



11234

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"
I.S.S.S.T.E.**

**GRADO DE BINOCULARIDAD EN UNA
POBLACION PREESCOLAR MEXICANA**

TESIS DE POSTGRADO

**PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN:
OF TALMOLOGIA**

**P R E S E N T A
DR. JOSE ANGELES TOLEDO LOPEZ**

**ASESOR DE TESIS
DRA. SILVIA MOGUEL ANCHEITA**



MEXICO, D.F. 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

I S S S T E

**SUBDIRECCION GENERAL MEDICA
CENTRO MEDICO NACIONAL 20 DE NOVIEMBRE**

**GRADO DE BINOCULARIDAD EN UNA POBLACION
PREESCOLAR MEXICANA**

TESIS DE POSTGRADO PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALIDAD EN

OFTALMOLOGIA

PRESENTA:

DR. JOSE ANGELES TOLEDO LOPEZ

MEXICO, D.F.

2003.

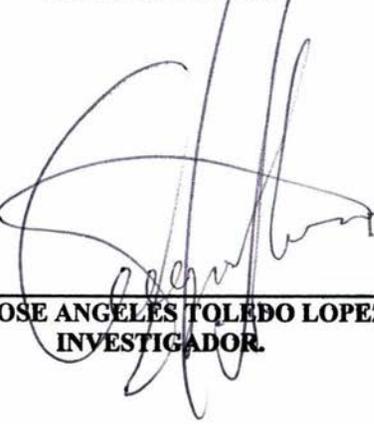

DR. MAURICIO DI SILVIO LOPEZ.
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION.




DR. LUIS PORFIRIO OROZCO GOMEZ
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE OFTALMOLOGIA.


DRA. SILVIA MOGUEL ANCHEITA
ASESOR DE TESIS.




DR. JOSE ANGELES TOLEDO LOPEZ
INVESTIGADOR.


SUBDIVISIÓN DE ESPECIALIZACIÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
UNAM.

A mi padre, José Cruz:

Por las siempre oportunas frases de aliento, por inculcarme a no desistir, por enseñarme a luchar conmigo mismo para ser mejor día con día, por ser mi ejemplo, gracias papá.

A mi madre, Irma:

**Ni todos los verdes del mar.
Ni todos los negros de la noche.
Ni todos los azules del cielo.
Ni todos los rojos del sol.
Ni todos los amarillos de las margaritas.
Ni todos los cafés de la tierra.
Pueden pintar mi día de colores.
Darme luz. Desdibujar mis dolores...
Por tu cariño incondicional.
Por ser simplemente mi madre.**

A mis hermanos Omar, Jonathan y Gibran:

Por completar mi amada familia, por entenderme y apoyarme en mis decisiones, por alegrarme los días, por hacer de mi infancia un bello recuerdo, gracias hermanos.

A la hermana que no tuve:

Donde quiera que estés... con todo mi amor.

A Diana:

**Por tus desvelos, por ser mi refugio,
por animarme y confortarme, por
compartir tu vida con la mía, mil
gracias.**

Al Dr. Orozco:

Por su gran amor a la enseñanza. Le agradezco su atención en mí y su muy particular forma de exhortarme. Gracias por ser mi maestro.

Dra. Moguel:

Ha sido un honor haber realizado este trabajo bajo la tutela de una personalidad con renombre internacional en estrabismo. Muchas gracias por sus enseñanzas, correcciones, por su tiempo y por haberme incluido en su plan de trabajo.

A mis maestros:

Dra. Sandra Dixon, Dra. Lorena Hernández, Dr. Miguel Angel Badillo, Dr. Federico Cabrera, Dr. Elesban Santos.

Les agradezco de todo corazón los conocimientos, sus consejos y su paciencia para instruirme en el arte de la cirugía oftalmológica.

A todo el personal y pacientes del C.M.N. "20 de Noviembre" y del Hospital Regional "Presidente Juárez":

Por las gratas experiencias compartidas.

A Dios...

Pues sin Él, nada de esto sería posible...

INDICE

I. Introducción.....	P.1
I. 1. Desarrollo de la visión binocular.....	1
I. 2. Desarrollo de la agudeza visual.....	3
I. 3. Pruebas de sensorialidad.....	3
I. 4. Estereopsis.....	4
I. 5. Importancia de la binocularidad.....	5
II. Material y método.....	6
II. 1. Objetivos específicos.....	6
II. 2. Definición de variables.....	8
II. 3. Unidad de la investigación.....	10
II. 4. Diseño de la investigación.....	11
II. 5. Recursos.....	12
II. 6. Plan de elaboración, análisis e investigación de la información.....	14
II. 7. Cronograma.....	15
III. Resultados.....	15
IV. Discusión.....	19
V. Conclusiones.....	23
VI. Bibliografía.....	30
VII. Anexos.....	32

RESUMEN

Objetivo: Determinar la incidencia de binocularidad en niños mexicanos en edad preescolar mediante pruebas de grados de fusión de Worth, vidrios estriados de Bagolini, Maddox y cuatro puntos de Worth.

Material y métodos: Participaron 338 alumnos (3 a 6 años) sin corrección óptica. Se determinó la incidencia en alumnos con buena y mala visión, con diferencia de agudeza visual > 2 líneas de visión y diferencia ≤ 2 líneas, en estrábicos y no estrábicos, con estereopsis ≤ 100 y ≥ 200 segundos de arco, y con Lang de 0 a 1 y 2 a 3.

Resultados: Las pruebas de Maddox, Worth y Bagolini reportaron incidencias similares (99.1, 97.9 y 97.6% respectivamente) (Chi cuadrado = 124.86, grados de libertad = 5). En los grados de fusión fue la más baja (18.4%). Solo en la de Worth la incidencia fue menor en estrábicos (95.3%) y con mala visión (98.6%). La menor binocularidad se reflejó en la estereopsis ≥ 200 segundos de arco y Lang de 0-1.

Conclusión: La incidencia de binocularidad fue del 100%, todos pasaron al menos una prueba. La mala visión y el estrabismo disminuyen la binocularidad. La prueba de grados de fusión no es útil en preescolares.

SUMMARY

Purpose: To determine binocularity incidence in Mexican preschool children by using Worth's degrees of fusion, Bagolini striated glasses, Maddox and Worth 4-Dot tests.

Material and methods: 338 children (3 to 6 years) without optical correction were included. Incidence was determined for children with good and poor vision, for a visual acuity difference > 2 lines of vision and a difference ≤ 2 lines, for strabismic infants and without strabismus, for stereoacuity ≤ 100 and ≥ 200 seconds of arc, and for a Lang of 0 to 1 and 2 to 3.

Results: Maddox, Worth 4-Dot and Bagolini test reported similar binocularity incidences (99.1, 97.9 y 97.6% respectively) (Chi square = 124.86, liberty degree = 5). The lowest incidence was seen with Worth's degrees of fusion (18.4%). Only with Worth 4-Dot binocularity incidence was smaller for strabismic infants (95.3%) and for poor vision (98.6%). The less binocularity incidence was reflected in a stereoacuity ≥ 200 seconds of arc and in a Lang stereoacuity of 0 to 1.

Conclusions: Binocularity incidence was of a 100%, because at least one test was past. Binocularity is diminished by a poor vision and strabismus. Worth's degrees of fusion is not useful for preschool children.

I. INTRODUCCION

I. 1. *Desarrollo de la Visión Binocular.*

El desarrollo adecuado de los *reflejos optomotores*, es la base de la *binocularidad*. Son Mecanismos de ajuste inducido por excitaciones luminosas retinianas que producen el movimiento de los globos oculares haciendo que los estímulos impresionen simultáneamente ambas foveas (1). Los reflejos optomotores son el *reflejo de seguimiento*, el *reflejo de fijación* y el *reflejo de fusión*.

Tanto en el niño prematuro como en el nacido de término, durante los primeros días o semanas de vida extrauterina predominan los reflejos posturales, es decir, los movimientos oculares son en gran medida independientes de los estímulos luminosos, y están gobernados por mecanismos propioceptivos vinculados con la posición y movimiento de la cabeza (reflejos estáticos originados en el aparato otolítico y reflejos estatocinéticos relacionados con los conductos semicirculares). Ejemplo de esto es el *reflejo de cabeza de muñeca*, en que al girar rápidamente la cabeza del recién nacido en sentido horizontal o vertical, los ojos se mueven en sentido contrario, y después de unos instantes se desplazan al centro de la hendidura palpebral. Este desaparece entre el final de la segunda semana y el primer mes de vida (2).

El *reflejo optomotor*, aunque solo esbozado, con movimientos incoordinados, irregulares, de poca amplitud y, al principio monoculares (2); está presente inclusive en el primer día de vida del recién nacido de término. Esto se demuestra al colocar al recién nacido frente a una ventana y que tras apartarlo de la luz, este tiene movimientos conjugados de los ojos y de la cabeza en el sentido de la luz (1). Desde la segunda o tercera semana comienzan los movimientos sinérgicos oculocefálicos (el niño gira simultáneamente los ojos y la cabeza para enfocar la fuente de luz). Al final del primer mes la mirada es más definida, y el niño mira el rostro de la madre durante gran parte del tiempo mientras lo amamanta; si el rostro materno se mueve, su movimiento es seguido por la mirada del bebé (reflejo de seguimiento) (2, 17).

Entre el segundo y tercer mes el bebé sigue una luz, pero el reflejo foveolar es excéntrico en ambos ojos, y sufre lentos desplazamientos. Estos movimientos de persecución (seguimiento) de un objeto se van haciendo más amplios y mejor coordinados. A esta edad se empieza a esbozar el desarrollo de la *coordinación ojo-mano*, e inicia la asociación de los movimientos de los ojos con los párpados (1).

Al completarse la maduración de las máculas hacia el comienzo del cuarto mes, aparece el *reflejo de fijación* propiamente dicho (2). Los reflejos pupilares se vuelven centrales y simétricos (1). La percepción se va haciendo conciente, y los movimientos de persecución de un objeto fijado se toman cada vez más seguros y uniformes. Así, la *coordinación ojo-mano*; importante para el desarrollo neuropsíquico del lactante, se perfecciona con innumerables experiencias asociadas a la percepción visual de la mano, y culmina entre el quinto y sexto mes con el *reflejo de prensión*, que implica cierto grado de estereopsis (2).

Los movimientos disyuntivos (movimientos oculares en direcciones opuestas, uno con relación al otro) se encuentran bien desarrollados hacia el cuarto o quinto mes. El niño es capaz de converger ajustadamente los ojos sobre un objeto cercano. La sinergia entre la acomodación y convergencia se desarrolla en esta misma época (2).

Entre el cuarto o quinto mes ya han aparecido también los *reflejos de fusión*, que se demuestran a los 6 meses al anteponer un prisma débil de base externa en uno de los ojos y haber movimiento fusional de hiperconvergencia, que tiende a mantener las imágenes enfocadas sobre puntos correspondientes de las retinas (1, 12).

Del procesamiento cortical de la información proveniente de la vía óptica, que en condiciones normales llega simultáneamente de ambos ojos, surge una percepción final, la visión (1). La visión binocular es el resultado del desplazamiento anterior de los globos oculares, de la presencia de una mácula única y altamente discriminativa en cada ojo, de la creciente decusación de las fibras a nivel quiasmático, de la laminación del cuerpo geniculado externo y el desarrollo de una cada vez mayor y más diferenciada corteza visual; lo que lleva a una visión binocular de alta diferenciación, conocida como estereopsis (1), que nos da el sentido de tercera dimensión y aparece también a los 6 meses (3).

La percepción simultánea, la fusión, y la estereopsis ocurren todas simultáneamente como tres fenómenos distintos constituyendo la visión binocular única; ellas no son un sistema de gradación de la calidad de la visión binocular única (4).

A los 6 meses la maduración es evidente, los mecanismos funcionan con mayor efectividad pero aún están en etapa de desarrollo y perfeccionamiento hasta aproximadamente la edad de seis años; edad en la que la maduración de la función visual es prácticamente completa (2).

El periodo de plasticidad sensorial, en el que este conjunto de reflejos es vulnerable, es máximo durante los 2 primeros años de la vida, y disminuye abruptamente a partir de esta época pero permanece potencialmente sensible a cambio, aunque de grado menor, hasta los 6 o 7 años de edad (1).

1. 2. Desarrollo de la Agudeza Visual:

La agudeza visual es el resultado del buen funcionamiento óptico del ojo. Se relaciona con la menor imagen cuya morfología es posible apreciar. La agudeza visual no es un parámetro estable y sufre diversas influencias, sobre todo en el proceso de maduración relacionado con la edad del individuo. Al nacer la visión es muy pobre, a juzgar por las respuestas optomotoras un niño de días es capaz de ver objetos relativamente grandes en movimiento y situados a una distancia de unos 80 cm, lo cual corresponde, más o menos, a la agudeza denominada percepción de bultos (5). Utilizando el método del nistagmo optocinético, la agudeza visual es de 20/150, y por las respuestas optocinéticas es de percepción de bultos (1). Al año se sitúa alrededor del 20/140, y se desarrolla totalmente entre los 4 y 7 años, según los distintos autores. Por lo tanto, al evaluar la agudeza visual en los niños se debe tener presente el nivel de visión que se considere normal para su edad (5).

1. 3. Pruebas de Sensorialidad:

Existen pruebas de sensorialidad para conocer si un sujeto usa simultáneamente ambos ojos como la prueba de cilindro cruzado de Maddox rojo, la prueba de vidrios estriados de Bagolini, la prueba de los 4 puntos de Worth y los grados de fusión de Worth. La prueba de los 4 puntos de Worth, es uno de los más simples para investigar la fusión, supresión y la correspondencia sensorial anómala (15). El paciente que fusiona percibe 4 puntos, el que no tiene binocularidad ve 2 puntos rojos si usa el ojo que porta el filtro rojo y tres puntos verdes si usa el ojo que tiene el filtro verde (8).

Respecto a los grados de fusión de Worth, la terminología ha cambiado. Worth utilizó el término de "fusión" para lo que ahora se conoce como *visión binocular única*, y el "primer grado de fusión" es llamado actualmente *percepción simultánea*, el "segundo grado de fusión" simplemente *fusión*, y el tercer grado estereopsis (4).

La fusión es la unificación cortical de imágenes visuales a partir de elementos retinianos correspondientes; tiene un componente motor que es la vergencia fusional y uno sensorial. La fusión localiza puntos de objetos, en un plano de dos dimensiones para el observador. Las pruebas clínicas usadas comúnmente para los aspectos sensoriales de la fusión incluyen la prueba de Worth de 4 puntos, la prueba de lente rojo, y los vidrios estriados de Bagolini (6, 16).

I. 4. Estereopsis:

La estereopsis no es una gradación de la fusión, sino un acto binocular más complejo que nos permite una percepción simple en profundidad. Es una ventaja que da la binocularidad (13, 14). En ella intervienen ciertos factores como la distancia interpupilar, que hace que las retinas reciban una imagen algo diferente de un mismo objeto. Las disparidades horizontales de las imágenes que estimulan ambas retinas son las responsables del sentido de la estereopsis (7). La estereopsis requiere de la disparidad de la imagen horizontal producida por la separación horizontal entre la retina derecha e izquierda; y se cuantifica en segundos de arco de disparidad de imagen retiniana requerida para producir la percepción. La disparidad mínima que obtiene la respuesta es referida como la *estereoagudeza* (8). La disparidad mínima que evoca esta percepción son los 10 a 14 segundos de arco (4).

La estereoagudeza está incrementada en el sistema parvocelular, el cual sirve exclusivamente a la visión binocular foveal con su exquisito poder de resolución, capaz de detectar la más mínima disparidad de imagen retiniana horizontal requerida para percibir la estereopsis. Solo los campos del receptor parvocelular pueden alcanzar este nivel de estereoagudeza. Las imágenes extrafoveales, que se proyectan en áreas de la retina con menor poder de resolución que las imágenes foveales, requieren de mayor disparidad de imagen retiniana para percibir la estereopsis. Por ello, la estereoagudeza basada en la menor disparidad en la imagen retiniana que produce estereopsis puede usarse para detectar la presencia de visión binocular macular. (8).

La fijación binocular con los poderes de resolución altos de cada mácula permite detectar los grados en minutos de las disparidades de imágenes retinianas, permitiendo el rango de estereoagudeza comprendido entre los 14 a 40 segundos de arco. La estereoagudeza es un indicador confiable de la fijación binocular.

La estereopsis localiza puntos de objetos en la tercera dimensión de profundidad (4). Es el más alto nivel de interacción binocular y requiere, como requisito, una buena agudeza visual en cada ojo, la percepción simultánea, y la fusión. Las imágenes percibidas por cada ojo de forma independiente son unificadas (fusión), analizadas en forma, color, luminosidad, etc., y también poseen una localización relativa o egocéntrica en el espacio (11). La presencia de una estereopsis excelente implica un alto nivel razonable de agudeza visual en cada ojo y la ausencia de una tropía significativa (9).

Las pruebas de estereopsis son consideradas como un medio para explorar la agudeza visual y la alineación de los ojos. La estereoagudeza de cerca se mide con el vectograma Polaroid de Titmus, que tiene una mosca grande con alas. Es una prueba de estereopsis gruesa que representa 3000 segundos de arco a 40 cm. Nueve series de círculos en la prueba de Titmus proporcionan la disparidad horizontal, que va desde 800 a 40 segundos de arco. Tres hileras de animales en ambas pruebas presentan disparidades horizontales de 400, 200 y 100 segundos de arco. La prueba de Lang presenta un patrón de punto fortuito utilizando rejillas cilíndricas para crear imágenes separadas para cada ojo y no requiere que el paciente use lentes especiales (6, 10).

1. 5. Importancia de la Binocularidad:

La omisión quizás inadvertida de los padres de la atención en la salud visual de sus hijos, ha permitido que las alteraciones sensoriales se arraiguen haciendo difícil y en ocasiones imposible su corrección. Las alteraciones monoculares y binoculares que se encuentran habitualmente en los estrábicos son el resultado en algunas ocasiones de una detención del proceso de maduración y aún de la involución a formas primitivas de visión. Estas perturbaciones funcionales tienen el sello de la época del desarrollo en que se han instalado.

Para lograr la ventaja de la estereopsis es indispensable el desarrollo correcto de la binocularidad. La evaluación temprana de la binocularidad podrá detectar a tiempo las alteraciones y corregirlas para mejorar la calidad visual oportunamente.

Estudios recientes han mejorado nuestra comprensión del desarrollo binocular. Estos trabajos han estimulado a los oftalmólogos a intervenir cada vez más precozmente en la infancia con terapias diseñadas para contrarrestar los desarrollos anómalos.

El conocimiento del desarrollo de la binocularidad permite estar alerta ante la posibilidad de alteraciones que la afecten y repercutan en la visión estereoscópica, la actividad académica y social del paciente. Esperamos que la información sirva de base para la implantación de pruebas de escrutinio en escuelas preescolares.

II. MATERIAL Y METODO

II. 1. *Objetivos Específicos.*

- 1.1 Determinar de manera subjetiva la agudeza visual binocular como buena, regular o mala, tomando en consideración las agudezas visuales de cada ojo por separado por grupos de edad.
- 1.2 Determinar la población con diferencia de agudeza visual entre ambos ojos mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen.
- 1.3 Determinar de manera subjetiva la agudeza visual binocular con agujero estenoico como buena, regular o mala, tomando en consideración las agudezas visuales con estenoico de cada ojo por separado por grupos de edad.

- 1.4 Determinar la población susceptible de mejorar la agudeza visual mediante corrección óptica.
- 1.5 Alumnos que portan lentes correctores de ametropía.
- 1.6 Determinar la "percepción simultánea" mediante el primer grado de fusión de Worth por grupos de edad y sexo.
- 1.7 Determinar la binocularidad mediante las pruebas de Maddox, Bagolini, puntos de Worth y segundo grado de fusión de Worth según los grupos de edad.
- 1.8 Identificar la ausencia de binocularidad.
- 1.9 Determinar la prueba de binocularidad más difícil de entender por los alumnos.
- 1.10 Establecer la incidencia del tercer grado de fusión de Worth "estereopsis" por grupos de edad.
- 1.11 Determinar la estereoagudeza mediante la Prueba de Titmus y Lang por grupos de edad.
- 1.12 Determinar la cooperación a las pruebas de estereopsis por grupos de edad.
- 1.13 Determinar si la mala agudeza visual binocular afecta la binocularidad.
- 1.14 Determinar si la diferencia de agudeza visual entre ambos ojos mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen altera la binocularidad.
- 1.15 Determinar si la presencia de estrabismo altera la binocularidad.
- 1.16 Determinar los resultados de las pruebas de binocularidad en alumnos que no pasaron las pruebas de estereopsis de Titmus y Lang.

II. 2. Definición de Variables.

Edad: Años completos transcurridos desde su nacimiento a la fecha de realización de la exploración.

Sexo: Se refiere a las características anatómicas y fisiológicas que marcan las diferencias entre los hombres y las mujeres. Masculino (M), Femenino (F).

Agudeza visual (AVOD y AVOI): Es la menor imagen cuya morfología es posible apreciar. Se explora mediante tablas de optotipos de Snellen letradas o iletradas. La prueba se realiza en cada ojo por separado. Si el alumno porta lentes de corrección de ametropía, la prueba se realiza con los lentes puestos. Para fines estadísticos la AV de CD a 3 metros = 20/300.

Lentes correctores de ametropía (RX): Se reporta con SI en caso de usarlos, de lo contrario se reporta con un NO. Para estadística SI=0, NO=100.

Calificación subjetiva de la Agudeza visual binocular (VIS): Se calificó al alumno en base a la agudeza visual de cada ojo utilizándose como referencia la tabla de agudeza visual de Castiella. Se calificó con "buena visión" (B) de ser esta menor o igual a 20/40 en ambos ojos, y que la diferencia entre agudezas visuales de ambos ojos no fuera mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen; "regular visión" (R) si la agudeza visual fue del 20/50 al 20/80 en ambos ojos con diferencia de agudeza visual entre ambos no mayor a dos líneas de visión, o si la agudeza visual entre ambos ojos fue mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen siendo la mejor visión el 20/20. La "mala visión" (M) fue considerada en caso de tener una agudeza visual de 20/100 a cuenta dedos, o de 20/50 como mejor visión en alguno de los dos ojos y en el otro una mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen. Para el análisis estadístico B=100, R=50, M=0.

Niveles de Agudeza visual promedio (J. C. Castiella)	
Edad (años)	Agudeza Visual
3	20/46
4	20/40 - 20/30
6	20/30 - 20/25

Diferencia de Agudeza Visual entre ambos ojos mayor a 2 líneas de la Cartilla de Snellen (DIF >2): Se califica con SI de cumplirse esta condición, de lo contrario se reporta como NO. Para estadística SI=0, NO=100.

Agudeza Visual con Agujero Estenopeico (AEOD y AEOI): Agudeza visual explorada mediante tablas de optotipos de Snellen letradas o iletradas, mirando a través de un agujero en el oclisor. La prueba se realiza en cada ojo por separado. Si el alumno porta lentes de corrección de ametropía, la prueba se realiza con los lentes puestos. Para fines estadísticos la AV de CD a 3 metros = 20/300.

Calificación Subjetiva de la Agudeza Visual Binocular con Agujero Estenopeico (VIS/E): Se calificó al alumno en base a la agudeza visual con estenopeico de cada ojo utilizándose como referencia la tabla de agudeza visual de Castiella. Se calificó con "buena visión con estenopeico" (B) de ser esta menor o igual a 20/40 en ambos ojos, y que la diferencia entre agudezas visuales de ambos ojos no fuera mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen; "regular visión con estenopeico" (R) si la agudeza visual fue del 20/50 al 20/80 en ambos ojos con diferencia de agudeza visual entre ambos no mayor a dos líneas de visión, o si la agudeza visual entre ambos ojos fue mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen siendo la mejor visión el 20/20. La "mala visión con estenopeico" (M) fue considerada en caso de tener una agudeza visual con estenopeico de 20/100 a cuenta dedos, o de 20/50 como mejor visión en alguno de los dos ojos y en el otro una mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen. Para el análisis estadístico B=100, R=50, M=0.

Prueba de Maddox (MAD): Prueba de sensorialidad utilizada para detectar alteración de la binocularidad. Se reporta como (+) si el paciente tiene binocularidad. Para estadística, (+)=100 y NEG=0.

Prueba de Bagolini (BAG): Prueba de sensorialidad utilizada para detectar alteración de la binocularidad. Se reporta como (+) si el paciente tiene binocularidad. Para estadística, (+)=100 y NEG=0.

Prueba de Worth (WOR): Prueba de sensorialidad utilizada para detectar alteración de la binocularidad. Se reporta como (+) si el paciente tiene binocularidad. Para estadística, (+)=100 y NEG=0.

Grados de fusión de Worth (FUS): Se reporta el número del 1 al 3 según el grado de fusión. El 0 indica que no pasó ningún grado de fusión.

Número de Pruebas de Binocularidad Reportadas como Positivas (BIN): Se califica del 0 al 4 según el número de pruebas que indican la presencia de binocularidad. En el caso de la prueba de grados de fusión de Worth se toma como positiva si existe el segundo grado de fusión, es decir, si la variable $FUS \geq 2$.

Estereoagudeza Mediante Test vectográfico de Titmus (TIT): Se reporta la agudeza estereoscópica con los siguientes valores: 40, 50, 60, 80, 100, 200, 400, 800 y 3000 segundos de arco. Si el paciente no logra ver estereoscópicamente la prueba de la mosca, que es la más gruesa y representa los 3000 segundos de arco, se le asigna el valor de NEG, que para fines estadísticos equivale a 4000 segundos de arco, entendiéndose con esto que no pasó la prueba.

Estereoagudeza Mediante Test vectográfico de Lang (LAN): Se reporta la agudeza estereoscópica como el número de figuras detectadas en la prueba, desde 0 hasta 3.

Cooperación a las Pruebas de Estereoagudeza (EST): Se califica como buena (B), regular (R) o mala (M) de acuerdo a los resultados obtenidos en el tercer grado de fusión de Worth y los estereotest de Titmus y Lang. Para estadística $B=100$ $R=50$ y $M=0$.

Motilidad (MOT): Se reportan las alteraciones estrabológicas encontradas en la población. La normalidad se reporta como N. Para estadística, cualquier estrabismo=0, y $N=100$.

II. 3. Unidad de la investigación.

Alumnos de edad preescolar de la Escuela "Nuevo Continente" en el ciclo escolar 2002-2003.

II. 4. *Diseño de la investigación.*

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó el método observacional, descriptivo y transversal.

4.1 *Universo geográfico:*

Escuela de educación preescolar "Nuevo Continente".

4.2 *Universo cronológico:*

Del 23° de septiembre de 2002 al 1° de febrero del 2003.

4.3 *Universo Demográfico:*

338 alumnos de ambos sexos inscritos en la Escuela en el ciclo escolar 2002-2003.

4.4 *Criterios de selección:*

A) Criterios de inclusión:

1. Niños de ambos sexos inscritos a la Escuela en el ciclo escolar 2002-2003.
2. Niños que asistan el día de la realización del examen oftalmológico.

B) Criterios de exclusión:

1. Niños menores de 3 años y mayores de 6 años.
2. Niños que a la exploración se detecte ceguera de uno u ambos ojos por cualquier etiología.
3. Niños cuyos padres o tutores no acepten su participación en el estudio previa notificación de los objetivos del mismo.

4.5 Criterios de eliminación:

1. Cédula de recolección de datos con las variables mal registradas o ilegibles.
2. Cédula de recolección de datos con información incompleta.
3. Niños que no permitan ser explorados o no completen su exploración.

II. 5. Recursos.

Debido a la población de alumnos inscritos en esta escuela, fue necesario recabar en una libreta las variables a explorar. Fueron indispensables un médico adscrito, tres médicos residentes y una enfermera para llevar a cabo la exploración.

Haciendo un desglose de los recursos tenemos:

5.1 Recursos Humanos:

Un médico residente investigador quien formuló las preguntas para obtener la información, que participó en la exploración de los alumnos, capturó datos, presentó resultados, y realizó la elaboración del informe final.

Dos médicos residentes que apoyaron en la exploración y llenaron los formatos.

1 asesor (médico adscrito estrabólogo) quien se encargó de dar el visto bueno a la bibliografía seleccionada para la realización del marco teórico y cédula de recolección de datos, orientó y supervisó la exploración y recolección de variables, apoyó en el proceso de análisis estadístico a utilizar, y aportó con su gran experiencia ideas útiles a la investigación.

Un matemático con experiencia en la realización de estadísticas médicas quien nos orientó y realizó el análisis estadístico.

5.2 Recursos materiales:

1. 1 libreta tabulada.
2. 5 lapiceros.
3. 5 borradores blancos.
4. 1 equipo de cómputo con el programa Excel y un analizador de datos estadísticos para procesar la información.
5. 1 escritorio.
6. 1 silla.
7. 1 calculadora.
8. 1 cartilla de optotipos de Snellen para letrados e iletrados.
9. 2 oclusores.
10. 1 lámpara de alógeno.
11. 1 amblioscopio con dibujos para valoración de grado de fusión.
12. 1 test de 4 puntos de Worth.
13. 2 amazonas de prueba.
14. 2 vidrios estriados de Bagolini
15. 1 par de lentes de Maddox.
16. 1 prueba de estereopsis de Titmus.
17. 1 prueba de estimación de estereopsis de Lang.

5.3 Recursos financieros:

\$250.00 proporcionados por el investigador.

II. 6. *Plan de elaboración, análisis e investigación de la información.*

Se acudió a la escuela los días miércoles y viernes en horas clase y se realizó la exploración por el investigador y dos médicos residentes bajo la supervisión de un médico adscrito estrabólogo.

Se registraron la edad, sexo, agudeza visual y con estenopeico. Se practicaron cuatro pruebas de binocularidad: Maddox, Bagolini, puntos de Worth y grados de fusión de Worth; se midió la estereopsis mediante la prueba de Titmus y Lang; y se detectaron a los alumnos con estrabismo sin especificar el tipo. Esta información se asentó en una libreta tabulada.

Posteriormente se calificó la visión sin y con estenopeico de cada alumno en base a la agudeza visual de cada ojo en buena (B), regular (R) o mala (M), y se identificó a la población con diferencia de agudeza visual entre ambos ojos mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen.

Se realizó la captura de datos en una hoja de Excel. Se dividió a la población en los alumnos que tuvieron una estereopsis de 40 a 100 segundos de arco en la prueba de Titmus de los que obtuvieron 200 o más segundos de arco. Se separaron los alumnos que tuvieron una prueba de Lang de 2 a 3 de los que obtuvieron un 0 a 1, y a los estrábicos de los no estrábicos. Se realizaron tablas de frecuencia en porcentajes por variable y se aplicó el análisis estadístico utilizando la "determinación de la normal" y chi-cuadrada.

Se determinó la incidencia de falla binocular por cada prueba de binocularidad en la población total, y se comparó la incidencia de falla binocular en los alumnos con "buena" y "mala" visión, en los alumnos sin y con diferencia de agudeza visual mayor a dos líneas, en alumnos con estereopsis de 40 a 100 y con 200 o más segundos de arco, en alumnos con Lang de 2 a 3 y de 0 a 1; y en estrábicos contra no estrábicos.

Presentamos los resultados a través de tablas y gráficos, comparándose los resultados con los de estudios similares previamente registrados en la literatura mundial, interpretando y discutiendo los resultados para finalmente obtener nuestras propias conclusiones.

II. 7. Cronograma.

CRONOGRAMA																				
ACTIVIDADES	NOV		DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABR	
	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA	■	■	■	■																
REDACCIÓN PROTOCOLO					■	■														
CAPTACIÓN DE DATOS							■	■	■	■										
VACIAMIENTO DE DATOS											■	■	■	■						
ANÁLISIS														■	■	■				
INFORME TÉCNICO FINAL																		■	■	
PRESENTACIÓN																				■

III. RESULTADOS

Se revisaron 338 alumnos con edades de 3 a 6 años, que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, sin eliminarse alguno para el análisis de datos. La mayoría de los alumnos tuvieron 5 y 6 años, representando ambas edades el 71.5% de la población total estudiada (Figura 1).

En los alumnos de 3 años la agudeza visual del ojo derecho más frecuente fue el 20/30 (65.9%), y en los de 6 años la mayoría estuvo en el rango de 20/20 a 20/30 (72.1%) (Figura 2). En el ojo izquierdo la agudeza visual más frecuente para los 3 años es el 20/30 (68.8%), y en los de 6 años el 20/20 principalmente (40.8%) (Figura 3).

En la población total, 233 alumnos (68.9%) tuvieron una agudeza visual del ojo derecho entre el 20/20 y 20/30, mientras que para el ojo izquierdo 272 alumnos (80.4%). La peor agudeza visual observada fue la de un niño y una niña de 3 años con CD a 3 metros en ambos ojos (Figura 4).

En la población total, 249 alumnos (73.6%) tuvieron "buena visión", 41 alumnos (12.1%) "regular visión" y 48 alumnos (14.2%) "mala visión". El grupo de edad que tuvo el mayor porcentaje de "mala visión" fue el de 4 años con un 18.9%, y el grupo de edad con mayor porcentaje de "buena visión" fue el de 3 años con un 78.9%.

20 alumnos (5.9%) tuvieron una diferencia de agudeza visual mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen. Los alumnos de 4 años tuvieron el mayor porcentaje de diferencia de agudeza visual mayor a dos líneas con un 15.5%.

En los alumnos de 3 años la agudeza visual con estenopeico del ojo derecho más frecuente fue el 20/30 (65.7%), y en los de 6 años la mayoría estuvo en el 20/20 (48.4%) (Figura 5). En el ojo izquierdo la agudeza visual con estenopeico más frecuente para los 3 años es el 20/30 (68.4%), y en los de 6 años el 20/20 principalmente (64.0%) (Figura 6).

De la población total, 276 alumnos (81.6%) tuvieron una agudeza visual con agujero estenopeico del ojo derecho entre el 20/20 y 20/30. 299 alumnos (88.4%) tuvieron una agudeza visual con agujero estenopeico del ojo izquierdo entre el 20/20 y 20/30 (Figura 7). La peor agudeza visual con estenopeico observada fue la del niño de 3 años mencionado anteriormente con CD a 3 metros en ambos ojos.

En la población total, la visión con estenopeico fue "buena" en 284 alumnos (84.0%), "regular" en 33 alumnos (9.7%) y "mala" en 21 alumnos (6.2%), siendo el grupo de edad con mayor porcentaje de "mala visión con estenopeico" el de 6 años con un 9.3%, y el grupo de edad con mayor porcentaje de "buena visión con estenopeico" el de los 5 años con un 89.4%.

Los alumnos susceptibles de mejorar su visión a "regular" o "buena" mediante lentes de corrección de ametropía son 35 (10.3%). Solo 5 alumnos (1.4%) usan lentes para corrección de ametropía.

Los alumnos con "percepción simultánea" o primer grado de fusión de Worth en la población total son 80 (23.6%), lograda principalmente por los alumnos de 5 y 6 años (96.2%) (Figura 8).

3 alumnos (0.9%) no lograron pasar la prueba de binocularidad de Maddox, fueron 3 niños de 3 años (Chi cuadrado = 124.86, grados de libertad = 5) (Figura 9).

La prueba de Bagolini fue negativa en 8 alumnos (2.4%) (Chi cuadrado = 133.15, grados de libertad 5) (Figura 9). La mayoría de los alumnos con la prueba negativa (2.0%) tienen 3 años. 1 Niño de 6 años que no pasó la prueba, tuvo una agudeza visual de 20/200 en ojo derecho y 20/25 en el izquierdo sin mejoría con estenopeico, y solo pasó una prueba de binocularidad, la de Maddox, un Titmus de 100 segundos de arco y 2 figuras de la prueba de Lang.

En la prueba de los 4 puntos de Worth 7 alumnos (2.1%) (Chi cuadrado = 4.14, grados de libertad 5) no tuvieron binocularidad. El grupo de edad con el mayor porcentaje de falla binocular fue el de 4 años con el 5.1% de su población. (Figura 9).

En la prueba de los grados de fusión de Worth, 276 alumnos (81.7%) (Chi cuadrado = 76.98, grados de libertad = 15) no consiguieron el segundo grado de fusión. El 18.3% que lo consiguió fue en su mayoría alumnos de 5 y 6 años (95.1%) (Figura 8 y 9).

Todos los alumnos pasaron al menos una de las 4 pruebas de binocularidad. La mayor parte de la población de alumnos (266 alumnos, 78.7%) realizó 3 pruebas positivas de binocularidad. El 38.3% de los alumnos de 6 años demostraron binocularidad en las 4 pruebas. Los alumnos de 3 años solo realizaron 3 pruebas como máximo. (Figura 10).

Los alumnos con tercer grado de fusión de Worth o "estereopsis" en la población total son 30 (8.8%), lograda en su mayoría por los alumnos de 6 años (90%), principalmente los niños. (Figura 8).

Con la prueba de Titmus, 173 alumnos (51.1%) tuvieron una excelente estereoagudeza de 40 segundos de arco, y 120 (35.5%) una estereoagudeza aceptable de entre 50 y 80 segundos de arco. Los alumnos de 6 años tuvieron estereoagudezas menores o iguales a 100 segundos de arco (**Figura 11**). Tres alumnos de 3 años y una de 5 años no lograron pasar ninguna prueba de estereopsis. La alumna de 5 años tuvo una agudeza visual de 20/50 y 20/100 respectivamente que mejoró con estenopeico, y manifestó un estrabismo.

En la prueba de Lang, 265 alumnos (78.4%) detectaron todas las figuras, 44 alumnos (13.0%) solo 2 y 20 alumnos (5.9%) no detectaron ninguna.

En la prueba de los cuatro puntos de Worth la mala visión tuvo mayor incidencia de falla binocular con el 1.4% (vs. 0.5% en alumnos con buena visión). En el resto de las pruebas de binocularidad siempre la buena visión tuvo la mayor incidencia de falla binocular. (**Figura 12**).

En todas las pruebas de binocularidad, la diferencia de agudeza visual mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen siempre tuvo la menor incidencia de falla binocular.

Se detectaron 21 alumnos (6.2%) con algún tipo de estrabismo en la población total, de los cuales poco más de la mitad (52.3%) fueron alumnos de 6 años (28.5% fueron de 5 años). Todos los estrábicos demostraron binocularidad mediante las pruebas de Maddox y Bagolini.

Los alumnos sin estrabismo tuvieron la mayor incidencia de falla binocular en todas las pruebas excepto en la de los cuatro puntos de Worth, donde los estrábicos tuvieron una incidencia de falla binocular del 4.7 vs. 1.8% de los no estrábicos.

La mayor incidencia de falla binocular en todas las pruebas se vio reflejada tanto en los alumnos con agudeza estereoscópica de 200 o más segundos de arco, como en los alumnos con Lang de 0-1(**Figura 13 y 14**).

IV. DISCUSION

Estudiamos 338 alumnos con edades de 3 a 6 años. Debido a la diferencia en el número de alumnos de las distintas edades, se consideraron los porcentajes para realizar comparaciones (**Figura 1**).

Al comparar las agudezas visuales en ambos ojos, de alumnos de 3 años y 6 años, las edades extremas en el estudio, vemos que para los 3 años la agudeza visual más frecuente es el 20/30, y para los 6 años el 20/20 (**Figuras 2 y 3**). La agudeza visual no es un parámetro estable y sufre diversas influencias, sobre todo en el proceso de maduración relacionado con la edad del individuo. Según los distintos autores, se desarrolla totalmente entre los 4 y 7 años de edad. El valor promedio de agudeza visual reportado por el español J. C. Castiella de la Universidad de Valladolid para los 3 años de edad es de 20/46, y para los 6 años de 20/25 a 20/30. En esta población de alumnos se superó ligeramente este promedio en los dos grupos de edad.

Si tomamos en consideración a toda la población, el ojo izquierdo alcanzó con mayor frecuencia (80.4%) la agudeza visual entre el 20/20 y 20/30 que el ojo derecho (68.9%). Quizá pueda explicarse esta diferencia a la curva de aprendizaje del alumno, ya que para la mayoría de ellos ésta ha sido la primera exploración oftalmológica que han tenido (**Figura 4**). Existen dos alumnos que obtuvieron una agudeza visual de cuenta dedos a 3 metros en ambos ojos, una niña y un niño de 3 años. La niña mejoró con estenopeico a 20/80 para ojo derecho y 20/70 para el izquierdo, además pasó 3 pruebas de binocularidad aunque tuvo una estereopsis de 400 segundos de arco. El niño no mejoró con estenopeico, tuvo ausencia de binocularidad en 3 pruebas (solo pasó la prueba de Worth), y no pasó ninguna prueba de estereopsis.

Al comparar las agudezas visuales con estenopeico en ambos ojos de alumnos de 3 años y 6 años (edades extremas), vemos que para los 3 años la agudeza visual con estenopeico más frecuente continúa siendo el 20/30, con ligero aumento hacia el 20/20. Para los alumnos de 4, 5 y 6 años, la agudeza visual con estenopeico más frecuente fue el 20/20. Tal pareciera que existe un brinco en la capacidad visual entre los 3 y 4 años, pasando de una capacidad visual promedio de 20/30 al 20/20 (**Figura 5 y 6**).

Considerando la población total, el ojo izquierdo alcanzó con mayor frecuencia (88.4%) la agudeza visual con estenopeco entre el 20/20 y 20/30 que el ojo derecho (81.6%) (**Figura 7**). El 8% de la población total es susceptible de mejorar la agudeza visual del ojo izquierdo en el rango de 20/20 a 20/30 mediante la corrección óptica de ese ojo. Sin embargo, el ojo más susceptible de ser beneficiado con la corrección óptica es el ojo derecho, mejorando la agudeza visual en este rango el 12.7% de la población (**Figura 4 y 7**).

Se aplicaron 4 pruebas de binocularidad en la población, con el fin de identificar la ausencia de binocularidad. La prueba de los grados de fusión de Worth evaluó en los alumnos 3 características, la percepción simultánea (primer grado de fusión), la fusión (segundo grado de fusión) y la estereopsis (tercer grado de fusión). Para decir que el alumno tuvo binocularidad con esta prueba, debió haber pasado el segundo o el tercer grado de fusión. De no pasar el primero o el segundo grado de fusión, se consideró con ausencia de binocularidad.

Los alumnos que lograron la "estereopsis" o tercer grado de fusión fueron 30 (8.8% de la población), los que solo consiguieron hasta la "fusión" o segundo grado de fusión fueron 32 (9.4% de la población) y los que solo alcanzaron la percepción simultánea o primer grado de fusión fueron 18 (5.3% de la población). Tomando en cuenta que los que pasaron el tercero y segundo grados de fusión pasaron también el primero, un total de 80 alumnos (23.6%) lograron la percepción simultánea. Se observa que a mayor edad, mayor grado de fusión logrado; esto probablemente se deba a la mejor comprensión de un niño mayor o a la madurez visual adquirida (**Figura 8**).

De igual manera que para la percepción simultánea, el segundo grado de fusión fue conseguido por los alumnos que pasaron el tercero y segundo grados de fusión, que en este estudio fueron de 62 alumnos (18.3%), nuevamente, la mayor edad es decisiva para pasar la prueba. En otras palabras, no se comprobó binocularidad con la prueba de grados de fusión de Worth en 276 alumnos (81.6%) de la población total. Considerando a los alumnos de 6 años, por ser los visualmente más maduros o con mejor entendimiento, la falla binocular se presentó en 78 alumnos (60.9% del grupo de 6 años), es decir, la falla binocular disminuyó respecto a la población total. Pensamos que este alto índice de falla binocular en esta prueba es debido a la dificultad para la comprensión de la prueba más que a una verdadera ausencia de binocularidad (**Figura 8**).

Para la prueba de binocularidad de Maddox (**Figura 9**), se encontró una incidencia de falla binocular del 0.9% de la población.

La incidencia de falla binocular en la prueba de Bagolini (**Figura 9**) fue del 2.4% en la población total. 1 Niño de 6 años que no pasó la prueba tuvo una agudeza visual de 20/200 en ojo derecho y 20/25 en el izquierdo sin mejoría con estenopeico en ambos ojos, y solo pasó una prueba de binocularidad (la de Maddox). Debido a los 100 segundos de arco de la prueba de Titmus y a las 2 figuras de Lang detectadas, puede decirse que quizá no comprendió algunas pruebas.

En la prueba de los 4 puntos de Worth (**Figura 9**) la incidencia de falla binocular fue del 2.1% de la población total. No hubo edad predominante para la prueba negativa.

Tal parece que la aplicación de la prueba de grados de fusión de Worth en este intervalo de edades no es confiable (figura 9), y quizá lo sea en sujetos de mayor edad con mejor entendimiento y cooperación a la misma. El resto de las pruebas de binocularidad mostraron ausencia de binocularidad en una proporción semejante. La prueba de Maddox fue la que mostró la menor incidencia de ausencia de binocularidad con solo 3 alumnos (0.9%).

Todos los alumnos pasaron al menos una prueba de binocularidad (**Figura 10**). La gran mayoría lograron 3 (Maddox, Bagolini y puntos de Worth), inclusive los de 3 años.

Todos los niños se mostraron cooperadores y entusiastas con las pruebas de binocularidad y estereopsis aplicadas pero quizá no fueron bien comprendidas. Una vez más, los alumnos con peor desempeño en las pruebas de estereopsis fueron los de 3 años principalmente.

Con la prueba del agujero estenopeico, la "buena visión" se incrementó de un 73,6% a un 84.0%, y la mala visión se redujo de un 14.2% a un 6.2%. Comparamos la incidencia de falta de binocularidad en cada prueba binocular en los alumnos con "buena y mala visión" (**Figura 12**). Habría de esperarse que los alumnos con mala visión tuvieran el mayor índice de falla binocular en las 4 pruebas, pero solo la prueba de Worth cumplió con lo esperado, mostrando una incidencia de ausencia de binocularidad del 1.4% en los alumnos con mala visión y 0.5% en los alumnos con buena visión.

Del total de la población, 20 alumnos (5.9%) tuvieron una diferencia de agudeza visual entre ambos ojos mayor a dos líneas de la cartilla de Snellen. Consideramos que la diferencia de agudeza visual entre ambos ojos mayor a dos líneas pudiera asociarse a un aumento en la incidencia de ausencia de binocularidad, sin embargo, ninguna de las pruebas apoyó esta hipótesis, siendo los alumnos con diferencia de agudeza visual entre ambos ojos menor o igual a 2 líneas los que mostraron una incidencia mayor.

La presencia de estrabismo también pudiera asociarse a una mayor incidencia de falla binocular. Sin embargo, al igual que con la mala agudeza visual, solo la prueba de puntos de Worth mostró una mayor incidencia en los estrábicos, con un 4.7%, mientras que en los no estrábicos la incidencia fue de 1.8%.

Los sujetos normales tienen una agudeza estereoscópica de 14 a 40 segundos de arco. La prueba de Titmus tiene un límite umbral de 40 segundos de arco. 173 alumnos (51.1%) lograron la estereoagudeza de 40 segundos de arco (**Figura 11**). 4 alumnos (1.2%) no pasaron siquiera la prueba gruesa de Titmus y reportaron una prueba de Lang de 0 con prueba de tercer grado de fusión negativa. En ellos se encontró binocularidad pero no estereopsis.

La estereopsis es el acto binocular que nos permite una percepción simple en profundidad. La calidad de la estereopsis puede llegar a ser una prueba para la evaluación del presunto grado de deterioro de la agudeza visual de un ojo. Por tal motivo se agruparon los alumnos con agudezas estereoscópicas de 40 a 100 segundos de arco y los de 200 o más segundos de arco, incluyendo los que no pasaron la prueba (**Figura 13**). Se demostró que la incidencia de falla binocular es mayor en alumnos con agudezas estereoscópicas de 200 o más segundos de arco en las 4 pruebas de binocularidad. Si el paciente posee agudeza estereoscópica por debajo de los 100 o 74 segundos de arco podemos asegurar que posee visión binocular normal, mientras que la inversa no es válida. Sujetos con agudezas estereoscópicas por encima de los 100 segundos de arco pueden ser, indistintamente, pacientes normales o portadores de microtropías.

Procediendo con la cuestión de la calidad en la estereopsis, se observó que la incidencia de falla binocular en las cuatro pruebas es mayor en el grupo que detectó solo 1 o ninguna figura (**Figura 14**).

V. CONCLUSIONES

En esta población, la agudeza visual de ambos ojos, se concentró entre el 20/20 y 20/30. Según los distintos autores, la agudeza visual se desarrolla totalmente entre los 4 y 7 años de edad. En el estudio la mayoría de los alumnos consiguieron el 20/20 desde los 4 años de edad, y la población de 3 años tuvo en su mayoría una agudeza visual del 20/30, superándose ligeramente el promedio mencionado por Castiella. Esta tendencia se acentuó más con la prueba de estenopeico, siendo susceptibles de mejorar la agudeza visual el 12.7% de la población total para el ojo derecho y el 8% para el ojo izquierdo en el rango de 20/20 a 20/30. El ojo izquierdo alcanzó el mayor grado de madurez visual en la población.

El grupo de edad que mayor incidencia de "mala visión" tuvo fue el de 4 años con un 18.9%, y el que tuvo mayor incidencia de "buena visión" fue el de 3 años con un 78.9%. Con la prueba del agujero estenopeico, la "buena visión" se incrementó de un 73,6% a un 84.0%, y la mala visión se redujo de un 14.2% a un 6.2%.

De las cuatro pruebas de binocularidad, la prueba de los grados de fusión de Worth fue la que reportó mayor índice de falla binocular. Para lograr la fusión y estereopsis con esta prueba se requiere tener más edad, esto probablemente se deba a la mejor comprensión de un niño mayor o a la madurez sensorial adquirida. La aplicación de la prueba de grados de fusión de Worth en este rango de edad no es confiable y quizá lo sea en sujetos de mayor edad con mejor entendimiento y cooperación a la misma.

La prueba sensorial de Maddox mostró la más alta incidencia de binocularidad, con un 99.1% de la población; le siguen la prueba de los 4 puntos de Worth con el 97.9% y la prueba de Bagolini con el 97.6% de binocularidad. A excepción de la prueba de los grados de fusión de Worth, las pruebas de binocularidad mostraron un alto índice de binocularidad en una proporción semejante.

Todos los alumnos tuvieron binocularidad al menos en una prueba. La gran mayoría lograron tres (Maddox, Bagolini y puntos de Worth), inclusive los de 3 años.

Poco más de la mitad de la población (51.1%) logró los 40 segundos de arco y el 1.1% no logró pasar la prueba. En la prueba de Lang el 78.4% de la población detectó todas las figuras y el 5.9% de la población no tuvo estereopsis. Todos los alumnos cooperaron para la realización de estas pruebas de binocularidad y estereopsis, pero no todos las comprendieron bien para su realización. Los alumnos con peor desempeño en las pruebas de estereopsis fueron los de 3 años.

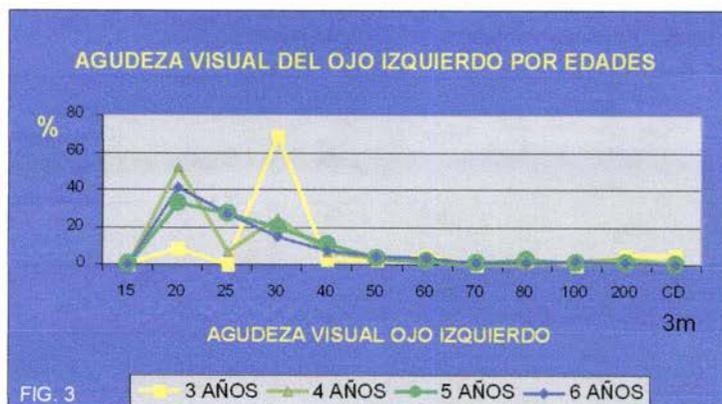
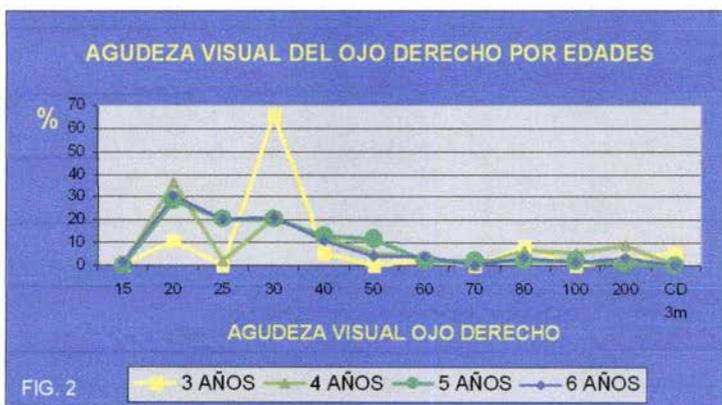
El 5.9% de los alumnos tuvo una diferencia de agudeza visual mayor a dos líneas de visión, y mostró mayor incidencia de binocularidad en todas las pruebas. Por lo tanto consideramos que la diferencia mayor a dos líneas en la agudeza visual no afecta a la binocularidad.

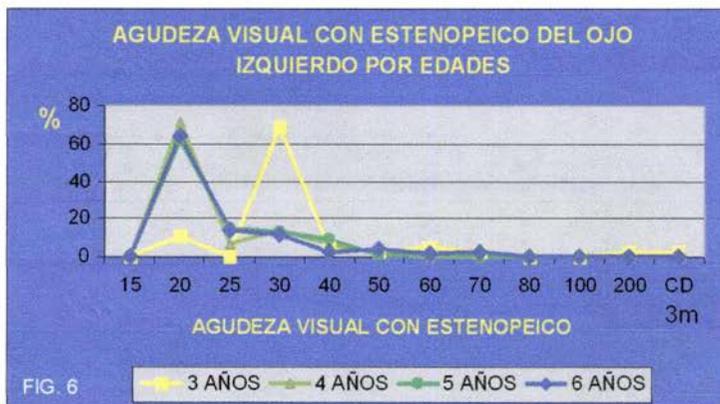
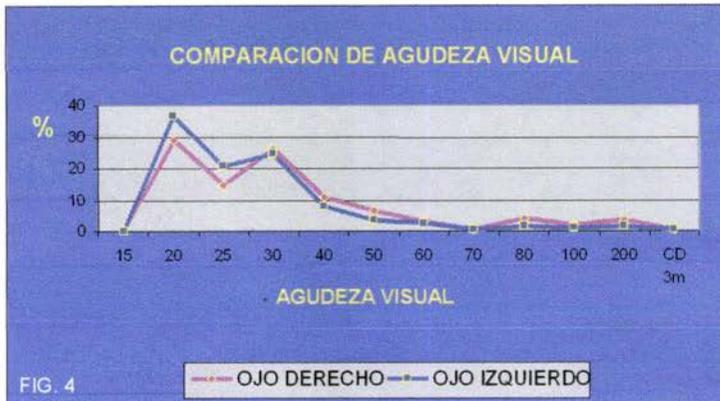
La menor incidencia de binocularidad en las cuatro pruebas se vio asociada a alumnos con agudezas estereoscópicas de 200 o más segundos de arco y con Lang de 0 a 1. Si el paciente tiene una agudeza estereoscópica por debajo de los 100 o 74 segundos de arco podemos asegurar que posee visión binocular normal, mientras que la inversa no es válida. Sujetos con agudezas estereoscópicas por encima de los 100 segundos de arco pueden ser, indistintamente, pacientes normales o portadores de microtropías.

Considerando que todos los pacientes mostraron binocularidad en por lo menos una de las cuatro pruebas, puede decirse que la incidencia de binocularidad en los alumnos que asisten a la escuela de educación preescolar "Nuevo Continente" es del 100%.

Únicamente en la prueba de los 4 puntos de Worth, como habría de esperarse, los alumnos con estrabismo mostraron menos binocularidad (95.3% vs. 98.2% en los no estrábitos). Los alumnos con mala visión también tuvieron menos binocularidad en esta prueba (98.6% vs. 99.5% en alumnos con buena visión). En las otras tres pruebas, los alumnos con estrabismo y mala visión mostraron mayor índice de binocularidad. Podemos concluir que la calidad visual influye en la binocularidad, y la ausencia de la misma altera la estereopsis. La prueba de grados de fusión de Worth no debe aplicarse en niños de estas edades por ser difícil de comprender.

Recomendamos para fines de escrutinio de binocularidad realizar al menos 2 pruebas de binocularidad, la prueba de Maddox y la de Worth, junto con una prueba estereoscópica. Dejamos a criterio de otros investigadores el determinar el tipo o tipos de estrabismo que impiden con mayor frecuencia la binocularidad en niños de 3 a 6 años.





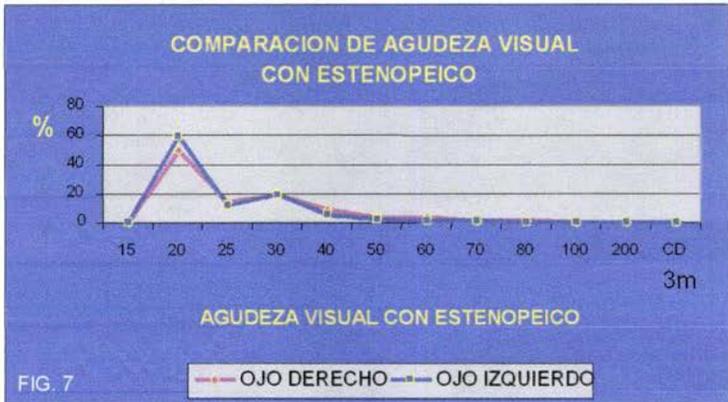


FIGURA 8. GRADOS DE FUSION DE WORTH

EDAD	3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		6 AÑOS		TOTAL ALUMNOS
	F	M	F	M	F	M	F	M	
3	0	0	0	1	0	2	9	18	30
2	0	0	1	1	4	3	9	14	
1	0	0	0	0	4	4	4	6	
0	23	15	29	26	45	52	37	31	
TOTAL	23	15	30	28	53	61	59	69	

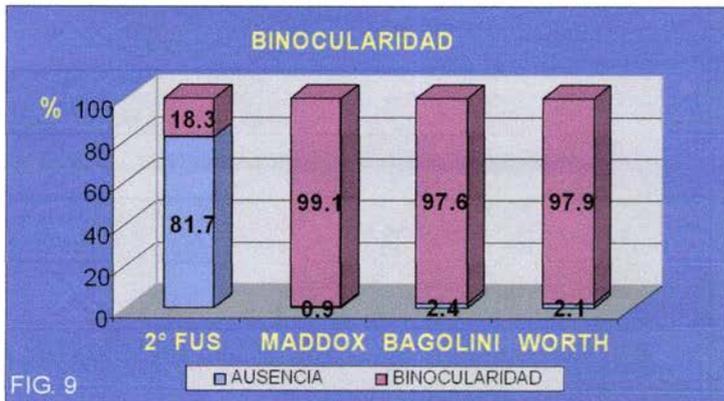


FIGURA 10. NUMERO DE PRUEBAS DE BINOCULARIDAD POSITIVAS POR EDADES.					
PRUEBAS	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	6 AÑOS	TOTAL
4	0	3.4	7.8	38.3	17.7
3	78.9	93.2	91.3	60.9	78.7
2	13.2	3.4	0.9	0	2.4
1	7.9	0	0	0.8	1.2
0	0	0	0	0	0
PORCENTAJE	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

FIGURA 11. ESTEREOAGUDEZA MEDIANTE PRUEBA DE TITMUS									
TITMUS SEG. DE ARCO	3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		6 AÑOS		TOTAL ALUMNOS
	F	M	F	M	F	M	F	M	
40	3	1	13	7	35	31	37	46	173
50	2	0	4	7	7	7	6	9	42
60	0	1	4	4	2	5	11	7	34
80	4	2	6	5	5	13	3	6	44
100	6	5	3	1	2	1	2	1	21
200	4	3	0	3	1	3	0	0	14
400	1	2	0	0	0	0	0	0	3
800	1	0	0	1	0	1	0	0	3
(-)	2	1	0	0	1	0	0	0	4
TOTAL	23	15	30	28	53	61	59	69	338

FIGURA 12. FALLA BINOCULAR EN ALUMNOS CON BUENA Y MALA VISION									
EDAD	MADDOX		BAGOLINI		WORTH		GRADO FUS \geq 2		ALUMNOS
	M VIS	B VIS	M VIS	B VIS	M VIS	B VIS	M VIS	B VIS	
3 A	1 (2.6%)	2 (5.2%)	1 (2.6%)	5 (13.1)	1 (2.6%)	0	6 (15.7%)	30 (78.9)	38
4 A	0	0	0	0	1 (1.7%)	2 (3.4)	11 (18.9%)	38 (65.5)	58
5 A	0	0	0	0	1 (0.8%)	0	11 (9.6%)	81 (71%)	114
6 A	0	0	1 (0.7)	0	2 (1.5%)	0	9 (7%)	59 (46%)	128
TOTAL	1 (0.2%)	2 (0.5%)	2 (0.5%)	5 (1.4%)	5 (1.4%)	2 (0.5%)	37 (10.9)	208 (61.5)	338

FIGURA 13. ALUMNOS CON ESTEREOPSIS DE 40-100 Y DE >100 CON FALLA BINOCULAR.

EDAD	MADDOX		BAGOLINI		WORTH		GRADO FUS \geq 2		TOTAL ALUMNOS
	\geq 200	40-100	\geq 200	40-100	\geq 200	40-100	\geq 200	40-100	
3 A	2 (8.3%)	1 (0.3%)	4 (16.6%)	3 (0.9%)	0	1 (0.3%)	14 (58.3%)	24 (7.6%)	38
4 A	0	0	0	0	0	3 (0.9%)	4 (16.6%)	51 (16.2%)	58
5 A	0	0	0	0	1 (4.1%)	0	5 (20.8%)	100 (31.8%)	114
6 A	0	0	0	1 (0.3%)	0	2 (0.6%)	0	78 (24.8%)	128
TOTAL	2 (8.3%)	1 (0.3%)	4 (16.6%)	3 (1.2%)	1 (4.1%)	6 (1.8%)	23 (95.7%)	253 (80.4%)	338

FIGURA 14. ALUMNOS CON LANG 0-1 Y LANG 2-3 CON FALLA BINOCULAR

EDAD	MADDOX		BAGOLINI		WORTH		GRADO FUS \geq 2		TOTAL ALUMNOS
	0-1	2-3	0-1	2-3	0-1	2-3	0-1	2-3	
3 A	1 (3.4%)	2 (0.6%)	3 (10.3%)	4 (1.2%)	0	1 (0.3%)	11 (37.9%)	27 (8.7%)	38
4 A	0	0	0	0	0	3 (0.9%)	3 (10.3%)	52 (16.8%)	58
5 A	0	0	0	0	1 (3.4%)	0	7 (24.1%)	98 (31.7%)	114
6 A	0	0	0	1 (0.3%)	0	2 (0.6%)	4 (13.7%)	74 (23.9%)	128
TOTAL	1 (3.4%)	2 (0.6%)	3 (10.3%)	5 (1.5%)	1 (3.4%)	6 (1.8%)	25 (86%)	251 (81.1%)	338

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Prieto-Díaz, J.: Sensorialidad. En: Prieto-Díaz, J.: Estrabismo. Barcelona, JIMS, 2ª ed. 1986. p. 3-22.
2. Ciencia, A.C.: Desarrollo de la binocularidad. En: Ciencia, A.C.: Ortóptica y Pleóptica. Argentina, Macchi, 3a ed. 1966. p. 35-38.
3. Jerry, N.: Desarrollo visual: agudeza y binocularidad. En: Keith, E.; Richard, L.: Optometría. Barcelona, Masson salvat, 2000. p. 176-177.
4. Marshall, M.: Binocular vision. The Light Stimulus And The Responses. En: Duane: Ophthalmology Clinical. 2000, Vol. 1. Cap. 5, CD-ROM.
5. Castiella, J.; Pastor, J.: Agudeza visual. En: Castiella, J.: La refracción en el niño. España, McGraw-Hill interamericana, 1998. p. 87-96.
6. Craig, A.: The Pediatric Eye Examination. En: Albert and Jacobiec: Principles and practice of ophthalmology. 2a ed. 2003. Cap. 307, CD-ROM.
7. Ronald, M.: Técnicas de investigación de las anomalías de la visión binocular. En: Keith, E.; Richard, L.: Optometría. Barcelona, Masson salvat, 2001. p. 269-270.
8. Marshall, M.: Binocular vision. Duality of binocular vision. En: Duane: Ophthalmology Clinical. 2000, Vol. 1. Cap. 5, CD-ROM.
9. Birch, S.D.; Everett, C.: Random stereoacuity following surgical correction of infantile esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1995; 32:231.
10. Marshall, M.: Monofixation Syndrome. En: Duane: Ophthalmology Clinical. 2000, Vol. 1. Cap. 14, CD-ROM.
11. Lawrence, T.: Visión Binocular. En: Adler: Fisiología del Ojo, Aplicación Clínica. España, Mosby / Doyma Libros, 10a ed. 1998. Cap. 24. p. 776-859.

12. Romero-Apis D.: Aspectos Básicos. En: Romero-Apis D.: Estrabismo. México, Auroch, 2000. p. 3-37.
13. Harris, J.M.: Independent neural mechanisms for bright and dark information in binocular stereopsis. *Nature*, 1995; 374:808.
14. Masson, G.S.: Vergence eye movements in response to binocular disparity without depth perception. *Nature*, 1997; 389:283.
15. Logothetis, N.K.: What is rivalling during binocular rivalry? *Nature*, 1996; 380:621.
16. Ing, E.: Monovision Therapy in patients with presbyopia and binocular diplopia. *Arch Ophthalmol*, 1997; 115:1086.
17. Van, E.: Motion Direction, speed and orientation in binocular matching. *Nature*, 2001; 410:690-694.

VII. ANEXOS CEDULA DE RECOLECCION DE DATOS

ALU	NOMBRE	EDAD	SEX	AVOD	AVOI	VIS	DIF>2	AEOD	AEOI	VIS/E	RX	MAD	BAG	WOR	FUS	BIN	TIT	LAN	EST	MOTILID
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				