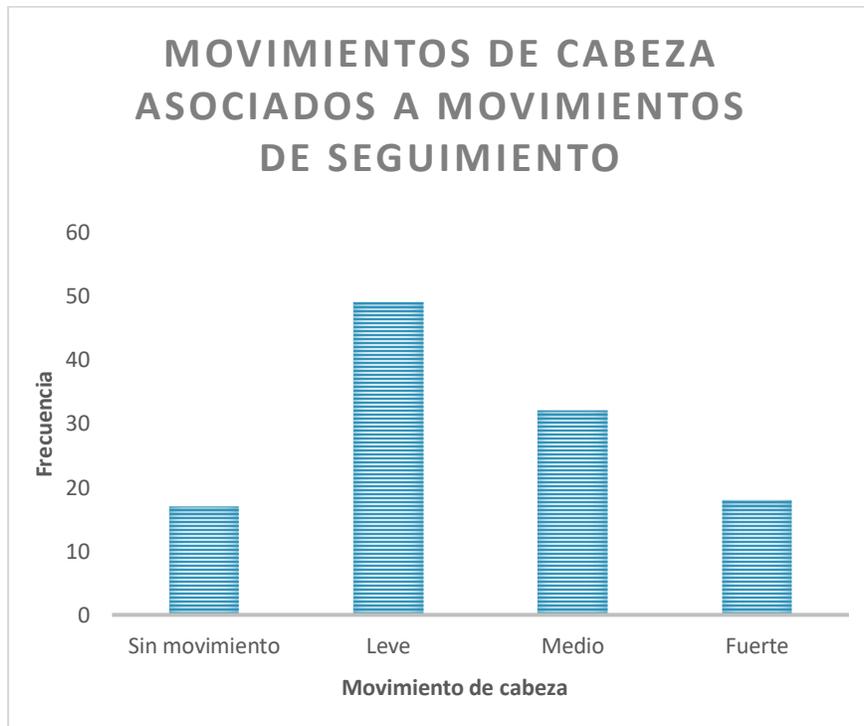


Figura 14. Características de los movimientos de cabeza asociados a los movimientos de seguimiento.

Fuente: elaboración propia.

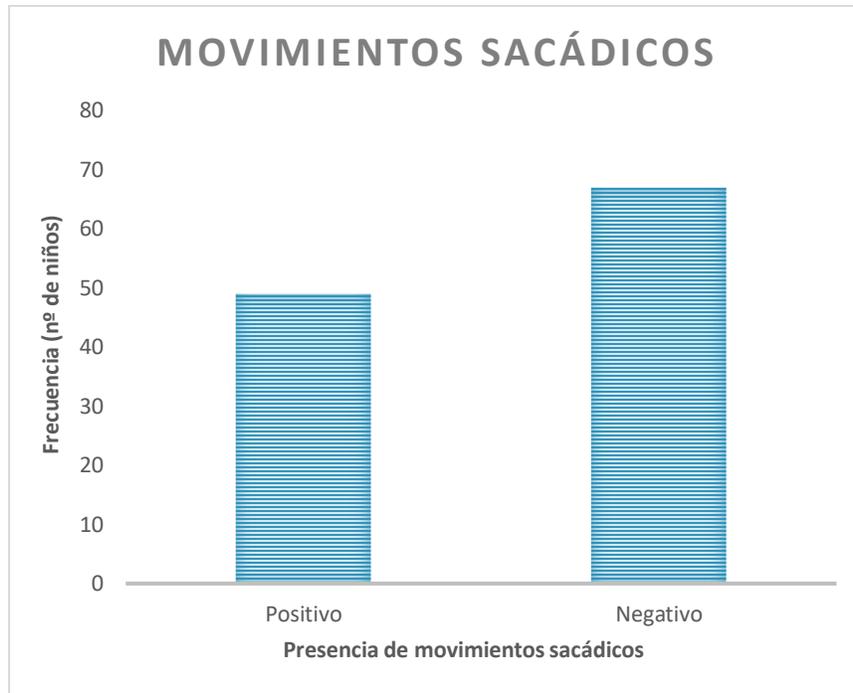


Figura 15. Resultados de la medida de movimientos sacádicos.

Fuente: elaboración propia

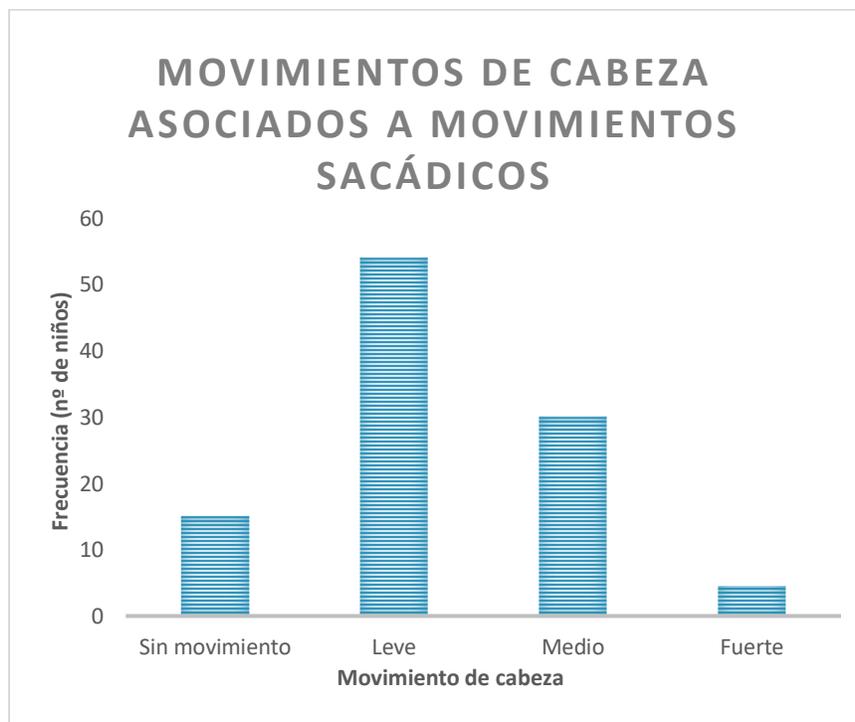


Figura 16. Características de los movimientos de cabeza asociados a los movimientos sacádicos.

Fuente: elaboración propia

Los movimientos de vergencia también corresponden a una parte esencial de la motricidad ocular, sobre todo la convergencia. Una prueba clínica importante para medir la amplitud de la convergencia es el punto próximo de convergencia (PPC), el punto más cercano donde una persona puede mantener fusión binocular sin ver doble. (Ostadimoghaddam et al., 2017) En la medida del PPC en nuestro estudio, obtenemos que la rotura de la visión binocular se produce de media a 2,01 cm. Más de la mitad de los niños (69,0%) convergen muy bien, tienen un PPC hasta la nariz. Los resultados se muestran en la figura 17.

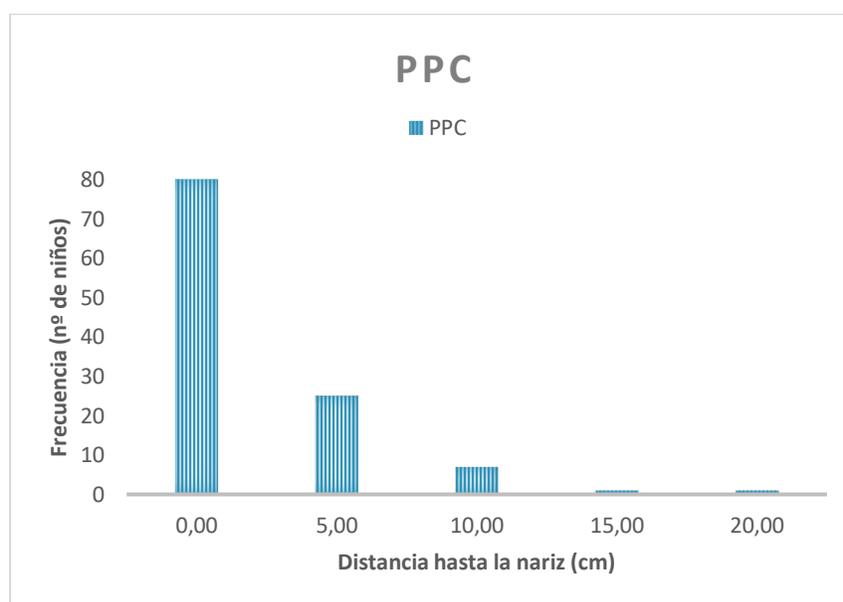


Figura 17. Resultados del punto próximo de convergencia (PPC)

Fuente: elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES

1. La realización de un examen visual completo a la población preescolar es de gran importancia para la detección temprana de las alteraciones visuales y para encontrar el tratamiento adecuado que mejore la capacidad visual del niño. Así evitamos un posible problema en el desarrollo de los niños, que obtendrán mayor rendimiento en actividades no solo visuales, sino también motoras y cognitivas, que derivan a un mayor rendimiento académico y mejor calidad de vida.

2. El examen visual en niños debe incluir las pruebas de visión binocular para la detección de alteraciones binoculares generales y anomalías binoculares no estrábicas, ya que son anomalías muy frecuentes cuya prevalencia ha aumentado en los últimos años.
3. En la evaluación visual de la población pediátrica es importante centrarse en la detección de la ambliopía y de sus factores de riesgo, como son anisometropía, estrabismo y errores de refracción significativos, ya que son alteraciones muy comunes en la edad preescolar y afectan al desarrollo normal del sistema visual.
4. El hallazgo principal de esta investigación es la clara tendencia a la exoforia que presenta la mayoría de la población estudiada.
5. Se deben realizar investigaciones para validar los criterios de diagnóstico de las diferentes disfunciones visuales y llegar a un consenso para que estudios futuros sigan un mismo criterio.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Alramis F, Roy E, Christian L, Niechwiej-Szwedo E. Contribution of binocular vision to the performance of complex manipulation tasks in 5-13years old visually-normal children. *Hum Mov Sci* 2016;46:52–62.

Atkinson J, Nardini M, Anker S, Braddick O, Hughes C, Rae S. Refractive errors in infancy predict reduced performance on the movement assessment battery for children at 3 1/2 and 5 1/2 years. *Dev Med Child Neurol* 2005;47:243–51.

Babinsky E, Sreenivasan V, Rowan Candy T. Near heterophoria in early childhood. *Investig Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:1406–15.

Barriuso Lapresa L. Función visual (niños de 9 meses a 3 años). *Pediatr Aten Prim* 2007;IX:121–8.

Bell AL, Rodes ME, Kellar LC. Childhood eye examination. *Am Fam Physician* 2013;88:241–8.

Bermúdez M, López Y, Figueroa LF. Estereopsis y sensibilidad al contraste (csf) en niños con ambliopía refractiva. *Cienc Tecnol Para La Salud Vis y Ocul* 2007a;5:117.

Bermúdez M, López Y, Figueroa LF. Estereopsis y sensibilidad al contraste (csf) en niños con ambliopía refractiva. *Cienc Tecnol Para La Salud Vis y Ocul* 2007b:117.

Biart OC, Casado IT, Legón ZCM, Caso SR, Hernández AB. Frecuencia de la ambliopía en escolares. *Rev Cubana Pediatr* 2011;83:372–81.

- Birch EE, Kelly KR. Amblyopia and slow reading. *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2017;21:444-446.e1.
- Budai A, Czigler A, Miko-Barath E, Nemes VA, Horvath G, Pusztai A, et al. Validation of dynamic random dot stereotests in pediatric vision screening. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2019;257:413–23.
- Cacho-Martínez P, Cantó-Cerdán M, Carbonell-Bonete S, García-Muñoz Á. Characterization of Visual Symptomatology Associated with Refractive, Accommodative, and Binocular Anomalies. *J Ophthalmol* 2015;2015:895803.
- Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Is there any evidence for the validity of diagnostic criteria used for accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J Optom* 2014;7:2–21.
- Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J Optom* 2010;3:185–97.
- Calonge N, Petitti D, Curry S, DeWitt T, Dietrich A, Gregory K, et al. Vision screening for children 1 to 5 years of age: US Preventive Services Task Force Recommendation statement. *Pediatrics* 2011;127:340–6.
- Chen AH, O'Leary DJ, Howell ER. Near visual function in young children. Part I: Near point of convergence. Part II: Amplitude of accommodation. Part III: Near heterophoria. *Ophthalmic Physiol Opt* 2000;20:185–98.
- Christian LW, Nandakumar K, Hrynychak PK, Irving EL. Visual and binocular status in elementary school children with a reading problem. *J Optom* 2018;11:160–6.
- Ciner EB, Ying GS, Kulp MT, Maguire MG, Quinn GE, Orel-Bixler D, et al. Stereoacuity of preschool children with and without vision disorders. *Optom Vis Sci* 2014;91:351–8.
- DeSantis D. Amblyopia. *Pediatr Clin North Am* 2014;61:505–18.
- Díaz U. R, Raimann S. R, Fariña B. A. Pesquisa de ambliopía en preescolares del Centro de Salud familiar Bernardo Leighton. *Rev Chil Pediatría* 2003;74:595–8.
- Donahue SP, Arthur B, Neely DE, Arnold RW, Silbert D, Ruben JB. Guidelines for automated preschool vision screening: a 10-year, evidence-based update. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2013;17:4–8.
- Earley B, Fashner J. Eye Conditions in Infants and Children: Vision Screening and Routine Eye Examinations. *FP Essent* 2019;484:11–7.
- Figuroa O. LF, Molina M. N, López A. Y, Bermúdez R. M. Agudeza visual, error refractivo, curvatura corneal, visión cromática y estereopsis en niños entre tres y siete años en la localidad de Chapinero de la ciudad de Bogotá. *Cienc Tecnol Para La Salud Vis y Ocul* 2013;11:55.
- García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cantó-Cerdán M, Cacho-Martínez P. Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students. 2016:313–21.
- Guo X, Fu M, Lu J, Chen Q, Zeng Y, Ding X, et al. Normative distribution of visual acuity in 3- to 6-year-old Chinese preschoolers: the Shenzhen kindergarten eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:1985–92.

- Hayhoe MM. Vision and Action. *Annu Rev Vis Sci* 2017;3:389–413.
- Hernández-Muñoz MT, Hernández-Ordóñez T, De La Fuente-Torres MA. Detección de estrabismo y ambliopía con el uso de pruebas para estereopsis en población infantil. *Rev Mex Oftalmol* 2003;77:209–14.
- Hoseini-Yazdi SH, Yekta A, Nouri H, Heravian J, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Frequency of Convergence and Accommodative Disorders in a Clinical Population of Mashhad, Iran. *Strabismus* 2015;23:22–9.
- Hussaindeen JR, Rakshit A, Singh NK, George R, Swaminathan M, Kapur S, et al. Prevalence of non-strabismic anomalies of binocular vision in Tamil Nadu: report 2 of BAND study. *Clin Exp Optom* 2017;100:642–8.
- Jang JU, Park I-J. Prevalence of general binocular dysfunctions among rural schoolchildren in South Korea. *Taiwan J Ophthalmol* 2015;5:177–81.
- Jeon HS, Choi DG. Stereopsis and fusion in anisometropia according to the presence of amblyopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017;255:2487–92.
- Kelly KR, Jost RM, Cruz AD La, Dao L, Cynthia L, Jr DS, et al. Slow reading in children with anisometric amblyopia is associated with fixation instability and increased saccades. *Optom* 2018;21:447–51.
- Kiorpes L. Understanding the development of amblyopia using macaque monkey models. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2019;116:26217–23.
- Kothari MT. Can the Brückner test be used as a rapid screening test to detect significant refractive errors in children? *Optom* 2007;213–5.
- Krishnacharya PS. Study on accommodation by autorefraction and dynamic refraction in children. *J Optom* 2014;7:193–202.
- Kulp MT, Schmidt PP. A pilot study. Depth perception and near stereoacuity: is it related to academic performance in young children? *Binocul Vis Strabismus Q* 2002;17:129–34; discussion 133.
- Lam SR, LaRoche GR, De Becker I, Macpherson H. The range and variability of ophthalmological parameters in normal children aged 4 1/2 to 5 1/2 years. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1996;33:251–6.
- Leone JF, Mitchell P, Kifley A, Rose KA. Normative visual acuity in infants and preschool-aged children in Sydney. *Acta Ophthalmol* 2014;92:e521–9.
- Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review HHS Public Access. *Vis Res* 2012;114:17–30.
- López-Torres V, Salamanca-Libreros OF, Törnquist AL. Recomendaciones para el examen visual en los niños. *Iatreia* 2019;32:40–51.
- Lorente Velázquez A. AGUDEZA VISUAL. Alcon 2007.
- Medicine A. Committee on Practice and Ambulatory Medicine and Section on Ophthalmology AMERICAN ASSOCIATION OF CERTIFIED ORTHOPTISTS AMERICAN ASSOCIATION FOR PEDIATRIC

OPHTHALMOLOGY Organizational Principles to Guide and Define the Child Health Care System and / or I 2015;111.

Merchán Price MS. Corrección de la hipermetropía simple y astigmatismo hipermetrópico en niños de 0 - 4 años. Cienc Tecnol Para La Salud Vis y Ocul 2007;105.

Merchante Alcántara MM. Estrabismo y ambliopía. *Pediatr Integr* 2013;17:489–506.

Mocanu V, Horhat R. Prevalence and risk factors of amblyopia among refractive errors in an Eastern European population. *Med* 2018;54:1–11.

Model D, Eizenman M. An automated Hirschberg test for infants. *IEEE Trans Biomed Eng* 2011;58:103–9.

Morales B, Rozas C, Pancetti F, Kirkwood A. [Critical period of cortical plasticity]. *Rev Neurol* 2003;37:739–43.

Niechwiej-Szwedo E, Colpa L, Wong AMF. Visuomotor behaviour in amblyopia: Deficits and compensatory adaptations. *Neural Plast* 2019;2019:16–8.

Olsson M, Fahnehjelm KT, Rydberg A, Ygge J. Ocular motor score a novel clinical approach to evaluating ocular motor function in children. *Acta Ophthalmol* 2013;91:564–70.

Ostadimoghaddam H, Hashemi H, Nabovati P, Yekta A, Khabazkhoob M. The distribution of near point of convergence and its association with age, gender and refractive error: a population-based study. *Clin Exp Optom* 2017;100:255–9.

Pérez Tormo L. Papel de la memoria visual, la motricidad ocular y la lateralidad en la lectura de alumnos de primer ciclo de Educación Primaria 2014.

Piedad N, Montoya M. Pruebas para la evaluación de la agudeza visual en pacientes pediátricos. *Cienc y Tecnol Para La Salud Vis y Ocul* 2009;7:57–68.

Read JCA. Stereo vision and strabismus. *Eye* 2015;29:214–24.

Sathar A, Abbas S, Nujum ZT, Benson JL, Sreedevi GP, Saraswathyamma SK. Visual Outcome of Preterm Infants Screened in a Tertiary Care Hospital. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2019;26:158–62.

Schmidt PP. Allen figure and broken wheel visual acuity measurement in preschool children. *J Am Optom Assoc* 1992;63:124–30.

Serrano Camacho JC, Lía M, Bravo G. Estrabismo y ambliopía, conceptos básicos para el médico de atención primaria. *MedUNAB* 2011;1414:108–20.

Sreenivasan V, Babinsky EE, Wu Y, Candy TR. Objective measurement of fusional vergence ranges and heterophoria in infants and preschool children. *Investig Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:2678–88.

Tenaglia R. Ambliopía: su pesquisa en la escuela. *Arch Argent Pediatr* 2002;100:342–4.

Troyer ME, Sreenivasan V, Peper TJ, Candy TR. The heterophoria of 3–5 year old children as a function of viewing distance and target type. *Ophthalmic Physiol Opt* 2017;37:7–15.

Valls Ferrán MI, Clement A, Jiménez C. Detección precoz de los defectos de refracción. *Pediatr Integr* 2013;17:483–8.

Yu TY, Jacobs RJ, Anstice NS, Paudel N, Harding JE, Thompson B. Global motion perception in 2-year-old children: a method for psychophysical assessment and relationships with clinical measures of visual function. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:8408–19.