

1-1-2018

Determinar el punto próximo de convergencia en los niños ambliopes de 7 a 12 años escolarizados

Andrea Salazar Cristancho
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

Citación recomendada

Salazar Cristancho, A. (2018). Determinar el punto próximo de convergencia en los niños ambliopes de 7 a 12 años escolarizados. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/251>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

DETERMINAR EL PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA EN LOS NIÑOS
AMBLÍOPES DE 7 A 12 AÑOS ESCOLARIZADOS

PAULA ANDREA SALAZAR CRISTANCHO

Participación activa en proyectos de investigación disciplinar o interdisciplinar

Alejandro León Álvarez
Magister en Ciencias de la Visión
Director trabajo de grado

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE OPTOMETRÍA
BOGOTÁ D.C.
2018

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque gracias a Él pude cumplir este sueño.

A mis padres, María del Carmen y Gabriel, por su apoyo incondicional, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación.

A mi hermana y mis sobrinos, Luisa, Mateo y Santiago por ser parte de mi vida y representar la unidad familiar.

Al Doctor Alejandro León por su apoyo y por permitirme ser parte de esta investigación.

CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCION	8
2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	11
3. MARCO TEORICO.....	12
3.1. VERGENCIAS	12
3.1.1. Respuesta de vergencia.....	12
3.1.2. Función motora	17
3.1.3. Valoración de las vergencias	18
3.2. LA ESTEREOPSIS	19
3.3. VISION BINOCULAR.....	21
3.3.1. Ambliopía	22
3.3.2. Clasificación de la ambliopía según su etiología	23
3.3.3. Clasificación de la ambliopía según su severidad	24
4. MATERIALES.....	25
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	25
4.2. POBLACIÓN.....	25
4.3. TAMAÑO DE MUESTRA	25
4.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	25
4.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	25
5. METODOLOGÍA.....	26
5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTO.....	26
5.1.1. Punto Próximo de Convergencia.....	26
5.1.2. Reservas fusiónales positivas	27
5.1.3. Estereopsis: Test Randot	28
5.2. ANALISIS ESTADISTICO	29
6. RESULTADOS	30
DISCUSION.....	33
CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Retroalimentación	13
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores descriptivos de la Reserva Fusional Positiva (lejos y cerca) expresados en dioptrías (media y desviación estándar) y del Punto Próximo de Convergencia (PPC) con objeto acomodativo (OR) y luz más Filtro rojo (FR) expresados en centímetros (media y desviación estándar).30

Tabla 2 .Diferencia de promedios entre personas sanas y ambliopes para las reservas fusionales positivas (dioptrías), el Punto Próximo de Convergencia (centímetros) y la Estereopsis (segundos de arco). *La diferencia fue significativa cuando el valor de p fue inferior a 0.05.31

Resumen

La visión binocular permite apreciar una sola imagen en el campo visual a partir de las dos imágenes retinianas, para obtener una visión binocular normal, requiere de un adecuado funcionamiento del sistema sensorial, sistema motor y sistema acomodativo. **Objetivo general** Determinar el estado del Punto próximo de convergencia en sujetos ambliopes de 7 a 12 años de edad. **Materiales y métodos** Alcance exploratorio de tipo descriptivo. Se realizó un tamizaje visual a los estudiantes del grupo de edad seleccionada y examen completo, para la valoración de la visión binocular se emplearon las pruebas de estereopsis (Test de Randot), Punto próximo de convergencia (PPC) y Reservas fusiónales positivas (RFP). **Resultados** Fueron evaluados 75 niños entre los 7 a 12 años (promedio 9.5 ± 2.1 años) de los cuales 40 fueron niños y 35 niñas, agrupados en 35 ambliopes y 40 sanos. Se evidencia que los valores de ruptura y recobro son similares entre los sujetos sanos y ambliopes, aunque solo la estereopsis fue más alta en el grupo de sujetos sanos ($29.6'' \pm 14.1$) respecto al de ambliopes ($100.1'' \pm 108.4$) **Conclusiones** El PPC y las Reservas Fusiónales no se encontraron afectadas en este grupo de pacientes con ambliopía refractiva, por otra parte la estereopsis fina se encontró disminuida.

1. INTRODUCCION

La ambliopía es un trastorno del desarrollo neurológico en la corteza visual que surge de la experiencia visual anormal temprano en la vida, afectando entre 1% y 4% de la población general. (Uribe, 2016) La ambliopía puede clasificarse según su etiología: estrábica, refractiva y por deprivación, podemos definir la ambliopía como una reducción de la agudeza visual con corrección de 20/30 o menos en un ojo o una diferencia de dos líneas entre ambos ojos. (Sheiman M, 2008)

En esta entidad, se presentan déficits sensoriales como la pérdida de agudeza visual, (resolución y de posicionamiento – Vernier), sensibilidad al contraste, sobre todo a altas frecuencias espaciales, y de la estereopsis. La disminución de la agudeza visual y de la estereopsis señala que hay una deficiencia a nivel del procesamiento central de la información (sistema parvocelular), por tanto, de la fusión sensorial de las imágenes. (Von Noorden, 1985)

Diferentes pruebas clínicas que incluyen el Cover Test, Filtros de Bagolini, Post Imágenes, Punto Próximo de Convergencia (PPC), entre otros, han mostrado deficiencias en la sensorialidad de los sujetos ambliopes. (Sheiman M, 2008)

El PPC es la máxima amplitud que tiene el sistema visual para converger y mantener la fusión sensorial, por tanto, puede ser un test que oriente a conocer el estado de la visión binocular de las personas, al determinar que tanta capacidad tiene el sistema para mantener fusionadas las imágenes provenientes de cada ojo. (Peñalba, 2018; Jang, 2016)

Este test clínico puede ser utilizado como un signo de una disfunción de la visión binocular, por ejemplo, Scheiman, M., Wick B. et al., han empleado esta prueba clínica en el diagnóstico de las insuficiencias de convergencia; siendo esta una prueba útil en la detección de la patología de la visión binocular mencionada anteriormente, y otras funciones como la acomodación. (Scheiman M, 2009)

Moseley et al., indicaron que los niños con ambliopía anisométrica presentaban déficits en la discriminación de posicionamiento (Agudeza Vernier), y la agudeza de resolución (test de rejillas), sin embargo es importante señalar que carecen de función central binocular y se asemejan a los de la ambliopía estrábica en su patrón de déficits visuales. Por lo tanto, parece que la presencia o ausencia de la función binocular se relacionan por el patrón de déficit visual y no por la presencia o ausencia de estrabismo. (Moseley, 2002)

El PPC es una de las pruebas que se han empleado para diagnóstico de una disfunción binocular, en un estudio empleado por Hamed et al., encontraron que era una prueba útil para el diagnóstico de la insuficiencia de convergencia. Se debe tener presente que esta última alteración es neuro-fisiológicamente muy diferente a la ambliopía, no obstante, nos puede ayudar a soportar el proceso de la visión binocular. (Hamed, 2013)

En estudios como el que realizó Holmes et al; en 2001 están dirigidos a la detección temprana de la ambliopía en donde las cartas de agudeza visual juegan un papel importante para lograr la detección de este problema, sin embargo, la falta de estandarización de este tipo de pruebas conlleva a la aparición de falsos positivos y negativos, por tanto, es necesario recurrir a test adicionales que ayuden a detectar mejor esta enfermedad.

El PPC es una prueba sencilla de realizar, que nos permite conocer la máxima capacidad para mantener fusionadas las imágenes al converger los ojos, y por tanto de la integridad binocular (sistema parvo-celular) del sujeto, entonces si existiese una relación entre el PPC y la ambliopía, podríamos considerar al primero como un instrumento importante en la detección del segundo.

Con base en lo anterior, encontramos que el PPC juega un papel importante en el momento de evaluar la visión binocular en paciente con ambliopía, por esta razón es importante determinar cómo se encuentra el punto próximo de convergencia en pacientes ambliopes refractivos, teniendo en cuenta que la ambliopía es una

alteración de la visión binocular y el PPC es útil para diagnosticar disfunciones de la visión binocular.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Determinar el estado del Punto próximo de convergencia en sujetos ambliopes de 7 a 12 años.

3. MARCO TEORICO

3.1. VERGENCIAS

Las vergencias son movimientos binoculares que se dan a partir de un cambio en el ángulo de los ejes visuales; estos movimientos son importantes ya que con ellos se logra desplazar la mirada consiguiendo la fusión de las dos imágenes monoculares y la percepción con gran exactitud y precisión de los objetos. (Pons Moreno, 2004)

Existen tres tipos de Vergencias:

- ✓ **Convergencia:** pérdida del paralelismo de los ejes visuales con aumento del ángulo métrico.
- ✓ **Divergencia:** pérdida del paralelismo de los ejes visuales con disminución del ángulo métrico.
- ✓ **Ciclo-vergencias:** son compensadas por las rotaciones e inclinaciones de la cabeza.

3.1.1. Respuesta de vergencia

El modelo de vergencia fue descrito a partir de los años 90, recientemente no se han realizado estudios sobre este modelo; sin embargo, Benjamin et al., en 2006 realizaron un compendio de estas investigaciones y eso es lo que mantiene vigente esta teoría.

El sistema de vergencia se representa por medio de un diagrama (Figura 1), las siglas utilizadas en el diagrama son basadas en nomenclatura internacional. Los diagramas de sistemas nos permiten tener una mejor claridad en la combinación de las señales de inervación motora de la suma de los componentes de la vergencia. (Benjamin et al., 2006)

En el diagrama encontramos el circuito de retroalimentación de vergencia en la parte inferior, las líneas entre los cuadros representan las rutas de comunicación entre los mecanismos fisiológicos. Por ejemplo, la línea que conecta el mecanismo de Disparidad de Vergencia (DV) con el mecanismo de los Músculos Extra-oculares (MEOs) transmite un mensaje de inervación motora. (Ciuffreda, 1995)

Los círculos en el diagrama representan la combinación del mensaje, como la suma de las inervaciones motoras de los componentes de vergencia y acomodación.

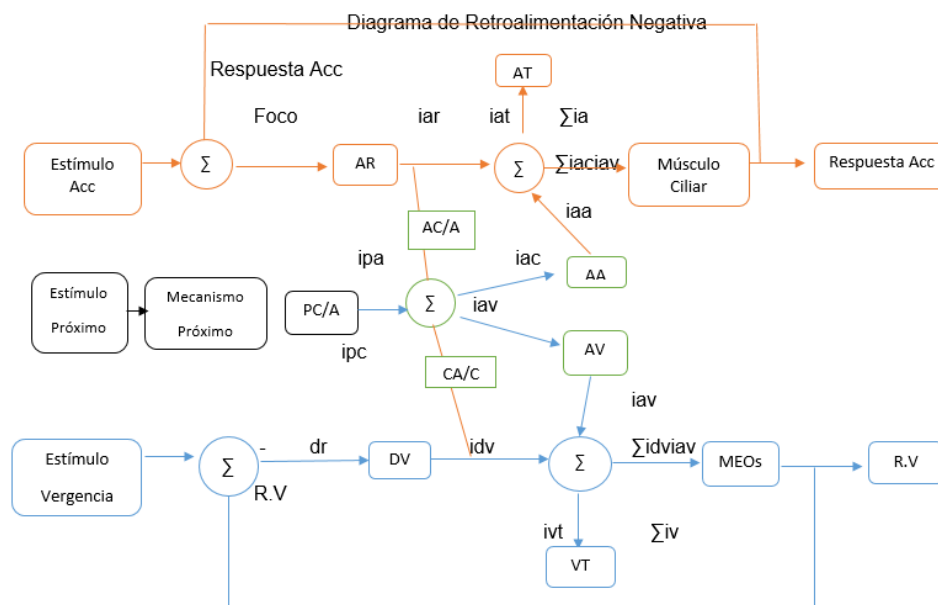


Figura 1. Diagrama de Retroalimentación

Fuente: Benjamin, W. J. (2006)

En el circuito de vergencia ubicado en la parte inferior, se presenta un estímulo de vergencia (Estímulo Vergencia); la disparidad retiniana (dr) subtendida en los ojos y el estímulo fijado de cerca es la diferencia entre el estímulo de vergencia y la Respuesta de Vergencia (R.V), esta diferencia se representa en un círculo con el símbolo " Σ ". (Ciuffreda, 1995)

El mecanismo de Disparidad de Vergencia (DV) procesa la disparidad retiniana (dr), posteriormente se genera la inervación de disparidad de vergencia (idv) que envía un estímulo a los MEOs. El signo menos en el círculo de suma indica que la vergencia positiva (convergencia) reduce la disparidad retiniana. (Benjamin et al., 2006)

El objetivo de las inervaciones de Vergencia Acomodativa, Vergencia Tónica (VT) y Adaptación de Vergencia (AV) es suministrar una parte de la inervación de vergencia necesaria para la alineación sostenida, disminuyendo de esta manera la Disparidad de Vergencia. (Schor, 1992)

El mecanismo de Acomodación Refleja (AR) es un estímulo que se da por el desenfoque, y la acomodación que se genera sirve para disminuir la borrosidad; el circuito de retroalimentación negativa de acomodación refleja, es similar a la adaptación de vergencia. (Bruce, 1995)

El mecanismo de Disparidad de Vergencia genera no sólo la inervación de disparidad de vergencia sino también la sinergia de inervación acomodación/convergencia. La sinergia de inervación es un mecanismo donde un solo estímulo activa al mismo tiempo múltiples respuestas motoras. La Convergencia de Acomodación (CA) ayuda a aclarar el objeto de fijación, ya que la disparidad de vergencia alinea los ojos con el objeto. La convergencia por acomodación proporciona parcialmente mecanismos para la Acomodación Refleja (AR); por tanto, a medida que los estímulos de acomodación y convergencia aumentan también lo hace la acomodación refleja desde la disparidad de vergencia. Esta actividad ayuda a minimizar la borrosidad en todas las distancias.

La relación del vínculo entre la convergencia por acomodación se da por la relación Convergencia de Acomodación/Convergencia (CA/C), la cual estimula la disparidad retiniana. La relación CA/C es una constantemente proporcional, por tanto, la inervación de la convergencia por acomodación (iac) es el producto de la disparidad de vergencia y la relación CA/C; debido a que la relación CA/C es constante, cuanto

mayor es la disparidad de vergencia, mayor es la inervación de convergencia por acomodación. (Rosenfield, 1995; Benjamin et al, 2006; Sweeney et al., 2014)

En el diagrama se observa la interacción entre la acomodación y vergencia, donde la inervación de vergencia por acomodación se suma con la inervación de disparidad de vergencia; la inervación de vergencia de acomodación ($\sum idvav$), que es el resultado de la actividad de la Acomodación Refleja (A.R) y la relación CA/C. La interconexión entre acomodación y vergencia se conoce como interacción dual. (Benjamin et al., 2006)

La acomodación refleja es la responsable de aclarar las imágenes oculares, mientras que la disparidad de vergencia es responsable de alinear los ojos. Sin embargo, estos dos mecanismos se ayudan mutuamente por medio de la Acomodación Convergencia (AC/C) y Convergencia por Acomodación (CA/C). El modelo de interacción dual permite que sean más eficiente los sistemas de vergencia y acomodación. (Schor, 1983)

La Vergencia Tónica se incorpora al circuito de sistema de vergencia con una casilla denominada (VT). La vergencia tónica está cerca del extremo derecho del circuito, debido a que no se ha encontrado evidencia sólida que la vergencia tónica estimula directamente otros mecanismos de inervación. No existe entrada para VT, porque la inervación de vergencia tónica no está involucrada por otros mecanismos del sistema de acomodación y vergencia. La Acomodación Tónica (AT) mantiene un nivel constante de inervación acomodativa, y se ubica en el diagrama de sistema acomodativo por razones similares. (Rosenfield, 1993; Benjamin et al, 2006)

El mecanismo de Adaptación de Vergencia (AV), genera una desviación de inervación de vergencia que funciona para disminuir la disparidad de fijación al reemplazar la inervación de disparidad de vergencia, después de finalizar una respuesta de vergencia a un nuevo estímulo. La Adaptación de Vergencia es estimulada por la Vergencia Acomodativa y la inervación de disparidad de vergencia motora (idv). En efecto, la disparidad retiniana y el desenfoque estimulan la

adaptación de vergencia sólo si ellos activan la inervación de disparidad de vergencia o la inervación de Acomodación Refleja o ambas. (Hung, 1996)

En el diagrama, AV representa la adaptación de vergencia; también se muestra una construcción parecida para la Adaptación de Acomodación (AA) por lo que la evidencia fisiológica demuestra que cumplen un objetivo similar al sistema acomodativo. La adaptación de vergencia es estimulada por las entradas de inervación de vergencia acomodativa (iav) y la inervación de disparidad de vergencia (idv); se suma luego con la vergencia de acomodación y disparidad de vergencia ($\sum idviav$) y con la inervación de la vergencia tónica (ivt). La suma de todas las inervaciones de vergencia ($\sum iv$) produce la respuesta vergencial. (Hung, 1996).

La vergencia proximal y la acomodación proximal se desenlazan por cualquier señal de percepción de profundidad y distancia. Las señales de proximidad también generan la inervación de esfínter del iris (miosis) al mismo tiempo que la vergencia proximal y la inervación de acomodación proximal, estas tres inervaciones forman la sinergia para llevar a cabo la convergencia. (Benjamin et al, 2006)

La cantidad de vergencia proximal se asocia con una unidad de acomodación proximal, que se expresa como Convergencia Proximal/Acomodación (PC/A). La relación (PC/A) se mide en condiciones de visualización que no estimulen la acomodación refleja o la disparidad de vergencia, debido a que produciría una respuesta de acomodación y vergencia. (Cormac, 1989)

Los modelos de sistema actuales proponen que la inervación proximal, surge independientemente de la inervación de acomodación refleja y la inervación de disparidad de vergencia. Estos hallazgos, sugieren que la inervación proximal se represente en el modelo de sistema de retroalimentación negativa. La independencia de la inervación proximal de otras fuentes de acomodación e inervación de vergencia señala que probablemente la relación PC/A difiere de las relaciones AC/C y CA/C en muchas personas. (Hung, 1996)

Cuando la acomodación y la vergencia cambian de un punto de fijación de visión lejana a visión próxima, la mayoría de los componentes descritos anteriormente se activan. Debido a que las inervaciones de vergencia tónica y acomodación tónica, colocarían por sí mismas la vergencia y acomodación a una distancia intermedia de la mirada, la visión lejana se mantiene por medio del uso de pequeñas cantidades de acomodación refleja negativa y la inervación de disparidad de vergencia, anula las inervaciones tónicas. (Benjamin et al, 2006)

3.1.2. Función motora

Todos los movimientos oculares del ser humano tienen una de estas dos funciones: 1. Como soporte para mantener la resolución de la visión foveal. 2. Prevenir imágenes neurales borrosas debido al movimiento de la imagen de la retina. Estas funciones se dan a partir de seis tipos de movimientos y de cierta manera pueden presentar anomalías clínicas distintas. 1. Fijación. 2. Respuesta vestíbulo-ocular (VOR). 3. Nistagmo Optocinético. 4. Movimientos sacádicos. 5. Seguimiento. 6. Vergencias. Los movimientos de vergencia en particular están predisuestos a anomalías funcionales. (Benjamin et al, 2006; Pons Moreno, 2004)

La respuesta de vergencia está determinada por una serie de varias inervaciones como se mencionó anteriormente. Adicionalmente también entra en juego una serie de inervaciones motoras; es decir, cuando los ojos realizan un movimiento en una dirección determinada, todos los músculos extrínsecos participan en este movimiento, unos contrayéndose y otros relajándose; los que se contraen son llamados agonistas para ese movimiento y sinergistas entre sí. Los que se relajan son llamados antagonistas.

Durante el siglo XIX, Hering propuso que los ojos actúan fisiológicamente como un sistema altamente coordinado. La Ley de Hering predice que si se estimula un ojo para hacer un movimiento de mirada lateral puro, mientras el otro el ojo está ocluido,

el ojo ocluido debe moverse de la misma manera que el ojo que fija. (Benjamin et al, 2006; Pons Moreno, 2004; Prieto D. J., 2000)

3.1.3. Valoración de las vergencias

Las vergencias se pueden medir a partir del punto próximo de convergencia (PPC) y vergencias fusionales horizontales, que a su vez se dividen en dos: positivas, base externa o temporal (convergencia), y negativas, base interna o nasal (divergencia).

El objetivo del PPC es medir la capacidad que tiene el sistema visual para converger. El PPC se localiza en la intersección de las líneas de mirada de ambos ojos cuando está utilizando la máxima convergencia y aún se mantiene la visión binocular simple. El PPC corresponderá a la distancia entre el punto de intersección y la línea que une los centros de rotación de ambos ojos. El PPC es una medida clínica importante porque se utiliza con frecuencia para hacer el diagnóstico de disfunciones binoculares. (Peñalba, 2018)

La disfunción binocular es una anomalía en el sistema visual de la función donde ambos ojos no pueden fijar simultáneamente en los mismos estímulos visuales, así que la función binocular no funciona adecuadamente. Se han realizaron diversos estudios para entender los valores normativos de la función binocular en diferentes poblaciones. (Sheiman, 2009; Maples, 2009). En particular, el punto próximo de convergencia (PPC), la foria horizontal y vergencia fusional se miden comúnmente durante un examen ocular para diagnosticar anomalías binoculares. (Jang, 2016)

Las reservas fusionales horizontales tienen como propósito evaluar la capacidad que tiene el sistema visual para realizar movimientos de vergencia fusional negativa y positiva, necesarios para mantener la visión binocular simple mientras se induce gradualmente una demanda de vergencia creciente. (Peñalba, 2018)

La vergencia fusional se puede medir clínicamente, con primas; de esta manera al anteponer primas sobre la línea de visión del ojo el paciente puede observarse en

un punto, el reporte de desenfoque; en ese momento se considera como el límite de la vergencia fusional; posteriormente se puede apreciar una vergencia adicional esto se debe a los cambios de la acomodación lo que anticipa la pérdida de fusión (diplopía); cuando ocurre diplopía nos indica los límites de la vergencia acomodativa y fusional; posteriormente, se reducen los primas permitiendo evaluar la recuperación de la fusión. (Benjamin et al, 2006).

3.2. LA ESTEREOPSIS

Es la percepción del espacio tridimensional, la cual involucra la percepción de la distancia relativa y la separación en profundidad entre los objetos, que se produce como consecuencia del proceso neural de las disparidades binoculares horizontales relativas entre las imágenes retinianas monoculares. (Benjamin et al., 2006; Kaufman, 2006)

El desarrollo de la estereopsis se da después del nacimiento; es decir, que este proceso depende de la experiencia visual de cada neonato; según estudios indican que la estereopsis aparece aproximadamente a partir de los 4 meses de edad en la mayoría de bebés. La fusión binocular también aparece en un tiempo similar a la estereopsis; la sensibilidad a los estímulos de profundidad monoculares aparece un tiempo después, a los 7 meses de edad. Los experimentos electrofisiológicos con monos infantes proponen que el desarrollo de la estereopsis es limitado, no por la falta de mecanismos de disparidad en la corteza visual temprana (V1/V2), sino por la sintonización de las frecuencias espaciales gruesas, menor tasa de respuesta y sensibilidad al contraste baja. Esto coincide con los estudios psicofísicos en humanos que sugieren que la madurez de la estereopsis infantil depende de la sensibilidad al contraste. (Giaschi, 2013; Thorn, 1994)

Las disparidades retinianas se producen por la separación lateral de los ojos en el macizo facial, esto permite que cada ojo perciba una imagen de un objeto ligeramente dispar. (Kaufman, 2006). El fenómeno de la estereopsis se da a partir

de un proceso donde involucra una serie de eventos importantes que se describirán posteriormente.

El horóptero representa la localización de los objetos en el espacio físico que tienen una disparidad retiniana cero. Los objetos que no están situados en el horóptero tienen cierto grado de disparidad retiniana horizontal; el objeto se visualiza en puntos no correspondientes de la retina. Como sucede en el horóptero, los ángulos visuales no son iguales. La disparidad retiniana horizontal es uno de los principales factores para la percepción de la profundidad estereoscópica. (Kaufman, 2006)

Las disparidades retinianas se clasifican en: no cruzadas (lejanas) y cruzadas (proximales) en función de la relación existente entre el objeto dispar y el horóptero. La disparidad no cruzada muestra una sensación relativa de profundidad estereoscópica lejana y causa movimientos oculares de divergencia. La disparidad cruzada causa una percepción de profundidad próxima y provoca movimientos oculares de convergencia. (Kaufman, 2006)

El espacio de disparidad retiniana para obtener una visión única, se denomina área de Panum. Cuando se tienen puntos dispares de la retina dentro del área de Panum, el objeto se ve único y tridimensional; por el contrario, si un objeto determina una disparidad fuera de este espacio se verán dobles. (Benjamin et al., 2006; Kaufman, 2006)

Cuando se tiene una visión binocular normal, se tiene pequeños errores de vergencia que se denominan disparidades de fijación; ya que las imágenes deben caer en el área de Panum para que tenga una visión binocular única, se puede producir cualquier pequeño desalineamiento de los ejes visuales (error de vergencia), que determinaría una disparidad retiniana constante para un objeto fijado, pero no causaría diplopía. (Kaufman, 2006)

La estereopsis resulta de la actividad combinada de dos subcomponentes fisiológicos, conocidos como estereopsis fina y gruesa. La estereopsis fina domina la visión foveal y responde a patrones de frecuencia espaciales altas, disparidades

retinianas pequeñas y a objetos estacionarios o de movimiento lento; acepta la estereopsis alta, y debe tener imágenes de tamaño y forma similar para funcionar. La estereopsis fina puede procesar las disparidades retinianas que controlan la disparidad de vergencia fina. (Rojas, 2015; Benjamin et al, 2006)

La estereopsis gruesa responde a patrones de frecuencia espaciales bajas, disparidades retinianas grandes y en movimientos o parpadeantes. Incluye la visión foveal y periférica, puede ser activada por objetos similares o desiguales; también puede procesar la disparidad de vergencia gruesa. (Benjamin et al, 2006)

Para el reconocimiento de los objetos existen dos tipos de estereopsis la global y la local. La estereopsis global es conocida como un proceso de visión de profundidad de contorno; por ejemplo, el estereograma de puntos aleatorios; por otro lado, la estereopsis local ayuda a percibir el color y el contraste que revela la presencia de una imagen distinta de fondo. Este proceso produce la profundidad que se observa en los estereogramas simples. (Rojas, 2015)

Las pruebas de estereopsis clínica basada en estereopsis global requieren una función de estereopsis fina y gruesa; por tanto, son más sensibles a ciertas anomalías binoculares que las pruebas basadas en estereopsis local solamente. Muchos pacientes con visión binocular comprometida pueden presentar estereopsis local alterada. (Benjamin et al., 2006; Rojas, 2015)

3.3. VISION BINOCULAR

La visión binocular permite apreciar una sola imagen en el campo visual a partir de dos imágenes retinianas. Para obtener una visión binocular normal, se requiere de un sistema sensorial que determine la dirección, obtenga una sola imagen de los dos ojos y proporcione información para calcular la distancia de los objetos; este a su vez se coordina con el sistema motor que permite la orientación de los ojos y con

el sistema acomodativo para mantener las imágenes claras. (Benjamin, 2006; Pons Moreno, 2004; Kaufman, 2006)

La visión binocular se describe a partir de 3 grados:

1. Percepción simultánea: Este proceso permite que el cerebro procese y analice dos imágenes diferentes al mismo tiempo. (Pons Moreno, 2004)
2. Fusión: proporciona una sola imagen percibida de los objetos, se da cuando son estimulados puntos correspondientes con disparidades retinianas pequeñas o moderadas. (Benjamin et al, 2006)
3. Estereopsis: Es la capacidad para percibir los objetos en profundidad. Este grado se da sólo si los dos grados anteriores funcionan adecuadamente. (Kaufman, 2006)

Cuando se ve alterada la visión binocular se observa personas con incapacidad para usar sus ojos coordinadamente o de manera eficiente. Estas anomalías son conocidas como Estrabismo y/o Ambliopía. El estrabismo puede tener las capacidades binoculares reducidas o nulas; por ejemplo, la estereopsis y su campo visual estar muy limitado. (Benjamin et al, 2006)

3.3.1. Ambliopía

La ambliopía es una disminución de la visión en uno o ambos ojos debido al desarrollo anormal de la visión en la infancia o la niñez. En la ambliopía, la pérdida de la visión ocurre porque las vías nerviosas entre el cerebro y el ojo no se estimulan adecuadamente. El cerebro "aprende" a ver solo imágenes borrosas con el ojo ambliope, incluso cuando se utilizan anteojos. Como resultado, el cerebro favorece a un ojo, generalmente debido a la mala visión en el otro y es conocida como la principal causa de pérdida de visión en niños. (AAPOS, 2017)

La ambliopía, puede resultar de la alineación incorrecta de los ojos (estrabismo) o una diferencia en el poder de refracción (anisometropía). Pueden hacer que un ojo

se vuelva patológicamente dominante. Por otro lado, la agudeza visual a través del ojo no dominante se desarrolle anormalmente. El resultado puede ser una visión deficiente a través del ojo débil o ambliope bajo condiciones monoculares; durante la observación binocular normal, se suprime la información del ojo ambliope, mientras que el ojo con mejor visión domina la percepción. La supresión se correlaciona con el déficit monocular y puede ser el factor primario que favorece el desarrollo normal de la función del ojo ambliope. (Shooner, 2017)

La ambliopía constituye un síndrome sensoriomotor, en donde el resultado es la disminución de la agudeza visual, la relación binocular, la privación de la forma, el desenfoque de los objetos y factores patogénicos. Investigaciones han encontrado que en la ambliopía funcional existen alteraciones morfológicas a lo largo de las vías ópticas; la causa más frecuente de la ambliopía funcional es el estrabismo; sin embargo, existen otros escenarios, como las hipermetropías bilaterales altas, las anisometropías, las cataratas congénitas operadas, la ptosis palpebrales unilaterales totales; etc. (Prieto D. J., 2000) La ambliopía se puede clasificar según la etiología y la severidad.

3.3.2. Clasificación de la ambliopía según su etiología

Se puede dividir en ambliopía estrabica, ambliopía refractiva y por privación. La ambliopía estrabica se cree que está causada por la inhibición cortical activa de los impulsos que se originan en la fóvea del ojo desviado. (Von Noorden, 1995). La ambliopía refractiva se origina a partir de errores refractivos no corregidos; esta ambliopía a su vez se divide en dos subcategorías; la ambliopía por anisometropía y por isometropía. (Sheiman, 2008; Bermudez, 2015)

En la ambliopía anisométrica se puede encontrar que las imágenes de un ojo con respecto al otro pueden ser diferentes. En las anisometropías no corregidas es común que se suprima la imagen del ojo más amétrope. Se define como

anisometropía cuando la refracción difiere en 1 D o más entre ambos ojos y su agudeza visual es inferior a 20/30 con la mejor corrección. (Sheiman, 2008)

La ambliopía isométrica se produce por falta de estimulación adecuada del sistema visual durante el desarrollo temprano; se presenta por errores refractivos semejantes, altos y no corregidos. (Sheiman, 2008)

La ambliopía por privación es causada por un obstáculo físico en el eje visual; por ejemplo, catarata congénita o ptosis palpebral. (Sheiman, 2008)

3.3.3. Clasificación de la ambliopía según su severidad

Algunos autores clasifican la ambliopía según la disminución de la agudeza visual en leve, moderada y severa. Para Griffin, (2002) la ambliopía leve se determina a partir de una agudeza visual de 20/30 a 20/70, moderada 20/80 a 20/120 y severa inferior a 20/120. Para Doshi y Rodriguez (2007), determina la ambliopía leve 20/25 a 20/50, moderada 20/50 a 20/200, severa igual o inferior a 20/200.

4. MATERIALES

4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Alcance exploratorio de tipo descriptivo (Secundario: Efectos de la Ambliopía Refractiva en el Desarrollo de Habilidades Lingüísticas de Lectura y Escritura en Niños de 7 a 12 años Escolarizados).

4.2. POBLACIÓN

Niños (as) de 7 a 12 años escolarizados de colegios públicos, privados y de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle de la ciudad de Bogotá.

4.3. TAMAÑO DE MUESTRA

Fueron evaluados 75 niños entre los 7 a 12 años, de los cuales 40 fueron niños y 35 niñas, agrupados en 35 ambliopes y 40 sanos.

4.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Niños entre 7 y 12 años.
2. Diagnóstico de Ambliopía refractiva (definida como una AV corregida [al menos durante 1 mes] inferior a 0.2 logMAR en los dos ojos o diferencia de 2 líneas de AV entre ellos).

4.5. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Diagnóstico de algún tipo de enfermedad neurológica, sistémica, psicológica o en alguna condición de discapacidad.
2. Patologías oculares.
3. Que no completen las pruebas.
4. Terapia visual en los últimos 2 meses.
5. Cirugía ocular (Cirugía estrabismo, Catarata, etc.)

5. METODOLOGÍA

Para desarrollar el proyecto, se tuvo en cuenta los Protocolos de Procedimientos Clínicos de la Universidad de La Salle (2009), donde se realizó:

- ✓ Anamnesis.
- ✓ AV cartas logMAR (3 y 0.4 m).
- ✓ Valoración segmento anterior, y posterior (Oftalmoscopia directa).
- ✓ Refracción objetiva
- ✓ Refracción subjetiva
- ✓ Valoración motora (Cover Test, Estereopsis, RFP, PPC con objeto y PPC con luz + Filtro rojo).

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTO

5.1.1. Punto Próximo de Convergencia

a. Punto próximo de convergencia con objeto real

1. Se sienta al paciente cómodamente
2. Se le indica que fije el objeto real que está ubicado a 40 cm y preguntarle si ve doble o un solo objeto.
3. Si la respuesta es doble alejarse de él hasta que reporte mirar un solo objeto
4. Si la respuesta es un solo objeto acercarlo hacia el paciente e indicarle que reporte cuando vea doble o si se observa que un ojo pierde la fijación o descentración de los reflejos.
5. Alejar el objeto hasta que el paciente reporte ver sencillo.
6. Medir esta distancia y registrar este valor en centímetros

b. Punto próximo de convergencia con luz

1. Se sienta al paciente cómodamente
2. Se le indica que fije la luz que está ubicada a 40 cm y preguntarle si ve doble o una sola luz
3. Si la respuesta es doble alejarse de él hasta que reporte mirar una sola luz
4. Si la respuesta es una sola luz, acercar la luz hacia el paciente e indicarle que reporte cuando mire doble o si se observa que un ojo pierde la fijación o descentración de los reflejos
5. Alejar la luz hasta que el paciente reporte ver sencillo.
6. Medir esta distancia y registrar este valor en centímetros

c. Punto próximo de convergencia con Filtro rojo

1. Determinar el ojo dominante del paciente.
2. Ubicar el filtro rojo en el ojo no dominante del paciente.
3. Ocluya los ojos alternadamente para que el paciente diferencie los dos estímulos recibidos por cada ojo de distinto color.
4. Ubicarse a 40 cm de distancia del paciente el cual debe observar una luz de color rosado estando sus dos ojos en posición primaria de mirada.
5. Pedir al paciente que mantenga la mirada en la luz y reporte el momento en que parezca doble, la luz roja separada de la luz amarilla.
6. Alejar la luz hasta que el paciente reporte ver sencillo.
7. Medir esta distancia y registrar este valor en centímetros

5.1.2. Reservas fusiónales positivas

1. Asegurarse de que el paciente este viendo con ambos ojos y una sola imagen.

2. Poner los prismas en sentido horizontal (que se pueda desplazar hacia dentro o hacia afuera)
3. Aumentar binocularmente el valor prismático base externa hasta que el paciente refiere la diplopía. Anotar la suma de ambos prismas.
4. Luego disminuir lenta y simétricamente en ambos ojos prismas base externa hasta que el paciente vea sencillo.
5. se realiza el mismo procedimiento en visión próxima a una distancia de 33 o 40 cm.

5.1.3. Estereopsis: Test Randot

1. Colocar el atril en la mesa auxiliar (se utilizó el atril como herramienta para garantizar una inclinación de 45° de la prueba).
2. Colocar la cartilla sobre el atril.
3. Iluminar la prueba de forma homogénea usando luz eléctrica con efecto de luz natural (Iluminación tipo C), evitando reflejos en las superficies brillantes de la misma.
4. Sentar cómodamente al niño frente al test a una distancia de 40 cm. entre ellos.
5. Ajustar la altura de la silla, de manera que la prueba quede perpendicular a la línea de visión.
6. El examinador debe estar sentado al lado del niño.
7. Colocar al niño las gafas polarizadas (si es usuario de corrección óptica colocar las gafas polarizadas sobre ellas).
8. Solicitar al niño que mire los cuatro cuadros de la parte superior de la página derecha de la cartilla. Se pregunta qué figura ve dentro de cada cuadrado. Pedir al niño que mire los cuatro cuadros de la parte inferior de la página derecha. Se pregunta qué figura ve dentro de cada cuadrado. Anotar el dato como estereopsis global en un formato.

9. Solicitar al niño que observe los rectángulos con los animales de la parte inferior izquierda e identifique qué animal sobresale en cada uno. Anotar el dato como estereopsis local en el formato de registro.
10. Solicitar al niño que observe los rectángulos con los anillos de la parte superior izquierda e identifique cuál anillo de los tres de cada rectángulo sobresale. Anotar el dato como estereopsis local en el formato de registro

5.2. ANALISIS ESTADISTICO

Los datos se digitaron en una base de Excel desde la cual fueron trasladados a paquetes estadísticos (SPSS y STATA). Se determinaron las estadísticas descriptivas del grupo y posteriormente se procedió a emplear pruebas estadísticas de correlación. Se llevó a cabo un análisis discriminante de cada factor. Se tomó un grupo control de niños no ambliopes (agudezas visuales mejores a 20/25).

6. RESULTADOS

Fueron evaluados 75 niños entre los 7 a 12 años (promedio 9.5 ± 2.1 años) de los cuales 40 fueron niños y 35 niñas, agrupados en 35 ambliopes y 40 sanos.

En la tabla 1 se observan los valores promedio de las reservas fusionales de lejos y cerca, el punto próximo de convergencia tomada con un objeto acomodativo y luz más filtro rojo, así como de la estereopsis. Se evidencia que los valores de ruptura y recobro son similares entre los sujetos sanos y ambliopes, aunque solo la estereopsis fue más alta en el grupo de sujetos sanos ($29.6'' \pm 14.1$) respecto al de ambliopes ($100.1'' \pm 108.4$).

Tabla 1. Valores descriptivos de la Reserva Fusional Positiva (lejos y cerca) expresados en dioptrías (media y desviación estándar) y del Punto Próximo de Convergencia (PPC) con objeto acomodativo (OR) y luz más Filtro rojo (FR) expresados en centímetros (media y desviación estándar).

				SANOS	AMBLIOPES
RESERVA FUSIONAL	VL	Ruptura	Media	20,7	20,6
			DesvEst	(5,2)	(7,4)
		Recobro	Media	15,5	14,8
			DesvEst	(4,5)	(6,0)
	VP	Ruptura	Media	25,4	23,4
			DesvEst	(6,9)	(9,4)
		Recobro	Media	19,9	18,0
			DesvEst	(6,3)	(7,6)

PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA	OR	Ruptura	Media	6,5	7,2
			DesvEst	(1,7)	(2,6)
		Recobro	Media	9,7	10,8
			DesvEst	(2,3)	(2,9)
	FR	Ruptura	Media	12,1	12,1
			DesvEst	(4,3)	(3,5)
		Recobro	Media	16,0	16,0
			DesvEst	(5,5)	(4,4)

El resultado de la prueba “t”, mostró que casi todas las variables evaluadas no tuvieron diferencias estadísticas ni clínicamente significativas, sólo la estereopsis indicó que sí existían discrepancias entre los sujetos sanos vs los ambliopes.

Tabla 2 .Diferencia de promedios entre personas sanas y ambliopes para las reservas fusionales positivas (dioptrías), el Punto Próximo de Convergencia (centímetros) y la Estereopsis (segundos de arco). *La diferencia fue significativa cuando el valor de p fue inferior a 0.05.

			Diferencia	valor p
RESERVAS FUSIONALES	VL	Ruptura	0,2	0,909
		Recobro	0,6	0,671
	VP	Ruptura	2,0	0,318
		Recobro	1,8	0,279

PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA	OR	Ruptura	-0,8	0,160
		Recobro	-1,2	0,070
	FR	Ruptura	0,0	0,985
		Recobro	0,0	0,979
ESTEREOPSIS			-70,5	0,004*

DISCUSION

En los hallazgos de la presente investigación se observa que el punto próximo de convergencia y las reservas fusiónales positivas (RFP) no tuvieron diferencia estadística, ni clínicamente significativa entre el grupo de pacientes ambliopes y el grupo control (sanos), mientras que la estereopsis si se encontró alterada en los pacientes ambliopes.

En las base de datos revisadas (Pubmed, Sciencedirect, Embase, EBSCO) en la presente investigación bajo los criterios de búsqueda definidos, no se encontraron estudios que se pudieran comparar con los resultados obtenidos respecto al punto próximo de convergencia en pacientes con ambliopía.

Algunos autores como Benjamin et al., en (2006) mencionan que el estímulo para que se produzca el movimiento de vergencia y se dé la respuesta es con el propósito de reducir la disparidad retiniana y mantener alineado los ojos (que ayuda a tener fusión y estereopsis) no obstante, para la generación de la vergencia grossa, los estímulos pueden ser diferentes; adicionalmente, la reducción en la disparidad retiniana en el ojo dominante puede llevar a que se mantenga la respuesta de vergencia, aunque no necesariamente de forma simétrica; de hecho que Kenyon et al., en 1980 Encontraron que la vergencia acomodativa y los movimientos sacádicos colocan el ojo dominante sobre los objetivos que se mueven en profundidad. Estas respuestas de vergencia tienen características dinámicas normales, lo que indica que el sistema vergencia funciona correctamente.

Lo mencionado anteriormente puede ayudar a comprender por qué la reserva fusional positiva y el punto próximo de convergencia no se encontró diferencias entre los sujetos sanos y los ambliopes. En el presente trabajo se empleó como punto de fijación una luz (transiluminador) lo que condujo a reducir la disparidad retiniana y mantener el alineamiento ocular, no obstante, esto no es una prueba fehaciente de que la calidad de la visión binocular sea la mejor.

Estudios previos han demostrado que el desarrollo de la convergencia y de la fusión sensorial se da aproximadamente a los 3 meses de edad, y la alta correlación entre estas medidas sugiere un mecanismo causal común; (Thorn, 1994) por otro lado, la estereopsis aparece aproximadamente a partir de los 4 meses de edad en la mayoría de los bebés. (Giaschi, 2013) Estos Hallazgos permiten clarificar que el desarrollo de la vergencia y la estereopsis se dan de manera independiente, por tanto su mecanismo no interfieren el uno del otro.

Wallace et al., en 2011 realizaron un estudio con 633 sujetos entre edades 3 y <18 años con ambliopía anisométrica, los cuales presentaban baja estereopsis, Incluso si se resolvía su déficit de agudeza visual, muchos niños con ambliopía anisométrica tenían una estereopsis peor que la de los niños con visión normal de la misma edad. Al igual que los del presente estudio, coinciden en los hallazgos de disminución de la estereopsis para sujetos con ambliopía isométrica. Cabe resaltar como lo menciona Levi et al., en 2015, que usualmente la ambliopía tiene su inicio en los 3 primeros años de vida y refleja alteraciones en las propiedades de las neuronas en las áreas corticales V1 y V2; de acuerdo con esto, se presentan déficits sensoriales que incluye una pérdida de agudeza visual, así como de estereopsis y sensibilidad al contraste, particularmente frecuencias espaciales altas. Los ambliopes también presentan alteraciones de procesamiento de segundo orden, integración de contorno y límites de atención temporal, espacial y/o de capacidades. Por lo tanto, la ambliopía conduce a déficits en la visión básica y también es perjudicial para muchos otros aspectos de la cognición visual.

Las disparidades de vergencia mayores a 5DP afectan la estereopsis (Ukwade et al., en 2001; Demirkilinc et al. En 2015) reportaron una disminución de esta cuando el stress vergencial se aumentaba, no obstante, los sujetos examinados en el presente estudio no presentaban heteroforias o heterotropias altas por lo que la demanda adicional de vergencia no sería la causa de la disminución en la percepción en profundidad binocular.

CONCLUSIONES

La vergencia fusional (PPC Y RFP) no presentaron diferencias significativas en pacientes con la ambliopía refractiva en comparación al grupo control; por tanto, esta no es un buen indicador para señalar el deterioro de la visión binocular en los ambliopes, como si es la estereopsis puesto que esta implica niveles de procesamiento neurológico más altos.

REFERENCIAS.

- AAPOS. (03 de 2017). American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Obtenido de <https://aapos.org/terms/conditions/21>
- Benjamin. (2006). Borish's Clinical Refraction. Philadelphia: Elsevier.
- Bermudez, M. L. (2015). Ambliopia desde la optometria pediatria. Bogotá: Unisalle.
- Bruce, A. S. (1995). Accommodation-convergence relationships and age. Invest Ophthalmol Vis Sci, 406-413.
- Ciuffreda, K. T. (1995). Eye Movement Basics for the Clinician. Elsevier, 58, 140, 141.
- Cormac, k. L. (1989). The influence of changing size on accommodation and vergence. Invest Ophthalmol Vis Sci, 135.
- Demirkilinc et al. (2015). The effect of convergence and divergence stress on near stereoacuity. Int Ophthalmol, 165-168.
- Giaschi, D. e. (2013). On the typical development of stereopsis: Fine and coarse processing. Vision Research, 65-71.
- Gomez et al. (. de junio de 2009). EVALUACION Y ACTUALIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTOS CLINICOS DE LA I.P.S. CLINICA DE OPTOMETRIA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE. Obtenido de .: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8557/T50.09%20G586e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hamed, e. a. (2013). The relationship between binocular vision symptoms and near point of convergence. Indian J Ophthalmol, 325-8.
- Holmes JM, B. R. (2001). The amblyopia treatment visual acuity testing protocol. Arch Ophthalmol, 119(9):1345-53.
- Hung, e. a. (1996). proximal contribution to a linear static model of accommodation and vergence. . ophthalmic physiol , 31-41.
- Jang, J. U. (Diciembre de 2016). The distribution of near point of convergence, near horizontal heterophoria, and near vergence among myopic children in South Korea. Taiwan Journal of Ophthalmology, 6(4).
- Kaufman, P. L. (2006). Adler Fisiología del ojo. España: Elsevier.

- Kenyon et al. (1980). Dynamic vergence eye movements in strabismus and amblyopia: symmetric vergence. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 60-74.
- Levi et al. (2015). Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Research*, 17-30.
- Maples, W. C. (2007). Near Point of Convergence Norms Measured in Elementary School Children. *Optom Vis Sci*, 224-8.
- Moseley, M. F. (2002). *amblyopia: A Multidisciplinary Approach*. .: Butterworth-Heinemann.
- Peñalba, B. A. (2018). *procedimientos clinicos para la evaluación de la vision binocular (segunda ed.)*. (., Ed.) Madrid, España: médica panamericana.
- Pons Moreno, A. M. (2004). *Fundamentos de la Visión Binocular*. Valencia: Maite Simon.
- Prieto D. J., e. a. (2000). *strabismus*. Michigan: Butterworth-Heinemann.
- Rojas, J. G. (2015). *vision de profundidad*. Bogota: Unisalle.
- Rosenfield M, C. K. (1993). Tonic accommodation: a review. *Ophthalmic Physiol Opt* , 266-284.
- Rosenfield, M. C. (1995). Effect of age on the interaction between the AC/A and CA/C ratios. *Ophthalmic Physiol Opt*, 451-455.
- Scheiman M, R. M. (2009). Treatment of convergence insufficiency in childhood: a current perspective. *Optom Vis Sci* , 420-8.
- Schor. (1992). Negative feedback control model of proximal convergence and accommodation. *Ophthal. Physiol. Opt.*,, 307-318.
- Schor, C. M. (1983). Analysis of tonic and accommodative vergence disorders of binocular vision. *Am I Optom Physiol Opt*, 1-14.
- Sheiman M, W. B. (2008). *Clinical Management of binocular vision, Heterophoric, Accommodative, and Eye movement disorders*. philadelphia: J.B. Lippincott Company.
- Sheiman, M. W. (2008). *Clinical Management of Binocular Vision*. Philadelphia: lippincott Williams & Wilkins.
- Shoener, C. e. (2017). Asymmetric Dichoptic Masking in Visual Cortex of Amblyopic Macaque Monkeys. *Journal of neuroscience*, 8734–874.

- Sweeney et al. (2014). Quantifying interactions between accommodation and vergence in a binocularly normal population. *Vision Research*, 121-129.
- Thorn, F. G. (1994). The development of eye alignment, convergence, and sensory binocularity in young infants. *invest ophthalmol Vis sci*, 44-53.
- Ukwade et al. (2001). Stereopsis is perturbed by vergence error. *Vision Research*, 181-193.
- Uribe, G. A. (. de Octubre de 2016). Guía de Práctica Clínica para la prevención, la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la ambliopía en menores de 18 años. Obtenido de Ministerio de Salud y Protección:
http://gpc.minsalud.gov.co/gpc_sites/Repositorio/Conv_637/GPC_ambliopia/GUIA_AMBLIOPIA_COMPLETA.pdf
- Von Noorden, G. K. (1985). Amblyopia: A Multidisciplinary Approach. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1704-1716.
- Wallace et al. (2011). Stereoacuity in children with anisometric amblyopia. *AAPOS*, 455–461.
- Wu C y Hunter. (2006). Amblyopia: Diagnostics and therapeutic options. *American Journal of Ophthalmology*, 175-184.