

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ÓPTICA
Departamento de Óptica II (Optimetría y Visión)



**HABILIDADES VISUALES EN NIÑOS DE
EDUCACIÓN PRIMARIA CON PROBLEMAS DE
LECTURA E INFLUENCIA DE UN FILTRO
AMARILLO EN LA VISIÓN Y LA LECTURA.**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Catalina Palomo Álvarez

Bajo la dirección de la doctora

M^a Cinta Puell Marín

Madrid, 2010

- ISBN: 978-84-693-1101-1

TESIS DOCTORAL



HABILIDADES VISUALES EN NIÑOS Y NIÑAS DE EDUCACIÓN
PRIMARIA CON PROBLEMAS DE LECTURA E INFLUENCIA DE
UN FILTRO AMARILLO EN LA VISIÓN Y LA LECTURA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Escuela Universitaria de Óptica

Departamento de Óptica II (Optometría y Visión)

Memoria presentada para optar al grado de doctora por la Universidad
Complutense de Madrid

Catalina Palomo Álvarez

Madrid, 2009

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Escuela Universitaria de Óptica

Departamento de Óptica II (Optometría y Visión)



HABILIDADES VISUALES EN NIÑOS Y NIÑAS DE EDUCACIÓN
PRIMARIA CON PROBLEMAS DE LECTURA E INFLUENCIA DE
UN FILTRO AMARILLO EN LA VISIÓN Y LA LECTURA

CATALINA PALOMO ÁLVAREZ

Directora: Dra. M^a CINTA PUELL MARÍN

INFORME DE LA DIRECTORA DE LA TESIS

INFORME DE LA DIRECTORA DE LA TESIS

MARÍA CINTA PUELL MARÍN, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Óptica II de la Universidad Complutense de Madrid,

CERTIFICA:

Que CATALINA PALOMO ÁLVAREZ, Licenciada en Filosofía y Ciencias de la Educación, ha realizado bajo su dirección, en el Departamento de Óptica II (Optometría y Visión) de la Escuela Universitaria de Óptica de la Universidad Complutense de Madrid, la Tesis Doctoral titulada **“habilidades visuales en niños y niñas de educación primaria con problemas de lectura e influencia de un filtro amarillo en la visión y la lectura”** para optar al grado de Doctora por la Universidad Complutense de Madrid. Informa que el presente trabajo ha sido realizado sobre la base de hipótesis científicas, contiene una base experimental y unos resultados originales, y posee un formato académico pertinente.

En Madrid, a 11 de Mayo de 2009

Fdo. Dra. M^a Cinta Puell Marín

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

En primer lugar a mi directora de tesis la Dra. M^a Cinta Puell, por sus enseñanzas, dedicación y supervisión en mi formación como doctoranda, así como por su constante apoyo personal desde el planteamiento inicial de la tesis hasta la elaboración de esta memoria.

A Prats Optical S.A. por su inestimable colaboración al conceder dos proyectos de investigación para la realización de esta tesis y en especial a D. Antonio Jiménez.

A Visual Global por la donación de las monturas de gafas para los niños.

A D. Miguel Florido por permitirme utilizar con total disponibilidad la consulta optométrica donde se han realizado todas las medidas. Por su ayuda en el envío y recepción de gafas al laboratorio, ajuste y entrega de gafas a los niños y sobre todo por estar siempre que le necesité.

A los directores y profesores de los colegios El Prado, Chamberí, Blanca de Castilla, San Rafael Arcangel, Sagrado Corazón, Luyferivas, SEK Santa Isabel, Santo Angel de la Guarda, Virgen de Mirasierra, Las Tablas y Valdeluz por confiar en este proyecto y trabajar siempre pensando en lo mejor para sus alumnos.

A los niños y padres que han participado en este estudio ya que sin su colaboración no habría sido posible.

A todos mis compañeros de la Escuela Universitaria de Óptica y Optometría de la UCM, con especial mención a la Dra. Aurora Lasagabaster por realizar la caracterización del filtro amarillo.

A M^a Jesús Santurtún, Directora de la Biblioteca de la Escuela Universitaria de Óptica de la UCM y a todo su equipo, por su profesionalidad e inestimable ayuda.

A D. Ricardo García, por su colaboración en el tratamiento estadístico de los datos.

A Dña. Asenet Rey y D. Arturo Corroto por su ayuda en una fase inicial de las medidas.

A mis amigos/as que siempre me animaron a seguir adelante y estuvieron cuando les necesité.

Por último a mis padres y a mi hermana por su cariño, generosidad y estar cerca en todo momento. A ellos va dedicado este trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE

INFORME DE LA DIRECTORA DE LA TESIS

AGRADECIMIENTOS

<u>ÍNDICE</u>	i
I. <u>LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS</u>	ix
II. <u>LISTA DE FIGURAS</u>	xiii
III. <u>LISTA DE TABLAS</u>	xvii
<u>PRESENTACIÓN DE LA TESIS</u>	1
<u>JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO</u>	5
<u>INTRODUCCIÓN</u>	11
1. La lectura.....	13
2. Función visual y lectura.....	19
2.1 Visión binocular y lectura.....	21
2.2 Acomodación y lectura.....	23
2.3 Movimientos oculares y lectura.....	24
2.4 Habilidades de percepción visual y lectura.....	26
2.5 Síntomas y lecturas.....	29
3. Filtros coloreados.....	29
3.1 Los filtros en la función visual en niños con problemas de lectura.....	33
3.2 Los filtros en la lectura en niños con problemas de lecturas.....	36
<u>OBJETIVOS</u>	39

<u>SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODO</u>	43
1. Sujetos	45
2. Medidas clínicas	48
2.1 Visión binocular	50
2.1.1 Heteroforia horizontal	50
2.1.2 Rangos de vergencias fusionales horizontales	52
2.1.3. Relación AC/A	53
2.1.4 Estereoaquidez	53
2.1.5 Punto próximo de convergencia.....	54
2.2 Acomodación.....	55
2.2.1 Acomodación relativa	55
2.2.2 Amplitud de acomodación monocular	55
2.2.3 Flexibilidad acomodativa binocular.....	56
2.3 Movimientos oculares (DEM).....	57
2.4 Percepción visual	60
2.4.1 Constancia de la forma y memoria visual.....	61
2.4.2 Direccionalidad-frecuencia de inversión.....	62
2.5 Lectura.....	63
2.5.1 Lectura de palabras	64
2.5.2 Lectura de pseudopalabras.....	65
2.5.3 Velocidad de lectura de un texto (ppm).....	66
2.5.4 Comprensión lectora.....	67
2.6 Síntomas.....	70
3. Protocolo	70
3.1 Medida inicial.....	71
3.1.1 Fabricación y adaptación de las lentes oftálmicas.....	74
3.2 Medida a los tres meses.....	75
4. Filtro amarillo.....	76
5. Análisis estadístico	79

<u>RESULTADOS</u>	81
1. Resultados de la medida inicial	83
1.1 Sujetos	83
1.2 Visión binocular	86
1.2.1 Visión binocular de lejos	86
1.2.2 Visión binocular de cerca	87
1.3 Acomodación	89
1.4 Movimientos oculares (DEM)	91
1.5 Percepción visual	93
1.6 Lectura	94
1.7 Síntomas	97
1.8 Relación entre la función visual y la velocidad lectora (ppm)	99
1.8.1 Relación entre el tiempo DEM horizontal y la velocidad lectora (ppm)	99
1.8.2 Relación entre la amplitud de acomodación monocular y la velocidad lectora (ppm)	101
1.8.3 Relación entre la frecuencia de inversiones y la velocidad lectora (ppm)	102
1.8.4 Relación entre los síntomas y la velocidad lectora (ppm)	102
2. Resultados de la medida a los tres meses y efecto del tratamiento con filtro amarillo	104
2.1 Sujetos	104
2.2 Visión binocular	105
2.2.1 Visión binocular de lejos	105
2.2.2 Visión binocular de cerca	107
2.3 Acomodación	109
2.4 Movimientos oculares (DEM)	111
2.5 Percepción visual	116
2.6 Lectura	121
2.7 Síntomas	126

<u>DISCUSIÓN</u>	131
1. Función visual y lectura	133
1.1 Visión binocular	133
1.2 Acomodación	138
1.3 Movimientos oculares (DEM)	143
1.4 Percepción visual	146
1.5 Lectura	147
1.6 Síntomas	149
1.7 Relación entre la función visual y la velocidad lectora (ppm)	149
2. El filtro amarillo en la función visual y en la lectura	150
2.1 Visión binocular	151
2.2 Acomodación	152
2.3 Movimientos oculares (DEM)	153
2.4 Percepción visual	154
2.5 Lectura	154
2.6 Síntomas	156
<u>CONCLUSIONES</u>	159
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	165
<u>ANEXOS</u>	185
I. Consentimiento informado	187
II. Historia clínica	189
III. Cuestionario de síntomas	191
IV. Ficha de pruebas preliminares, función binocular y acomodativa	193
V. Ficha de pruebas de percepción visual	195
VI. Registro de movimientos oculares (DEM)	197
VII. Registro de pruebas de Constancia de la Forma y Memoria Visual	199
VIII. Frecuencia de inversiones	201

IX. Registro lectura PROLEC	203
X. Registro lectura PROLEC-SE.....	205
XI. Contribuciones científicas.....	207
XII. Proyectos de investigación	211

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AA	Amplitud de acomodación
AAM	Amplitud de acomodación monocular
AC/A	Cociente AC/A. Cambio en la convergencia acomodativa que ocurre al estimular o relajar la acomodación
ARN	Acomodación relativa negativa
ARP	Acomodación relativa positiva
AV	Agudeza visual
BE	Base externa
BI	Base interna
cd	Candela. Unidad de medida de la intensidad luminosa
CI	Cociente de inteligencia
CF	Constancia de la forma
cm	Centímetros
cpm	Ciclos por minuto
D	Dioptrias
DA	Dificultades de aprendizaje
DE	Desviación estándar
DEM	Test del desarrollo de los movimientos oculares – Developmental eye movement test
et al.	Y colaboradores
FAB	Flexibilidad acomodativa binocular
IA	Insuficiencia de acomodación
IC	Insuficiencia de convergencia
INECSE	Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo

M	Magno celular
m	Metros
min	Minutos
MV	Memoria visual
nm	Nanometros
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OD	Ojo derecho
OI	Ojo izquierdo
P	Parvo celular
PPC	Punto próximo de convergencia
ppm	Palabras por minuto
PROLEC	Prueba de evaluación de los procesos lectores en alumnos de educación primaria (Cuetos et al., 1998)
PROLEC-SE	Prueba de evaluación de los procesos lectores en alumnos de educación secundaria (Ramos y Cuetos, 1999)
r	Coefficiente de correlación de Pearson
s	Segundos
sec arc	Segundos de arco
SSS	Síndrome de sensibilidad escotópica
TVPS	Test of Visual Perceptual Skills
VFN	Vergencias fusionales negativas
VFP	Vergencias fusionales positivas
VL	Visión lejana
VP	Visión próxima
vs.	Versus (en comparación con)
Δ	Dioptrías prismáticas

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de alumnos de 15 años en los diferentes niveles de rendimiento en lectura. 2007 (Fuente: PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe español. MEC 2007).

Figura 2. Imágenes superpuestas

Figura 3. Mesa inclinada-atril para pruebas de lectura

Figura 4. Medida de la heteroforia con foróptero (método Von Graefe)

Figura 5. Test de cerca (Near-point card NC – 1), para evaluar heteroforia horizontal y vergencias fusionales de cerca.

Figura 6. Medida de las vergencias fusionales de lejos.

Figura 7.a) Medida de la estereopsis y b) test polarizado de Randot.

Figura 8. Medida del punto próximo de convergencia (PPC).

Figura 9. Test para evaluar las pruebas acomodativas de ARN, ARP y AAM (texto 20/30).

Figura 10. a) Lámina de Bernell Acuity Suppression Slide (VO/9) y b) Medida de la flexibilidad acomodativa binocular.

Figura 11. Test DEM

Figura 12. Test A, DEM vertical

Figura 13. Test C, DEM horizontal

Figura 14. Lámina 2 del test Constancia de Forma (TVPS)

Figura 15. Lámina 10 del test memoria visual (TVPS)

Figura 16. Subtest de reconocimiento del test de frecuencia de inversión de Gardner.

Figura 17. Lectura de palabras del test a) PROLEC y b) PROLEC-SE

Figura 18. Lectura de pseudopalabras del test a) PROLEC y b) PROLEC-SE

Figura 19. Texto velocidad lectora PROLEC.

Figura 20. Texto velocidad lectora PROLEC-SE.

Figura 21. Texto -2- comprensión lectora PROLEC.

Figura 22. Preguntas del texto -2- comprensión lectora PROLEC.

Figura 23. Texto -1- comprensión lectora PROLEC-SE.

Figura 24. a) Carta de AV VP decimal de números b) Retinoscopio, oftalmoscopio y reglas de retinoscopía.

Figura 25. Gafas con filtros amarillos 450.

Figura 26. Foróptero con los filtros amarillos 450.

Figura 27. Curva de transmitancia espectral del filtro 450 Prats Optical.

Figura 28. Relación entre el tiempo DEM Horizontal y la velocidad lectora (palabras por minuto) en niños con dificultades de lectura: a) en la muestra completa y b) tercero (línea media, ●), cuarto (línea superior, ○) y en quinto (línea inferior, ▼) curso.

Figura 29. Relación entre la amplitud de acomodación y la velocidad lectora (palabras por minuto) en la muestra total de niños con dificultades de lectura.

Figura 30. Relación entre la frecuencia de inversión y la velocidad lectora (palabras por minuto) en la muestra total de niños con dificultades de lectura.

Figura 31. Relación entre los síntomas y la velocidad lectora (palabras por minuto) en la muestra total de niños con dificultades de lectura.

Figura 32. Resultados del DEM Vertical obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

Figura 33. Resultados del DEM Horizontal obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

Figura 34. Resultados del DEM Ratio H/V obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

LISTA DE TABLAS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de niños incluidos y excluidos de cada colegio de Madrid que participaron en el estudio.

Tabla 2. Pruebas estudiadas que se agrupan en función de la distancia de ejecución y si se realizaron con o sin foróptero.

Tabla 3. Distribución de niños/as según curso, sexo y grupo estudio o control en la primera medida.

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de las respuestas a las cuestiones de la historia del caso de los niños con problemas de lectura. Unidades, frecuencia y porcentaje.

Tabla 5. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos, para cada curso escolar y grupo total en el grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control (lectores normales). BI (Base Interna); BE (Base Externa). Las unidades de todas las medidas son dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia mientras que los números negativos indican exoforia.

Tabla 6. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de cerca y los rangos de vergencias fusionales horizontales de cerca, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC), para cada curso escolar y grupo total en el grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control (lectores normales). BI (Base Interna); BE (Base Externa). Unidades: estereoagudeza, segundos de arco; PPC, centímetros; el resto de unidades, dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia, y los números negativos indican exoforia.

Tabla 7. Media y desviación estándar de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM ojo derecho e izquierdo) expresadas en dioptrías (D) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB), expresada en ciclos por minuto (cpm), para cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control.

Tabla 8. Media y desviación estándar de los tiempos del test DEM (segundos) y percentil en cada curso escolar de los niños con problemas de lectura (grupo estudio) comparado con los datos normativos proporcionados por el autor del test (Garzia et al. 1990).

Tabla 9. Tipo de respuesta clínica del test DEM mostrada por los niños de cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura). Los valores se expresaron como número de sujetos y porcentaje por curso escolar.

Tabla 10. Media y desviación estándar de respuestas correctas en constancia de forma y memoria visual, errores en frecuencia de inversión y percentil medio equivalente para cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura).

Tabla 11. Media y desviación estándar de las pruebas de lectura para cada curso escolar en el grupo estudio (niños/as con problemas de lectura) y los valores normativos correspondientes. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras son el nº de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Tabla 12. Media y desviación estándar de los síntomas totales obtenidos en cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura).

Tabla 13. Media y desviación estándar obtenida para cada síntoma en la muestra total de sujetos con problemas de lectura.

Tabla 14. Distribución de los niños con problemas de lectura (grupo estudio) en función del curso, sexo y asignación a grupo con o sin tratamiento.

Tabla 15. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. BI (Base Interna); BE (Base Externa). Las unidades de todas las medidas son dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia mientras que los números negativos indican exoforia.

Tabla 16. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de cerca y los rangos de vergencias fusionales horizontales de cerca, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC) de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo

en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. BI (Base Interna); BE (Base Externa). Unidades: estereoagudeza, segundos de arco; PPC, centímetros; el resto de unidades, dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia, y los números negativos indican exoforia.

Tabla 17. Media y desviación estándar de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM ojo derecho e izquierdo) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. Unidades: D (dioptrías); cpm (ciclos por minuto).

Tabla 18. Media y desviación estándar de los valores directos del DEM Vertical, DEM Horizontal y Ratio H/V de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. Unidades de DEM Vertical y DEM Horizontal, tiempo en segundos.

Tabla 19. Media y desviación estándar de DEM vertical de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de DEM Vertical, tiempo en segundos.

Tabla 20. Media y desviación estándar de DEM horizontal de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de DEM Horizontal, tiempo en segundos.

Tabla 21. Media y desviación estándar de DEM ratio H/V de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4).

Tabla 22. Media y desviación estándar de los valores directos en la muestra total de sujetos de: Constancia de Forma, Memoria visual y Frecuencia de Inversiones en la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el

filtro amarillo y grupo estudio sin tratamiento. Unidades de constancia de forma y memoria visual, respuestas acertadas; unidades de frecuencia de inversiones, errores de inversión.

Tabla 23. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la constancia de la forma en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de constancia de forma.

Tabla 24. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la Memoria Visual en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de memoria visual, respuestas acertadas.

Tabla 25. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la frecuencia de inversión en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de frecuencia de inversion, errores de inversión.

Tabla 26. Media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento de los cursos de tercero y cuarto. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras, nº de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, leer pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Tabla 27. Media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC-SE en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento de los cursos de quinto y sexto. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras, nº de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, leer pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Tabla 28. Media y desviación estándar de cada síntoma en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 29. Valor medio obtenido en la estereogudeza comparado con los valores de otros estudios. Unidades: estereogudeza, segundos de arco.

Tabla 30. Media y desviación estándar de los valores del punto próximo de convergencia (PPC) obtenidas en este estudio (87 niños con problemas de lectura y 32 niños lectores normales) comparada con otros estudios realizados en niños (sin clasificar por nivel lector). Unidades: PPC, centímetros.

Tabla 31. Media de la amplitud de acomodación monocular (AAM) para el ojo derecho (OD) y ojo izquierdo (OI) en nuestro estudio (niños con problemas de lectura y grupo control) comparado con otros estudios. Unidades de la AAM en dioptrías (D).

Tabla 32. Media de la flexibilidad acomodativa binocular (FAB) en nuestro estudio (niños con problemas de lectura y grupo control) comparado con otros estudios. Unidades de la FAB en ciclos por minuto. D (dioptrías).

PRESENTACIÓN DE LA TESIS

PRESENTACIÓN DE LA TESIS

El presente trabajo consta de 9 capítulos que paso a detallar:

En el primer capítulo se expone de forma breve la **justificación del estudio**. A continuación en la **introducción** se revisa la fundamentación teórica de la investigación. Se comentan los procesos que intervienen en la tarea de la lectura, su importancia en el rendimiento académico del niño/a y las variables básicas de análisis de la misma. Seguidamente se describe como es la función binocular, acomodativa, motilidad ocular, habilidades de percepción visual, síntomas en niños y la relación de estas habilidades visuales con la lectura. Por último se hace una revisión sobre los filtros coloreados en la función visual y en las habilidades lectoras en niños y niñas con problemas de lectura.

En el siguiente apartado se establecen los **objetivos** de este estudio. En el capítulo dedicado a **sujetos, material y método** se describen: los sujetos del grupo estudio, niños y niñas de primaria con problemas de lectura y los niños del grupo control, niños sin problemas de lectura; la metodología seguida en las medidas clínicas de la visión binocular, acomodación, motilidad ocular, percepción visual, lectura y síntomas; el protocolo seguido en la medida inicial en el grupo estudio y grupo control, y el protocolo de la medida realizada a los tres meses en los niños del grupo estudio, donde se evaluó la eficacia de un filtro amarillo; las características técnicas del filtro amarillo utilizado y el tratamiento estadístico de los datos.

En el capítulo siguiente se presentan los **resultados** obtenidos en la medida inicial y en la medida realizada a los tres meses y el efecto del filtro amarillo. A continuación se **discuten** los resultados obtenidos en el estudio presente con los resultados publicados por otros autores en relación con los objetivos de la presente investigación, siguiendo el mismo orden descrito en los capítulos anteriores. Posteriormente se incluyen las **conclusiones** de la presente tesis y la **bibliografía** consultada para el planteamiento, desarrollo y discusión de la tesis.

Para terminar se incluyen una serie de **anexos**. El primero muestra el consentimiento informado que tuvieron que firmar los padres; los dos siguientes incluyen la historia clínica y el cuestionario de síntomas. Los siete siguientes muestran las fichas de recogida de los datos en la investigación. Los dos últimos anexos recogen

las contribuciones científicas y los proyectos de investigación relacionados con el desarrollo de la tesis doctoral.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El aprendizaje de la lectura y posteriormente un buen rendimiento en la lectura, puede condicionar el futuro académico y profesional del alumno/a, entendiendo rendimiento como precisión, velocidad y comprensión lectora. En el aprendizaje la lectura está relacionada con la adquisición de información como parte de una tarea de aprendizaje más amplia y se considera una herramienta básica para la adquisición de otros conocimientos. El informe PISA del año 2006 sitúa al 26 % de los alumnos españoles en los niveles de más baja competencia en la lectura (INECSE 2007).

En el aprendizaje y más concretamente en la lectura, la visión se considera el sistema sensorial más relevante en los videntes. Ritty et al. (Ritty et al. 1993) determinaron que la agudeza visual, habilidades de acomodación, convergencia y motilidad ocular constituyen las demandas fisiológicas principales para las tareas en el colegio. Varios estudios indican que los niños y niñas con problemas de lectura y aprendizaje muestran una incidencia más alta de hipermetropía (Eames 1955; Fulk and Goss 2001; Grisham and Simons 1986; Rosner and Rosner 1997) y desórdenes de la visión binocular no estrábicos que los lectores normales (Grisham and Simons 1986; Latvala et al. 1994; Simons and Grisham 1987). También se ha mostrado una correlación significativa entre problemas de lectura y baja amplitud de acomodación (Evans 1998; Evans et al. 1999) y flexibilidad acomodativa (Hennessey et al. 1984; Hoffman 1980; Kulp and Schmidt 1996b). Otros autores han argumentado que el control de los movimientos oculares y mantener una fijación estable de forma prolongada en la tarjeta es un factor importante directamente relacionado con la lectura y otras actividades escolares (Bucci et al. 2008; Eden et al. 1994; Garzia et al. 1990; Kulp and Schmidt 1997; Pavlidis 1981a; Poynter et al. 1982; Stein and Fowler 1993). Larter et al. (Larter et al. 2004) encontraron que el test DEM Horizontal diferenciaba claramente los niños con riesgo de tener problemas con la lectura, y Northway (Northway 2003) observó en niños con dislexia, que aquellos que puntuaban más bajo en el test de velocidad lectora empleaban más tiempo en realizar el test DEM Horizontal. También, otros autores encuentran relación entre diversas habilidades de percepción visual y la lectura en niños de primaria (Kavale 1982; Solan and Ficarra 1990; Solan and Ciner 1989). Kulp et al., (Kulp et al. 2002) muestran que habilidades de memoria visual bajas predicen de forma significativa un nivel de decodificación en

ejecución lectora por debajo de la media. Por el contrario, otras investigaciones han mostrado que no existe una relación significativa entre la función visual (visión binocular, acomodación y motilidad ocular) y el rendimiento académico (Helveston *et al.*, 1985, Blika, 1982, Kiely *et al.*, 2001, Kedzia *et al.*, 1999, Latvala *et al.*, 1994). Vellutino *et al.* (Vellutino *et al.* 1975) concluyeron que las deficiencias en la memoria visual no parecían una causa probable de los problemas de lectura.

Se ha propuesto que el uso de filtros cromáticos modifica la respuesta del sistema magnocelular y su uso podría tener un efecto favorable sobre la lectura (Lovegrove *et al.* 1986; Stein and Walsh 1997; Stein *et al.* 2000b; Williams *et al.* 1992). La eficacia del filtro amarillo en la mejora de la sintomatología y en la habilidad lectora, esta apoyada sobre la teoría de que numerosos sujetos con problemas de lectura presentan un déficit en el sistema de procesamiento magno. El filtro amarillo elimina las radiaciones de longitud de onda corta o luz azul y se supone que mejora el rendimiento del sistema magnocelular reduciendo el input inhibitorio de los conos-S sobre la función de este sistema y normalizando la fase relativa de inputs de los conos-L y los conos-M (Lovegrove *et al.* 1986; Williams and Lovegrove 1992). Se ha encontrado que la normalización del sistema magnocelular mejora el rendimiento lector (Ray *et al.* 2005; Stein 2003) y aquellas habilidades visuales que parecen estar mediadas por este sistema (Erkelens 2001). A su vez, el filtro amarillo produce una disminución de la aberración cromática (Sivak and Bobier 1978), de la difusión de luz y del error de foco. Todo lo anterior sugiere que el filtro amarillo podría contribuir a mejorar la función visual y las habilidades lectoras en niños con problemas de lectura.

Sin embargo, no hay suficientes estudios que hayan caracterizado objetivamente la función visual en niños/as con problemas de lectura o identificado qué aspectos han mejorado por el uso de lentes coloreadas (Simmers *et al.* 2001). Otros estudios no han encontrado evidencias del déficit magnocelular en niños con problemas de lectura (Skottun 2000; Wilkins *et al.* 2005; Williams *et al.* 2003) y se cuestionan los mecanismos por los que este déficit sea la causa de dichos problemas (Skottun and Parke 1999; Skoyles and Skottun 2004). Otros autores ponen en duda la eficacia de los filtros coloreados en la lectura y ponen de manifiesto la necesidad de estudiar la eficacia de un filtro de color único y específico (Iovino *et al.* 1998; Menacker *et al.* 1993; Simmers *et al.* 2001). Además, en algunos estudios la aplicación de los filtros se hace con láminas o acetatos coloreados y en otros con lentes oftálmicas lo que dificulta la comparación de

resultados. Por otra parte, una debilidad de algunos estudios ha sido la falta de medidas pre y pos-tratamiento de las habilidades evaluadas, la falta de grupo control y la falta de corrección óptica apropiada. Así, el tratamiento con filtros coloreados para mejorar la función visual y la lectura sigue siendo una fuente de controversia.

La mayoría de los estudios sobre la función visual y la lectura se han realizado en niños sin definir su nivel lector o en niños con dislexia, pero la literatura científica carece de datos procedentes de población no clínica de niños con problemas de lectura y sin dislexia. El presente estudio se planteó evaluar las habilidades visuales y lectoras en niños y niñas de educación primaria con problemas de lectura y sin dislexia, y analizar la influencia de un filtro amarillo en la visión y la lectura. Los niños y niñas del presente estudio, con un nivel cognitivo dentro de la normalidad, fueron reclutados de colegios donde cursaban los cursos de tercero a sexto, ya que a esa edad se considera que ya se ha adquirido una habilidad lectora óptima. La evaluación de la función visual y de la lectura se realizó de forma controlada e individualizada en una consulta pre y pos-tratamiento con un filtro único de color amarillo, que se prescribió para su uso durante tres meses en una lente con antirreflejante en gafa y con la mejor corrección óptica del niño/a. Los resultados de este estudio podrían ayudar al optometrista a diseñar la estrategia más adecuada para el examen de niños y niñas de primaria con problemas de lectura y decidir sobre el tratamiento con filtros o terapia visual.

INTRODUCCIÓN

1. LA LECTURA

La primera acepción del Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española 2001) define leer como la acción de “pasar la vista por lo escrito o impreso comprendiendo la significación de los caracteres empleados”.

Fernández, Llopis y Pablo (Fernández Baroja et al. 1993a) en su obra más difundida sobre problemas de trastornos del aprendizaje de la lectura en nuestro país, definen la lectura como “un proceso que, en lo esencial, puede reducirse a una mera traducción de signos gráficos en sus correspondencias sonoras, a la que añadirían los procesos lingüísticos y de pensamiento propios del lenguaje oral, del que la lectura sólo se diferenciaría por su naturaleza gráfica. Siendo así, el aprendizaje de la lectura no tendría otra diferencia con el aprendizaje del lenguaje oral que el carácter visual inherente a los signos gráficos que vehiculan los sonidos”. Leer es desentrañar unos signos gráficos y abstraer de ellos un pensamiento. Supone una percepción de signos gráficos dispuestos ordenadamente en la dirección izquierda / derecha, su identificación con los sonidos correspondientes, abstracción del significado de estos signos y asociación con el lenguaje hablado (Fernández Baroja et al. 1993b).

Para la Psicolingüística Cognitiva, la lectura es una actividad compleja que desemboca en la construcción de una representación mental del significado del texto, es decir, que no puede reducirse a la simple percepción de unos grafismos, ya que lo esencial en ella es la transformación de ciertos símbolos lingüísticos en significados, a través de un recorrido que va del lenguaje al pensamiento (García Madruga and Luque 1993).

La lectura es una tarea difícil comparada con el lenguaje hablado, ya que hablamos mediante sílabas, mientras que la lectura demanda la habilidad para traducir los símbolos visuales en fonemas, los cuales no están separados naturalmente en la pronunciación. Como la lectura requiere la traducción de símbolos en los fonemas que lo representan, se asocian los problemas de lectura con procesos fonológicos deficientes. Por lo tanto, la mayoría de estudiosos en el tema, creen que habilidades fonológicas débiles, generan dificultades en la lectura (Snowling 2000). Sin embargo, hay una gran variabilidad entre diferentes idiomas; los diferentes sistemas alfabéticos presentan correspondencias diferentes grafema-fonema; así,

algunas investigaciones manifiestan que en el idioma español son menos manifiestos los problemas puramente fonológicos ya que en este idioma se considera una “ortografía transparente” o escritura alfabética (Lopez Escribano 2007). En esta tarea compleja, que es la lectura, intervienen muchos procesos: procesos perceptivos, procesamiento léxico, sintáctico y semántico.

Reconocer una palabra significa descifrar el significado que ese grupo de letras representan. En los sistemas de escritura alfabética el acceso al léxico en tareas de lectura se puede llevar a cabo mediante dos estrategias de decodificación diferentes. Una es la ruta léxica o vía directa, que parte del análisis perceptivo global (gestáltico) de la palabra escrita para reconocerla en ese almacén de memoria a largo plazo que se denomina léxico visual y, desde ahí, acceder al significado de la palabra en el sistema semántico. La otra ruta llamada fonológica o vía indirecta parte del análisis de las letras para, una vez reconocidas en el correspondiente almacén de grafemas, asignarles un valor fonético, reconstruir la forma hablada de la palabra, analizarla auditivamente y acceder a su significado tras reconocerla en el léxico auditivo (García Vidal and González Manjón 2000). Ambas vías son complementarias y usadas en distinta medida durante la lectura.

Durante el aprendizaje de la lectura, los niños van pasando por una serie de etapas consecutivas destinadas a desarrollar las dos vías mencionadas de reconocimiento de palabras. Hay diferencias en el uso de las rutas de reconocimiento de palabras en función de una serie de factores: la edad de los niños, si son buenos o malos lectores, el método de enseñanza de la lectura utilizado y el tipo de lectura. Estos determinan, en buena medida, la elección de la ruta elegida, ya que en general, los niños que se encuentran en los primeros estadios de la lectura utilizan principalmente la ruta fonológica mientras que los niños de edades más avanzadas poseen un buen número de representaciones internas de las palabras y utilizan más la ruta visual (Domínguez and Cuetos 1992; Valle 1989). Los buenos lectores tendrán un mayor número de representaciones ortográficas de las palabras y pueden hacer un mayor uso de la ruta léxica mientras que los malos lectores, por esta carencia de representaciones, tendrán que utilizar más la ruta fonológica. Si la lectura es en voz alta también tienden a utilizar la ruta fonológica, ya que tiene que recuperar las formas fonológicas, en cambio si la lectura es comprensiva y silenciosa utilizan la ruta visual.

El aprendizaje de la lectura y posteriormente un buen rendimiento en la lectura, puede condicionar el futuro académico y profesional del alumno, entendiendo rendimiento como precisión, velocidad y comprensión lectora. De ahí el gran interés de todos los profesionales implicados en responsabilidades educativas por investigar las variables que influyen en el proceso lector y de qué manera ayudar a que se complete satisfactoriamente.

El DSM-IV-TR (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) proporciona las siguientes pautas para definir el trastorno de la lectura (American Psychiatric Association, 2000) (López-Ibor Aliño and Valdés Miyar 2002). El aspecto esencial del trastorno de la lectura es una disminución del rendimiento lector del niño con respecto a lo esperado por la edad cronológica, inteligencia estimada y educación apropiada para la edad del individuo. Entendemos por rendimiento lector la precisión, velocidad y comprensión del texto leído, medido a través de pruebas estandarizadas de aplicación individual. La alteración en la lectura influye de manera significativa en el rendimiento académico o en las actividades cotidianas que requieren actividades de lectura.

Desde el punto de vista médico la dificultad en el aprendizaje de la lectura y su progreso se ha definido como dislexia. Esta puede darse desde el nacimiento (dislexia del desarrollo) o puede aparecer como consecuencia de algún traumatismo cerebral o algún proceso neurodegenerativo (dislexia adquirida). Según la Asociación Británica de la Dislexia (BDA), la dislexia es una combinación de dificultades que afectan al proceso de aprendizaje de la lectura, deletreo y escritura, sin que existan deficiencias intelectuales ni falta de oportunidades educativas. Puede acompañarse de debilidad en la rapidez de procesamiento, memoria a corto plazo, organización, secuenciación, lenguaje hablado y habilidades motoras (Allen et al. 2009).

La incidencia de la dislexia en la población varía según el criterio utilizado entre un 5 y un 10 % (Habib 2000) o entre un 10 y un 15 % (Vellutino et al. 2004). El término de dislexia es utilizado con frecuencia indiscriminadamente en niños con dificultades específicas o no específicas de aprendizaje (Evans 2004). Actualmente un alto porcentaje de escolares tienen dificultades con la lectura. Para estos niños que tienen dificultades en el aprendizaje del lenguaje escrito o que no tienen la evolución esperada en función del curso y oportunidad educativa, pero que no pueden ser clasificados como niños con dislexia se suele utilizar el término “**niños con problemas de lectura**” o “**malos lectores**” (del inglés “poor readers”).

El Informe PISA (Programme for International Student Assessment) estudia de forma individualizada la lectura (Gil Escudero et al. 2001). No considera la lectura como una medida absoluta de «todo o nada», sino que se clasifica a los alumnos en diferentes niveles de competencia según la dificultad del ejercicio de lectura que puedan completar. Dichas puntuaciones se han organizado en 6 niveles de rendimiento, que se numeran del 1 al 5, y a los que se añade un nivel menor que 1, correspondiente a un nivel de competencia tan escaso que PISA no es capaz de describirlo adecuadamente. Para el análisis y descripción de este indicador se consideran los niveles <1 y 1 como bajos, el 2 y 3 como medios y el 4 y 5 como niveles altos. Los alumnos que están en el nivel 1 corren el peligro de no adquirir destrezas esenciales para la vida, porque carecen de la base de destrezas lectoras necesarias para seguir aprendiendo y ampliar el horizonte de sus conocimientos. El nivel 2 significa realizar ejercicios básicos de lectura, tales como localizar la información directa, extraer diversos tipos de conclusiones de nivel bajo, comprender el significado de una parte bien definida de un texto y utilizar cierto conocimiento externo para la comprensión del texto.

En el informe del año 2006 se encuentra que en los niveles más altos de competencia lectora, 4 y 5, se sitúa el 14,4% de los alumnos españoles, frente a un 29,3% de promedio para los países miembros de la OCDE (INECSE 2007). Por tanto España tiene la mitad de los alumnos que la OCDE situados en este nivel. En los niveles <1 y 1, los de más baja competencia, se sitúa el 25,7 % de los alumnos españoles frente al 20,1% de los países de la OCDE. El 59,9% de los alumnos españoles se concentra en los dos niveles intermedios, 2 y 3, porcentaje más elevado que el del promedio de la OCDE que se sitúa en el 50,5% (figura 1).

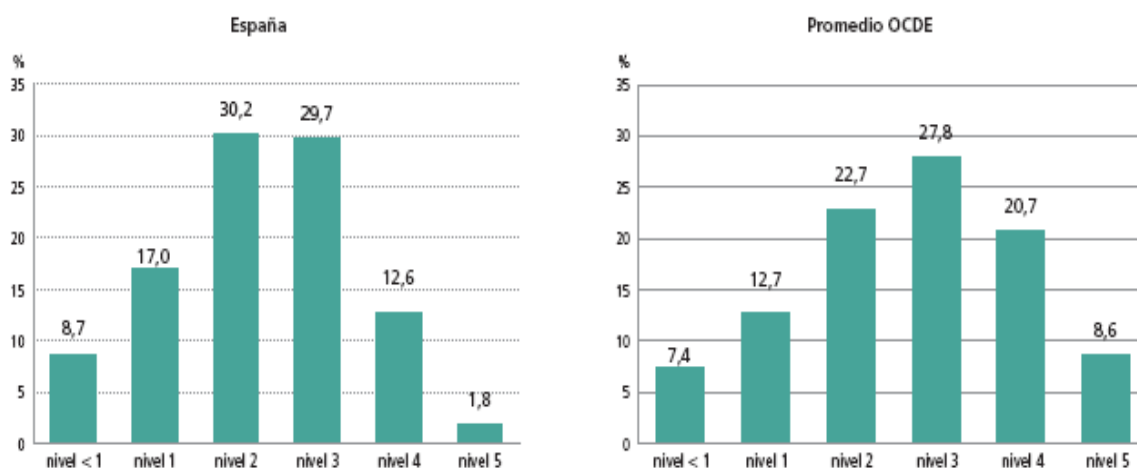


Figura 1. Porcentaje de alumnos de 15 años en los diferentes niveles de rendimiento en lectura. 2007 (Fuente: PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe español. MEC 2007).

En el aprendizaje, la lectura está relacionada con la adquisición de información como parte de una tarea de aprendizaje más amplia, se considera una herramienta básica para la adquisición de otros conocimientos. “La capacidad lectora depende de la habilidad para decodificar el texto, interpretar el significado de las palabras y estructuras gramaticales, así como construir el significado, por lo menos en un nivel superficial. Sin embargo, la formación lectora también exige la habilidad para leer entre líneas y reflexionar sobre los propósitos y audiencias a que se dirigen los textos; para reconocer los mecanismos utilizados por los escritores para transmitir mensajes e influir a los lectores, y la habilidad para interpretar el significado a partir de las estructuras y rasgos de los textos” (Gil Escudero et al. 2001). Las definiciones modernas reconocen también que la lectura juega un papel crucial en el acceso a la participación en una amplia diversidad de contextos sociales.

Para obtener información de forma efectiva, los lectores deben: revisar, buscar, localizar y seleccionar la información relevante. Los lectores deben aprender a relacionar lo que están leyendo con su propia experiencia personal para integrar nuevas ideas con lo que ya conocen. Los lectores deben también aprender a comprobar la validez de lo que leen al compararlo con información de otras fuentes, así como a juzgar la lógica y la consistencia interna de las ideas y de la información presentada (Applebee et al. 1987).

En 1987 el Comité de Desórdenes de Aprendizaje (Interagency Committee on Learning Disabilities NIH), puso al día la primera definición formal de desórdenes de aprendizaje que data de 1967 (National Advisory Committee on Handicapped Children) y en la que se recogen los avances que surgieron de las investigaciones en esas dos décadas. “Problemas de aprendizaje es un término genérico que se refiere a un grupo heterogéneo de desórdenes manifestados por dificultades importantes en la adquisición y el uso de escuchar, hablar, leer, escribir, razonar o habilidades matemáticas. Estos desórdenes son intrínsecos a la persona y se presume son debidos a disfunciones en el Sistema Nervioso Central (SNC)”.

Probablemente el aspecto de las dificultades de aprendizaje de la lectura que más investigaciones ha suscitado a lo largo de la historia de esta disciplina ha sido con diferencia, el relativo a las dificultades en la decodificación de palabras, especialmente en el caso de sujetos que presentan esas dificultades en ausencia de cualquier otra anomalía. Otro problema importante, una vez que el sujeto llega a dominar la lectura de palabras, es la falta de una comprensión mínimamente funcional.

Las dificultades de aprendizaje (DA) de la lectura atendiendo a la complejidad de los procesos cognitivos subyacentes se clasifican en:

a) Dificultades en los procesos de acceso al léxico (procesos de bajo nivel): se trataría de cualquier dificultad relacionada con la decodificación de palabras escritas, ya sea empleando la vía léxica o directa, ya la vía fonológica o ambas, de modo que lo que se observaría serían problemas como la incapacidad de leer palabras, decodificaciones erróneas, una velocidad lectora baja, problemas en la fluidez de la decodificación, etc.

b) Dificultades en la comprensión de textos (procesos de nivel superior): parece que cuando un lector tiene problemas para decodificar las palabras puede manifestar problemas de comprensión. Pero también existen lectores que decodifican con relativa eficacia pero, que no logran comprender oraciones complejas ni textos.

Las variables básicas de análisis en la lectura para conocer las destrezas del sujeto son:

Exactitud lectora: indica la destreza del lector para decodificar correctamente la palabra escrita, es decir, para reproducir oralmente la palabra escrita con independencia de que se acceda o no a su significado.

Velocidad lectora: indica la tasa de palabras que el lector decodifica por unidad de tiempo (expresada en palabras por minuto). Habitualmente se evalúa en tareas de lectura oral.

Comprensión lectora: esta constituye una capacidad enormemente compleja que requiere de operaciones cognitivas del más alto nivel. Puede separarse en comprensión del significado de las palabras, frases, párrafos y textos, incluyendo aquí habilidades como la realización de inferencias de diversa naturaleza, la de sintetizar las ideas principales, relacionar ideas principales y secundarias, etc.

En los últimos años, se ha ido confirmando la hipótesis de que la rapidez en la lectura está en gran medida controlada por procesos superiores ligados a la comprensión. Hoy en día, parece indiscutible que la velocidad lectora puede incrementarse en la medida en que el lector amplía un vocabulario visual que le permite el acceso directo al significado. Sólo cuando encuentra palabras poco familiares o cuando se produce una disonancia en la interpretación del texto, el lector recurre a una estrategia decodificadora y al repaso o revisión de lo leído.

2. FUNCIÓN VISUAL Y LECTURA

En el aprendizaje y más concretamente en la lectura, la visión se considera el sistema sensorial más relevante en los videntes, ya que a través de la visión llega aproximadamente el 80% de la información que se nos presenta. En base a este hecho se explica que el papel de las anomalías de la visión en los problemas de lectura siga siendo un gran centro de interés para Optometristas y Educadores y de que existan gran número de estudios dirigidos a establecer una relación empírica entre anomalías de la visión, habilidades lectoras y sus posibles métodos de tratamiento.

La evaluación de la eficiencia visual de un paciente permite determinar si la visión de una persona es clara, eficaz y confortable cuando realiza las tareas diarias en el colegio, en el trabajo o en tiempo de ocio. Ritty et al. (Ritty et al. 1993) determinaron que la agudeza visual (AV), habilidades de acomodación, convergencia y oculomotoras constituyen las demandas fisiológicas primarias e inmediatas localizadas en el sistema visual para las tareas en clase. El 75% del tiempo relacionado con las tareas académicas en el aula se emplean en la lectura y

escritura, tareas en visión próxima, así como tareas que requieren alternar visión próxima y lejana.

La influencia de las anomalías visuales en niños con problemas de lectura sigue manteniendo un gran interés para optometristas y educadores. La mayoría de los estudios que analizan la relación entre la función visual y la lectura han examinado niños/as con dislexia o niños sin definir su nivel lector. Sin embargo, no se encuentran investigaciones que proporcionen valores de la función visual en niños/as de educación primaria con dificultades de lectura y sin dislexia. En un estudio reciente (Grisham et al. 2007), en niños con dificultades en la lectura que cursaban bachillerato se encontró un mayor riesgo de disfunción de habilidades visuales. Un 80 % presentaba alguna disfunción y cerca de la mitad de la muestra (n=461) presentaban deficiencias en más de un área examinada.

En cuanto al error refractivo, Young (Young 1963) demostró que el rendimiento lector es superior en miopes comparado con emétopes e hipermétropes controlando el cociente de inteligencia (CI). Los estudios sugieren que existe una relación entre la miopía y el progreso en la lectura, aunque los mecanismos necesitan aclararse, se cree que el ojo miope sufre menos estrés de acomodación y mejora la atención por predominar su visión central.

La hipermetropía es el error refractivo que se cita con más frecuencia asociado a problemas de lectura. Aunque cantidades pequeñas de hipermetropía raramente originan visión borrosa de lejos o de cerca en los escolares, es posible que la demanda extra de acomodación pudiera originar consecuencias adversas relacionadas con la lectura. Los estudios más conocidos que apoyan la relación entre hipermetropía y bajo rendimiento lector, entre niños de 3^{er} y 4^o grado, son los de Eames (Eames 1955), a pesar de que todos los estudios de Eames adolecen de algunos problemas metodológicos. Varios estudios indican que los niños con problemas de lectura y aprendizaje muestran una incidencia más alta de hipermetropía que de miopía o astigmatismo en escolares (Eames 1955; Fulk and Goss 2001; Grisham and Simons 1986; Rosner and Rosner 1987, 1997). Fulk y Goss (Fulk and Goss 2001) encontraron menor rendimiento académico entre los hipermétropes y se plantearon si el rendimiento académico podría mejorar si los niños hipermétropes llevasen la corrección óptica.

Algunos de los estudios sobre la relación entre error refractivo y eficacia lectora sugiere que la corrección óptica da como resultado una mejora en la lectura (Grisham and Simons 1986; Rosner 1991). Los niños hipermétropes corregidos consiguieron ganancias sustanciales en la lectura comparado con el grupo control de similar error refractivo y los miopes no corregidos mejoraron más que los miopes corregidos (Farris 1936).

2.1. VISIÓN BINOCULAR Y LECTURA

El trabajo escolar de los niños implica dedicar la mayor parte del tiempo a tareas en visión próxima, así como otras que requieren alternar visión próxima y lejana. Por lo tanto, se necesita un amplio rango de vergencias fusionales, función acomodación-convergencia eficaz, amplitud de convergencia y estereoagudeza adecuada. Birnbaun y Birnbaum (Birnbaum and Birnbaum 1968) observaron que niños de segundo y cuarto curso de primaria con problemas de lectura leían más rápido y con menos errores cuando la lectura se realizaba de forma monocular que cuando lo hacían de forma binocular. Este efecto fue mayor cuando se trataba de niños con deficiencias de la visión binocular.

Varios estudios indican que los niños con problemas de lectura y aprendizaje muestran una incidencia más alta de desórdenes de la visión binocular no estrábicos que los lectores normales (Grisham and Simons 1986; Latvala et al. 1994; Simons and Grisham 1987). Estas anomalías incluyen: exoforia en cerca, foria vertical, vergencias fusionales disminuidas, aniseiconia, anisometropía, disparidad de fijación e insuficiencia de convergencia. Por otra parte, otras investigaciones han mostrado que no existe relación estadística entre la función binocular y el rendimiento académico (Helveston et al., 1985, Blika, 1982, Kiely et al., 2001). La asociación entre el nivel de habilidad visual y resultados de lectura es una fuente de controversia debido en parte a una carencia de rigor científico que apoye las evidencias.

Algunos estudios han comparado las habilidades binoculares en niños con dislexia en edad escolar con otros de un grupo control. Evans et al. (Evans et al. 1994) comparó 43 niños control con 39 niños con dislexia y encontró que los niños con dislexia tenían reservas de vergencia fusional positiva y negativa inferiores, e inestabilidad en la vergencia cuando los ojos estaban disociados en cerca. En un estudio reciente, se muestra que la coordinación

binocular durante y después del movimiento sacádico es pobre en niños con dislexia comparada con niños no disléxicos de igual edad (Bucci et al., 2008). Latvala et al. (Latvala et al. 1994) notó que la insuficiencia de convergencia era el denominador más destacado en pacientes con dislexia. Otro estudio detectó un déficit de divergencia “per se” independiente de la relajación de la convergencia y la acomodación en niños con dislexia (Kapoula et al. 2007). Estos autores sugirieron que la fragilidad de control de vergencias también se asociaba con los síntomas de fatiga visual y pérdida de atención e interés. Sin embargo, los problemas de vergencias o estrabismo no fueron más prevalentes en niños con dislexia que en el grupo control de igual edad (Ygge et al. 1993). La mayor parte de estos estudios fallaron en indicar si sus resultados de las habilidades binoculares estaban afectados por la agudeza visual y el error de refracción. Stein et al. (Stein 2003; Stein et al. 2000a) sugieren que el déficit en la vía magnocelular (M) encontrado en niños con dislexia puede causar la inestabilidad binocular y déficit en el control de vergencias. Esto se puede evitar o resolver mediante la oclusión monocular (ojo izquierdo); con este tratamiento, los niños ganaron estabilidad binocular e hicieron rápidos progresos en la lectura. Sin embargo, las evidencias que relacionan deficiencias en el sistema magnocelular y la dislexia son cuestionadas (Skottun 2000, 2006).

Algunos estudios realizados en niños de educación primaria con dislexia han proporcionado valores medios de habilidades binoculares (Evans et al. 1994; Kiely et al. 2001). Otros estudios en niños sin definir su nivel lector han aportado valores medios en la función binocular (Jackson and Goss 1991b; Jimenez et al. 2004; Scheiman et al. 1996). La mayor parte de los autores sólo han examinado ciertas habilidades visuales binoculares en escolares, como: el punto próximo de convergencia (PPC) (Borsting et al. 2003c; Hayes et al. 1998), forias (Freier and Pickwell 1983; Jackson and Goss 1991a; Scheiman et al. 1996), saltos de vergencias (Rouse et al. 1999; Scheiman et al. 1989), convergencia acomodativa/acomodación (AC/A) ratio (Jimenez et al. 2004; Mutti et al. 2000), y estereoagudeza (Buzzelli 1991; Kulp and Schmidt 2002; Oduntan et al. 1998). Sin embargo, ningún estudio ha determinado los valores medios de habilidades binoculares en una población no clínica de niños con problemas de lectura y sin dislexia.

2.2. ACOMODACIÓN Y LECTURA

La acomodación se define como el ajuste de la potencia dióptrica del ojo. Generalmente es involuntaria y tiene por objeto ver con claridad los objetos a cualquier distancia. Para poder trabajar con eficacia en las tareas escolares se requiere: un amplio rango de amplitud acomodativa, flexibilidad, precisión y una función de vergencia acomodativa normal. La borrosidad de la imagen en retina por una respuesta acomodativa ineficaz puede afectar a la habilidad lectora o al trabajo de cerca entre niños de edad escolar. Teniendo en cuenta que el sistema acomodativo juega un papel importante en el proceso de aprendizaje (Flax 1970; Sucher and Stewart 1993), una deficiencia en la función acomodativa dificulta innecesariamente la tarea de la lectura y el desarrollo de las tareas del niño/a en la escuela (Sternner et al. 2006).

La función acomodativa generalmente ha recibido menos atención que la función binocular y la motilidad ocular en niños con problemas de lectura. Incluso aunque el niño muestre síntomas subjetivos cuando lee; la acomodación no es la función principal que se evalúa en el examen optométrico. Se ha mostrado una correlación significativa entre problemas de lectura y baja amplitud de acomodación (Evans 1998; Evans et al. 1999) y flexibilidad acomodativa (Hennessey et al. 1984; Hoffman 1980; Kulp and Schmidt 1996b). En un estudio reciente se ha encontrado que la amplitud de acomodación monocular y la flexibilidad acomodativa binocular estaban disminuidos en una población de niños de educación primaria con problemas de lectura y sin dislexia respecto a un grupo de niños sin problemas de lectura (Palomo-Álvarez y Puell, 2008). Otros autores no han observado relación estadísticamente significativa entre función acomodativa y rendimiento académico (Blika 1982; Helveston et al. 1985; Kedzia et al. 1999; Kiely et al. 2001; Latvala et al. 1994).

Los valores de amplitud de acomodación absolutos considerados actualmente para cada grupo de edad están basados en datos de estudios muy antiguos (Duane 1912; Hofstetter 1944) y la fiabilidad de estos datos ha sido cuestionada (Kragha 1986). Por otra parte, como la amplitud de acomodación se asume que es alta en la edad joven (en los niños), con frecuencia no se examina. Las medidas de la amplitud de acomodación en sujetos jóvenes son escasas y los valores normativos no son abundantes ni claros. En los estudios recientemente publicados, se encontró que la amplitud de acomodación determinada en un considerable número de niños

(sin definir su nivel lector) fue menor que el valor esperado por su edad según la fórmula de Hofstetter's (Jimenez et al. 2003; Sterner et al. 2004).

Otras investigaciones, realizadas en niños sin definir su nivel lector, evaluaron sólo la acomodación relativa negativa y positiva (ARN y ARP) (Goss and Zhai 1994; Jackson and Goss 1991a) y encontraron valores similares a los de adultos. Otros evaluaron la flexibilidad acomodativa (Burge 1979; Hennessey et al. 1984; Jackson and Goss 1991a; Jimenez et al. 2003; Kulp and Schmidt 1996b; Scheiman et al. 1988) y los resultados no son coincidentes en todos los estudios.

Algunos estudios realizados en niños de educación primaria con dislexia han proporcionado valores medios de amplitud acomodativa. De modo que, Evans et al. (Evans et al. 1994; Evans et al. 1996) manifestaron que la dislexia se asociaba con amplitud de acomodación reducida y Motsch and Mühlendyck (Motsch and Mühlendyck 2000) observaron que la causa más común que causa problemas de lectura en niños de 4º curso con dificultades lectoras era una infra-acomodación (under accommodation). A diferencia, Latvala et al. (Latvala et al. 1994) no detectaron un descenso en la amplitud de acomodación en niños con dislexia. En niños con dislexia se observó un retraso de acomodación (lag) y una flexibilidad acomodativa similares a las del grupo control (Evans et al. 1994).

La relación entre función acomodativa y lectura sigue siendo una fuente de controversia. La mayor parte de los autores que tratan esta relación la han estudiado en niños sin describir su nivel lector o niños con dislexia. Sin embargo, ninguna investigación ha proporcionado valores medios de la función acomodativa en niños no clínicos con problemas de lectura y sin dislexia.

2.3. MOVIMIENTOS OCULARES Y LECTURA

Durante la lectura, los ojos se desplazan a lo largo de la línea que se está leyendo realizando una serie de movimientos rápidos, llamados movimientos sacádicos, separados unos de otros por unas pausas llamadas fijaciones. En cada fijación se adquiere la información relevante para la lectura, mientras que cada vez que se realiza un movimiento sacádico se

inhibe parte del procesamiento visual. Este mecanismo de inhibición de la información visual durante los movimientos sacádicos se denomina supresión sacádica (Pavlidis 1981b)

La velocidad lectora depende de las habilidades oculomotoras, la dificultad del texto, la comprensión y las habilidades de procesamiento cognitivo. La velocidad lectora también depende del número de movimientos oculares que se realizan, la longitud de cada fijación, el número de regresiones y de la amplitud perceptiva o de reconocimiento (Pavlidis 1981b; Vogel 1995). La relación entre movimientos oculares sacádicos y la lectura ha sido estudiada en niños diagnosticados de dislexia y en niños sin establecer su nivel lector. Sin embargo, no se ha analizado esta relación en niños de educación primaria con problemas de lectura sin dislexia reclutados de una población no clínica. Pavlidis (Pavlidis 1981a) fue el primero en mostrar las siguientes anomalías de los movimientos oculares en niños con dislexia: más fijaciones y más largas, menor amplitud sacádica y mayor porcentaje de regresiones sacádicas. Pavlidis sugiere que los movimientos oculares anómalos son los responsables de las dificultades de lectura. Otros autores han argumentado que el control de los movimientos oculares es un factor importante directamente relacionado con la lectura y otras actividades escolares (Bucci et al. 2008; Garzia et al. 1990). Los movimientos oculares sacádicos frecuentemente están relacionados con la habilidad lectora en niños de educación primaria (Kulp and Schmidt 1997; Poynter et al. 1982). Recientemente Bucci et al. (Bucci et al. 2008) encontraron que en tareas de lectura, el total del periodo de fijación es significativamente más largo y los sacádicos son peores en niños con dislexia que en niños no disléxicos. Stein y Fowler (Stein and Fowler 1993) y Eden et al. (Eden et al. 1994) encontraron una habilidad para mantener una fijación estable de forma prolongada (5-s) en la tarjeta reducida en niños/as con dislexia.

El test del desarrollo de los movimientos oculares (Developmental Eye Movement test -DEM) fue desarrollado para uso clínico para poder diferenciar sujetos con problemas de movimientos oculares sacádicos (rastreo) de aquellos con automaticidad visuoverbal deficiente (Richman and Garzia 1987). El diseño del test combina movimientos oculares sacádicos, carga espacial y rapidez en la habilidad (Larter et al. 2004). El test DEM evalúa la rapidez y precisión con la cual una serie de dígitos simples pueden ser vistos, reconocidos y verbalizados. Se utiliza para detectar anomalías en el rastreo horizontal en una tarea de nombrar números, y proporciona los valores normativos para niños/as entre 6 y 13 años de

edad (Garzia et al. 1990). Los resultados de este test se pueden comparar con los valores normativos de cada grupo de edad para cada tarea. La relación entre la tarea horizontal y vertical permite identificar un problema de rastreo (sacádico) y/o una dificultad en la automaticidad visuoverbal. El test DEM se puede utilizar en niños con una historia de dificultades en la lectura de una forma no invasiva y permite a los clínicos evaluar el progreso después de un tratamiento oculomotor. Algunos estudios han caracterizado los valores del test DEM en poblaciones de niños/as sin clasificar su nivel lector (Fernandez-Velazquez and Fernandez-Fidalgo 1995; Garzia et al. 1990; Jimenez et al. 2003). Además, Garzia et al. (Garzia et al. 1990) determinaron los valores del test DEM en una muestra de niños con problemas de aprendizaje encontrando en estos niños más dificultades en todos los aspectos del test DEM.

Un test de lectura también evalúa el rastreo horizontal aunque suma las dificultades lingüísticas a la tarea de los movimientos oculares. La lectura es una tarea compleja que requiere: resolución visual del texto, imagen retiniana estable, precisión de los movimientos sacádicos, decodificación de la palabra, acceso al léxico, memoria a corto y largo plazo (McMahon et al. 1991). Algunos autores han comparado el rastreo horizontal utilizando un test de lectura y una tarea de nombrar números como el test DEM. Larter et al. (Larter et al. 2004) encontraron que el test DEM Horizontal diferenciaba claramente los niños con riesgo de tener problemas con la lectura, y Northway (Northway 2003) observó en niños con dislexia que aquellos que puntuaban más bajo en el test de velocidad lectora (rate of reading test–RRT) empleaban más tiempo en realizar el test DEM Horizontal. Recientemente, se ha descrito que un valor de rastreo horizontal binocular bajo, evaluado con el test DEM, en niños/as de educación primaria con problemas de lectura y sin dislexia estaba relacionado con una velocidad lectora lenta evaluada con un texto contextual (Palomo-Álvarez and Puell 2009).

2. 4. HABILIDADES DE PERCEPCIÓN VISUAL Y LECTURA

Gibson and Levine (Gibson and Levine 1975) han definido la percepción visual como el proceso de extracción de información de los objetos, lugares y hechos del mundo que nos rodea. La información que llega a la retina es muy extensa y no puede procesarla toda, por lo

tanto elige o selecciona parte de la información y otra parte la ignora. Como resultado el sistema visual debe ser selectivo mientras extrae información relevante. La selección de información del entorno depende de numerosos factores como la motivación, experiencias anteriores y el desarrollo.

Las tareas visuales requieren reconocimiento, análisis y manipulación de la información. Esencialmente, la percepción proporciona información cognitiva visual que es utilizada por funciones cognitivas de alto orden, de ahí la utilización del término “procesamiento de la información visual”. Estudios en el ámbito de desórdenes de lectura han explorado la posibilidad de que las anomalías de procesamiento de la información visual o percepción contribuyan en los problemas de lectura (Willians and Lecluyse 1990). Las anomalías de percepción visual juegan un papel más importante en las primeras etapas académicas: preescolar, primero y segundo curso de primaria. En estos cursos que son preparatorios para la lectura y aprendizaje de la misma se caracterizan por poner mayor énfasis en el reconocimiento y recuerdo de palabras. Estas características nos llevan a que los factores visuales implicados en este tipo de tarea son la percepción de formas y discriminación visual, incluyendo la orientación direccional y la memoria visual. Su influencia tiende a disminuir con la maduración del niño/a y con la sofisticación de la lectura (Flax 2006).

Las habilidades de percepción visual se dividen en habilidades de: análisis visual, espacio-visuales y visuo-motoras. La constancia de la forma es una categoría de las habilidades de análisis visual que evalúa la capacidad del niño/a para ser consciente de los rasgos distintivos de las figuras incluyendo la forma, orientación y tamaño, sin necesidad de un aporte motor. La memoria visual es una categoría de las habilidades de análisis visual que evalúa la capacidad del niño para reconocer y recordar la información presentada visualmente. La direccionalidad es una categoría de las habilidades espacio-visuales que evalúa la habilidad para usar direcciones y comprender y organizar el espacio visual externo. Las habilidades perceptuales se evalúan en niños que tienen problemas académicos y los test que más frecuentemente se administran son el test de integración visuomotora (Visual–Motor Integration -VMI), el test de análisis visual (test of Visual Perceptual Skills-TVPS) y el test de frecuencia de inversiones de Gardner (Gardner Reversal Frequency test) (Kulp 2001).

Algunas investigaciones apoyan la relación entre diversas habilidades de percepción visual y la lectura en niños de primaria (Solan and Ficarra 1990; Solan and Ciner 1989), aunque estos estudios todavía son escasos. Kavale (Kavale 1982) publicó un meta-análisis, una revisión de 161 estudios sobre la relación entre habilidades de percepción visual y ejecución lectora, encontrando una correlación estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre las habilidades de análisis visual y la lectura. Las habilidades de memoria visual y discriminación visual mostraron una asociación mayor con la lectura que las demás habilidades. Kulp (Kulp et al. 2002) investigó la relación entre memoria visual y habilidad lectora (decodificación y comprensión) en 155 niños de segundo a cuarto curso de primaria, con el test of Visual Perceptual Skills (TVPS). Este estudio mostró que las habilidades de memoria visual deficientes predicen de forma significativa un nivel de decodificación en ejecución lectora por debajo de la media y sugiere la necesidad de investigaciones futuras en los efectos de la terapia de memoria visual sobre los resultados académicos. Vellutino et al. (Vellutino et al. 1975) tras un experimento en niños con y sin problemas de lectura concluyó que la retención de los símbolos presentados era similar en ambos grupos, por tanto, las deficiencias en la memoria visual no parecían ser una causa probable de los problemas de lectura.

En cuanto a la direccionalidad, la inversión de símbolos es un error común de reversibilidad respecto del eje y, como la b y d. Los errores de inversión de letras y números tienden a disminuir con la edad, a los 8 años o en cursos superiores a 2º curso de primaria la mayoría de los niños no deberían cometer estos errores cuando leen y escriben (Ilg and Ames 1950). El uso del test de frecuencia de inversiones de Gardner proporciona resultados cuantificables y debería ser considerado como parte fundamental en la evaluación. Los errores de inversión están fuertemente ligados con la dislexia y se ha demostrado que niños con problemas de lectura cometen más errores de inversión que los buenos lectores (Mann 1969), pero no se encuentran investigaciones que relacionen la frecuencia de inversiones y el rendimiento lector.

2.5. SÍNTOMAS Y LECTURA

Los síntomas visuales, ya sean provocados por un error refractivo, deficiencias en la acomodación, visión binocular y motilidad ocular o por anomalías perceptuales, se asocian a las tareas en visión próxima. Los síntomas se han asociado a dificultades en la lectura y otras tareas académicas, siendo la insuficiencia de convergencia (IC) y la insuficiencia acomodativa (IA) las causas más frecuentes y estudiadas de estos síntomas (Borsting et al. 2003c; Marran et al. 2006).

La presencia o ausencia de síntomas se considera un factor importante para determinar si las anomalías visuales interfieren con la lectura. Si un síntoma está presente, dependiendo de la naturaleza y severidad de este, la demanda de trabajo en visión próxima y la tolerancia del paciente para la falta de confort, causará una mayor o menor interferencia para la tarea de la lectura. Los síntomas varían según las capacidades o habilidades visuales del individuo y las demandas necesarias para realizar las tareas de cerca. El cuestionario de síntomas CISS (Convergente Insufficiency Symptom Survey) fue desarrollado por Convergence Insufficiency Treatment Trial Group (CITT) para detectar niños que presentaban IC y valorar la eficacia del tratamiento de esta disfunción binocular. El cuestionario consta de 15 preguntas sobre los síntomas cuando leen o realizan cualquier tarea en visión próxima. El profesional puede distinguir entre un nivel anómalo de síntomas que se asocian a la insuficiencia de convergencia (IC) si el total de síntomas es ≥ 16 puntos (Borsting et al. 2003a; Borsting et al. 2003c). En la literatura científica no se han encontrado estudios que relacionen el nivel de síntomas y el rendimiento lector en niños/as ya sea con o sin problemas de lectura.

3. FILTROS COLOREADOS

A partir de los trabajos de Meares (Meares 1980) sobre la influencia de las características del texto en la habilidad lectora de sujetos con problemas de aprendizaje, se consideró el uso de lentes tintadas o acetatos de colores sobre el texto como tratamiento para los niños con problemas de lectura. Posteriormente Irlen introdujo el término síndrome de sensibilidad escotópica (SSS) (Irlen 1983) mas recientemente denominado síndrome de Irlen (Irlen 1991). Éste se describe como una disfunción perceptual relacionada con molestias

subjetivas con la fuente de luz, la luminancia, la intensidad, la longitud de onda y el contraste de color. Según Irlen, los individuos con este síndrome son lectores ineficaces que ven el texto impreso de diferente manera a como lo ven los lectores normales y por lo tanto realizan mayor esfuerzo y gastan más energía cuando leen. Estas dificultades que experimentan se traducen en fatiga, incomodidad visual e incapacidad para mantener la atención por largos periodos de tiempo. Además de dificultades de lectura, los sujetos con el síndrome de Irlen se quejan de alta sensibilidad a la luz, dolor de ojos, dificultad para enfocar, apariencia del texto inestable, palabras moviéndose en la página, y palabras sin contraste.

Irlen sugiere que la mayoría de individuos con este síndrome pueden ser tratados con éxito utilizando las lentes tintadas apropiadas para cada caso, seleccionadas en un rango de 150 posibilidades de colores. A estas lentes o filtros se les denomina filtros Irlen. El objetivo de este tratamiento es mejorar el confort visual asociado a la lectura y mejorar el rendimiento lector.

Aunque las bases fisiológicas de los efectos terapéuticos de la terapia con lentes coloreadas no han sido aclarados, se ha especulado que el uso de filtros cromáticos modifica la respuesta del sistema transitorio (Stein and Walsh 1997) o que el uso de filtros puede reducir la excitación en áreas de hiperexcitabilidad en la corteza visual (Wilkins 1995; Wilkins et al. 2004); aunque no hay estudios que hayan caracterizado la función visual en estos pacientes o identificado que aspectos han mejorado por el uso de lentes coloreadas (Simmers et al. 2001). Otros autores ponen en duda la eficacia de los filtros coloreados en la lectura y ponen de manifiesto la necesidad de estudiar la eficacia de un filtro de color único y específico (Iovino et al. 1998; Menacker et al. 1993; Simmers et al. 2001).

Una revisión de la literatura sobre la eficacia de los filtros coloreados sobre la lectura, realizada por Evans y Drasdo (Evans and Drasdo 1991) concluye que no se ha demostrado que los tratamientos con filtros coloreados sean eficaces, aunque tampoco pueden ser rechazados. Su conclusión se basa en la poca calidad de muchas de las investigaciones que soportan la teoría descrita por Irlen y en que los resultados se apoyan en datos subjetivos acerca de las apreciaciones de los pacientes.

La teoría predominante que justifica la mejora en la sintomatología y también en la habilidad lectora mediante filtros coloreados, es que muchos sujetos con problemas de lectura

presentan un déficit en el sistema de procesamiento magno (transitorio) y el uso de filtros coloreados puede tener un efecto favorable (Lovegrove et al. 1986; Williams et al. 1992). Stein et al., (Stein et al. 2000b) afirman que muchos lectores lentos tienen problemas particulares con la rapidez en el procesamiento visual requerido para identificar, ordenar y traducir símbolos en los sonidos que los representan porque tienen un impedimento en el sistema visual magnocelular. Esta teoría se ve apoyada por los resultados de Talcott et al., (Talcott et al. 2000) que encontraron que los niños con problemas en la lectura mostraban umbrales elevados en tareas de movimiento, siendo el sistema magno el responsable de esta función.

El modelo de visión propuesto por Livingstone y Hubel (Livingstone and Hubel 1987) incluye una dicotomía de los subsistemas parvocelular (parvo o P) y magnocelular (magno o M). Los sistemas magno y parvo, también llamados transitorio y sostenido respectivamente, son dos vías visuales paralelas interactivas, aunque separadas, que operan desde la retina vía núcleo geniculado lateral hasta la corteza visual y áreas asociativas (Breitmeyer 1993; Williams et al. 1991; Williams et al. 1992). La lectura es una tarea de procesamiento visual dinámico que comprende una sucesión de movimientos oculares sacádicos desde una fijación a la siguiente. Durante cada fijación el sistema parvo es quien extrae los detalles del texto a través de una respuesta de tipo sostenido y más lenta. El sistema parvo tiene una respuesta de persistencia más larga que el sistema magno y la duración de la respuesta puede durar más tiempo que la duración de los estímulos. El patrón rápido sacádico-fijación, que es repetido a través del periodo de lectura, activa el sistema magno que da una respuesta de tipo transitorio y es muy sensible al movimiento a través de la retina (Lovegrove 1993). La estimulación del sistema magno generada por cada sacádico inhibe o suprime la persistencia visible de la fijación previa del sistema parvo. Cuando la sincronización entre ambos sistemas es perfecta, el efecto del sistema magno (transitorio) sobre el sistema parvo (sostenido) borra este patrón de información, y evita la persistencia del patrón sostenido precedente que interfiere con el detalle de la información analizada en la siguiente fijación. Un defecto en la sincronización de las dos vías, usualmente manifestado como un retraso en el sistema magno hace que la imagen neuronal de la fijación previa no sea borrada y la supresión sacádica no ocurra. Este defecto en la sincronización produce una superposición de inputs sucesivos que resulta una imagen en retina borrosa (ver Figura 2). Es razonable pensar que este “ruido” en el sistema puede causar que el lector haga frecuentes re-fijaciones y presente síntomas de visión borrosa y baja comprensión lectora (Solan et al. 1998a).

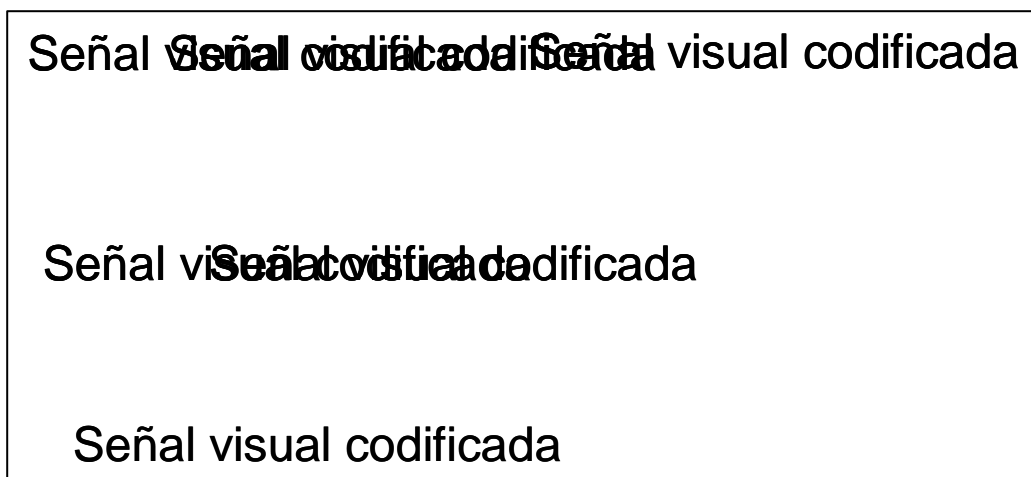


Figura 2. Imágenes superpuestas

Se sabe que el sistema magnocelular no está involucrado en la percepción del color, pero se considera que en condiciones fotópicas las células ganglionares magno probablemente reciben un sumatorio de los inputs de los tres tipos de conos en la proporción de su densidad en la retina: 45% de conos L (rojo), 45 % de conos M (verde) y 10% de conos S (azul) (Roorda and Willians 1999). Se ha descrito que el input de los conos-S, sensibles a longitudes de onda corta, inhiben la función magno (Stockman et al. 1991). Los filtros amarillos eliminan las radiaciones de onda corta o luz azul. Así, hay autores que consideran que el filtro amarillo puede ser útil en sujetos que presentan debilidad en el sistema magno; reduciendo este input inhibitorio de los conos-S sobre la función del sistema magnocelular y normalizando la fase relativa de inputs de los conos-L y los conos-M. Esto probablemente estimula el sistema magnocelular incrementando el contraste de luminosidad y la sensibilidad al movimiento y así ayuda a estabilizar los movimientos oculares del niño cuando lee (Stein 2003). Por tanto, mejorando el rendimiento del sistema magnocelular mediante filtros amarillos o entrenando las fijaciones, se puede mejorar el rendimiento lector muy significativamente (Ray et al. 2005; Stein 2003). Esta es la teoría que apoya el uso del filtro amarillo en la mejora de la lectura y también en aquellas habilidades visuales que parecen estar mediadas por el sistema magnocelular (Erkelens 2001).

Se considera que aproximadamente un 10% de niños con problemas de lectura, parece tener débil el input de los conos S de las células ganglionares magno respecto al grupo normal

por lo tanto, estos no se beneficiarían de los filtros amarillos, pero sí de los filtros azules. Los filtros azules probablemente les ayuden por que reducen la estimulación de sus conos L y M y ayudan al sistema para tener nuevamente un balance apropiado de input L, M y S. Otros trabajos también apoyan estos resultados con los filtros azules como método de tratamiento en niños con problemas de lectura (Solan et al. 1998a; Solan et al. 1997; Williams et al. 1992).

Por otro lado, otros estudios no han encontrado evidencias del déficit magno celular en niños con problemas de lectura (Skottun 2000; Wilkins et al. 2005; Williams et al. 2003) y los mecanismos por los que el déficit del sistema magno celular causa los problemas de lectura se desconocen (Skottun and Parke 1999; Skoyles and Skottun 2004).

3.1. LOS FILTROS EN LA FUNCIÓN VISUAL DE NIÑOS CON PROBLEMAS DE LECTURA

A continuación se hace una revisión de algunos de los trabajos que se han llevado a cabo para comprobar el efecto de las lentes coloreadas sobre la función visual en niños con problemas de lectura.

Otros argumentos sobre la utilidad de los filtros amarillos se basan en que la luz de longitud de onda corta o azul es parcialmente responsable de la dispersión de luz intraocular que llega a la retina (Kvansakul et al. 2006) y causa un aumento de las aberraciones cromáticas en el ojo aumentando el desenfoque (Reading and Weale 1974). Así, los filtros amarillos eliminan las radiaciones de onda corta o luz azul produciendo un descenso de la aberración cromática (Sivak and Bobier 1978) y una disminución del error de foco. En los niños con problemas de lectura que manifiestan el síndrome de Irlen y que se quejan de alta sensibilidad a la luz, dificultad para enfocar, apariencia del texto inestable y palabras sin contraste; los filtros amarillos parece que pueden ser de utilidad. Con sus trabajos, Irlen (Irlen 1991) documentó que el 70 % de los sujetos que padecían estos síntomas visuales, notaban una reducción en los mismos cuando utilizaban las lentes coloreadas.

Scheiman et al., (Scheiman et al. 1990) trataron de determinar si los síntomas del síndrome de sensibilidad escotópica (SSS) guardaba algún tipo de relación con las anomalías

en la función visual, o si eran trastornos independientes como había propuesto Irlen (Irlen 1983). Para este propósito estudiaron una muestra de 39 sujetos entre 10 y 49 años, que cumplieran los criterios para poder aplicar filtros Irlen según la sintomatología. Realizaron previamente un examen optométrico y encontraron que el 95% de los sujetos presentaban problemas visuales significativos sin corregir. Concluyeron en su investigación que los individuos de su estudio que podrían mejorar con los filtros Irlen presentaban problemas refractivos (29%), binoculares (57%), acomodativos (34%), o de motilidad ocular (26%) y que realmente lo que requerían era un tratamiento optométrico tradicional. Según estos autores no existen las suficientes evidencias que demuestren que los filtros Irlen mejoren el rendimiento lector y la razón de por qué los pacientes dicen encontrar confort con estas lentes no está claro. De hecho, Scheiman et al., (Scheiman et al. 1990) sugieren que tal vez las anomalías visuales sin corregir son las causantes de dichos síntomas, ya que muchas anomalías visuales cursan con síntomas similares.

En otro estudio, Blaskey et al., (Blaskey et al. 1990) compararon la eficacia de los filtros Irlen con el tratamiento mediante terapia visual sobre la mejora de los síntomas, la función visual y el rendimiento en la lectura. Para ello incluyeron una evaluación optométrica, test de lectura y de inteligencia pre y pos-tratamiento. Dividieron la muestra (9 a 51 años) en grupo con tratamiento de filtros Irlen (n=11), grupo con tratamiento de terapia visual (n= 11) y grupo control (n=8). Los resultados indicaron que solo el grupo con tratamiento de terapia visual mejoró la función visual (visión binocular, acomodación y motilidad ocular) pero no los que utilizaron los filtros Irlen. Estos resultados apoyan la teoría de Scheiman et al., (Scheiman et al. 1990) de que el síndrome de sensibilidad escotópica no era una entidad independiente, sino otra manera de definir los desórdenes de la función visual. Los sujetos que utilizaron los filtros Irlen tampoco mostraron mejoras significativas en la velocidad lectura, reconocimiento de palabras en un texto y comprensión lectora. Pero ambos grupos con tratamiento mejoraron los síntomas tras el tratamiento, aspecto que no lograron explicar Blaskey et al., (Blaskey et al. 1990). Posteriormente Wilkins et al., (Wilkins 1994) en un estudio utilizando un protocolo doble ciego encontró que los niños mostraban una disminución de los síntomas con el uso de filtros coloreados durante la lectura.

Los estudios citados anteriormente del efecto de las lentes coloreadas sobre los síntomas se basan en datos subjetivos acerca de apreciaciones de los pacientes, por lo que no aportan información suficiente y objetiva sobre los beneficios de estas lentes coloreadas.

En cuanto a los estudios que tratan de evaluar el nivel de acomodación en función del filtro, Scott et al. (Scott et al. 2002) diseñaron dos experimentos en los que se realizaba un estudio optométrico de la función visual después de haber utilizado 4 meses los filtros seleccionados por cada niño (n = 175 niños, de 8 a 12 años). En ambos experimentos se encontró que los niños que habían elegido filtros que no dejaban pasar los colores rojizos o anaranjados tenían una amplitud de acomodación mayor que los que habían elegido filtros azulados o verdosos, lo que indicaba que la amplitud de acomodación binocular parecía estar relacionada con la elección del color. Otro estudio que investigaba si estos filtros modificaban la acomodación (retraso de acomodación) utilizando filtros Irlen es el de Ciuffreda et al. (Ciuffreda et al. 1997). Encontraron que no había diferencias significativas en el nivel medio de acomodación entre los sujetos que habían llevado las lentes coloreadas junto con la compensación del defecto refractivo y los sujetos que habían llevado solamente la compensación óptica.

Ray et al. (Ray et al. 2005) estudiaron los cambios que sufren las habilidades de acomodación y convergencia, además de la habilidad lectora con el uso de filtros amarillos. Estudian el uso de los filtros amarillos en una muestra de niños pertenecientes a un centro de investigación de dislexia con edades comprendidas entre 7 y 14 años. Algunos niños del estudio tenían dificultades con la acomodación y la convergencia (N=15), otros tenían la sensibilidad al movimiento disminuida (N=24) y los demás solo presentaban dificultades lectoras (N=38). Encontraron que el uso de filtros amarillos aumentaba de forma estadísticamente significativa la habilidad de vergencia, la acomodación y la habilidad lectora, tanto inmediatamente después de poner los filtros como a los tres meses de utilización para todas las tareas escolares. Concluyeron que los filtros amarillos pueden mejorar la función magnocelular de forma permanente y que por lo tanto, debería considerarse la prescripción de filtros amarillos como una alternativa para tratar problemas de eficacia visual como son las anomalías de acomodación y convergencia, así como también para ayudar a aquellos niños con problemas de lectura asociados o no a anomalías visuales.

En cuanto a la motilidad ocular y a la lectura, Solan et al. (Solan et al. 1998b) estudiaron en 27 niños con problemas de lectura los efectos de interponer un filtro transparente, filtro gris y filtro azul sobre la motilidad ocular mientras leían un párrafo acorde con su nivel de lectura y los resultados obtenidos se compararon con los de 27 niños sin dificultades de lectura y una edad media de 10 años (4º, 5º y 6º curso de primaria). Con los filtros transparentes los valores de motilidad ocular en niños sin problemas de lectura fueron superiores a los alcanzados por niños con problemas de lectura. Entre los niños con problemas lectores encontraron mejoría en la motilidad ocular cuando utilizaban filtros azules respecto con el uso de filtros grises, pero en los niños sin problemas de lectura los filtros azules no tuvieron efecto. Así, los filtros azules consiguieron una mejora en la habilidad de motilidad ocular en niños con problemas de lectura.

3.2. LOS FILTROS EN LA LECTURA EN NIÑOS CON PROBLEMAS DE LECTURA

En cuanto al efecto de los filtros sobre la lectura, Cotton y Evans (Cotton and Evans 1990) no encontraron diferencias significativas entre llevar y no llevar filtros coloreados en la velocidad, la precisión y la comprensión lectora. Otros autores utilizando los filtros Irlen tampoco encontraron ganancias significativas en el velocidad lectora, reconocimiento de palabras en un contexto o en la comprensión (Blaskey et al. 1990). Conclusiones parecidas obtuvieron Menacker et al. (Menacker et al. 1993) que concluyeron que no se producían mejoras en la precisión ni en la velocidad lectora de los sujetos con dislexia con filtros coloreados. Northway (Northway 2003) encontró que en niños con dislexia los filtros amarillos mejoraron la velocidad del DEM horizontal pero no mejoraron en la misma medida la velocidad lectora (Rate of Reading test).

Solman et al. (Solman et al. 1995) compararon la eficacia en nombrar letras y localización espacio-visual en dos grupos de niños de primaria buenos y malos lectores en condiciones normales y aplicando filtros de color azul, amarillo, difusión, azul con difusión y amarillo con difusión. Encontraron que la tarea lectora mejoraba con el filtro amarillo y difusión sólo en los niños con dificultades de lectura. Otros autores coinciden en afirmar la eficacia del filtro amarillo en las habilidades lectoras (Clisby et al. 2000; Ray et al. 2005).

Clisby et al., estudiaron una muestra de 266 niños, con una edad media de 9 años y con problemas de lectura. Todos ellos pasaron las pruebas de CI, test de ortografía, habilidades fonológicas y un completo examen optométrico. Les aplicaron diferentes tratamientos: filtros amarillos, filtros azules, filtros rojos y verdes, oclusión monocular, ejercicios de vergencias y ejercicios de motilidad ocular. Encontraron que un 13% de los niños con dificultades de lectura prefirieron el filtro azul, con el que encontraron mejoría significativa sobre los niños no tratados, que utilizaron filtros grises. El 23% de los niños eligieron los filtros amarillos por que mejoraban la claridad del texto impreso. Utilizaron estos filtros durante tres meses para todas sus tareas de lectura y visión próxima, después de esto su nivel de lectura había mejorado significativamente comparado con el grupo no tratado que utilizó filtros grises.

Respecto al efecto placebo, este aparece con frecuencia en sujetos con problemas de lectura, ya que saben de la importancia de la lectura en la sociedad actual y esperan que el tratamiento mejore su rendimiento lector. Así la mayoría de padres y niños en un estudio de Cotton y Evans, que no controlaba el efecto placebo, referían que las lentes coloreadas podían ayudar mucho a la lectura (Cotton and Evans 1990). Los resultados de los estudios que han utilizado elementos de control del efecto placebo (filtro placebo y motivación) muestran que el incremento en la rapidez lectora con el filtro coloreado es improbable que se deba simplemente al efecto placebo (Bouldoukian et al. 2002; Clisby et al. 2000; Wilkins and Lewis 1999). Estos autores concluyeron que el efecto del filtro coloreado no dependía del efecto placebo y que los filtros coloreados prescritos individualmente en pacientes seleccionados apropiadamente, pueden tener un efecto benéfico no solo sobre los síntomas (Wilkins 1994) sino también en el rendimiento lector (Bouldoukian et al. 2002). Estos últimos estudios concluyeron que: a) con las láminas coloreados se obtienen valores superiores a los obtenidos con las láminas grises, que reducen el contraste y luminancia de forma similar, b) los filtros con colores diferentes pueden ser beneficiosos para diferentes individuos, aunque c) la elección del color del filtro por parte del paciente ofrece los mayores beneficios y d) el rendimiento en la lectura se ve muy poco afectado por la motivación o el efecto placebo.

Algunas de las investigaciones sobre filtros coloreados presentan fallos metodológicos que en ocasiones hacen difícil su interpretación. Una debilidad en algunos diseños ha sido la falta de medidas pre y pos- tratamiento de las habilidades evaluadas ya sea función visual, síntomas y/o lectura y la falta de grupo control. En otros estudios se desconocen las

características de la función visual del niño y en muchos de ellos la aplicación de los filtros se hace con láminas o acetatos coloreados y no con lentes oftálmicas con la corrección óptica apropiada y durante un periodo de tiempo.

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las habilidades visuales y lectoras en niños y niñas de educación primaria con problemas de lectura y sin dislexia y analizar la influencia de un filtro amarillo en la visión y la lectura.

1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar las habilidades binoculares de heteroforia horizontal, rangos de vergencias fusionales horizontales, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC) en niños/as con problemas de lectura y compararlas con las de niños/as lectores normales.

2. Caracterizar las habilidades acomodativas de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) en niños/as con problemas de lectura y compararlas con las de niños/as lectores normales.

3. Determinar el tiempo vertical y horizontal empleado en realizar el test DEM por niños/as con problemas de lectura y compararlo con los datos normativos del test.

4. Valorar las habilidades de percepción visual de constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones en niños con problemas de lectura en función del percentil para su grupo de edad.

5. Determinar las habilidades de lectura de palabras, lectura de pseudopalabras, velocidad y comprensión lectora en niños con problemas de lectura y compararlas con los valores normativos de los test de lectura PROLEC y PROLEC-SE.

6. Valorar los síntomas según el cuestionario CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey) en niños con problemas de lectura.

7. Analizar la influencia del curso escolar en la visión binocular, acomodación, movimientos oculares (DEM), percepción visual, lectura y síntomas en niños/as con problemas de lectura.

8. Analizar la relación entre la función visual y la velocidad lectora en niños/as con problemas de lectura.

9. Analizar el efecto del uso de lentes oftálmicas con filtro amarillo durante tres meses en: la visión binocular, acomodación, movimientos oculares (DEM), percepción visual, lectura y síntomas en niños/as de educación primaria con problemas de lectura.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODO

1. SUJETOS

Los sujetos de esta investigación fueron niños de 3º, 4º, 5º y 6º curso de primaria con problemas de lectura, reclutados de once colegios de primaria en la ciudad de Madrid (España) ubicados en distritos de diferente nivel socioeconómico y cultural. La captación inicial de los centros escolares colaboradores se llevó a cabo mediante visitas a los directores de los centros y/o directores de educación primaria, donde se les presentó el proyecto por escrito con los antecedentes y los objetivos que se marcaban en la investigación. Se les explicó la función que debía realizar el centro escolar y además el interés que dicha investigación tendría para profesores, padres y niños.

Se presentó el proyecto de investigación a 17 centros escolares, de los que 11 aceptaron participar siendo aprobado el proyecto por la dirección del centro escolar. La administración de los colegios participó de forma activa, siendo los respectivos equipos psicopedagógicos los que seleccionaron a los niños/as con ejecución lectora pobre y con un cociente de inteligencia considerado normal (>90). Además se requirió como criterio de inclusión que los problemas de lectura no fueran debidos a dislexia u otros problemas psico-socio-educacionales o neurológicos (ej. déficit de atención o hiperactividad).

El colegio informó por escrito de los objetivos del proyecto a los padres de los niños/as seleccionados y se les preguntó si deseaban participar en el proyecto. Entre los once centros escolares se envió información a más de 300 familias cuyos niños/as tenían problemas con la lectura y se les convocó a una reunión en el centro escolar donde se les informó colectivamente con más detalle del proyecto. En dicha presentación, se comentaron brevemente los antecedentes y objetivos del estudio, así como el papel que tendrían que desempeñar ellos y sus hijos en la investigación. Entre aquellas familias que acudieron a las reuniones informativas 107 familias aceptaron colaborar. En la misma reunión o mediante llamada telefónica se les daba cita para acudir a la consulta optométrica donde se comprobaría mediante la historia clínica y un examen preliminar si cumplían los criterios de inclusión requeridos para el estudio.

Estos **CRITERIOS CLÍNICOS** de inclusión fueron los siguientes:

- a) Ser alumno de 3º, 4º, 5º o 6º curso de primaria con problemas de lectura.

- b) Cociente de inteligencia (CI) dentro de los rangos de normalidad (el centro seleccionó a los niños con CI normal pero no proporcionó datos específicos).
- c) Niños sin dislexia u otros problemas psico-socio-educacionales o neurológicos (ej. déficit de atención o hiperactividad).
- d) Escolarización normal (sin ausencias escolares prolongadas).
- e) Error refractivo menor o igual a 2.00 D de miopía o hipermetropía y astigmatismo menor o igual a 1.00 D.
- f) No presentar estrabismo, patología ocular y/o anomalía en la visión del color.
- g) No estar tomando ningún medicamento que pudiera afectar a su atención ni a su función visual.
- h) Presentar agudeza visual (AV) con o sin compensación igual o mayor a 1.00 (20/20) en cada ojo tanto en lejos como en cerca.

Después de evaluar si los niños/as cumplían los criterios de inclusión se incluyeron en el grupo estudio 87 niños/as y se descartaron 20 niños por las siguientes razones: estrabismo (6), ambliopía (4), error refractivo mayor al marcado en los criterios de inclusión (5), síndrome de Möebius (1), falta de colaboración (2), no acudieron a la cita (2). La tabla 1 muestra el número de sujetos que se incluyeron en el estudio, así como los excluidos en cada centro escolar.

Tabla 1. Distribución de niños incluidos y excluidos de cada colegio de Madrid que participaron en el estudio.

COLEGIO	N INCLUIDOS	N EXCLUIDOS
1. El Prado	19	4
2. Chamberí	5	0
3. Blanca de Castilla	5	1
4. San Rafael Arcangel	11	8
5. Sagrado Corazón	7	0
6. Luyferivas	5	1
7. SEK Santa Isabel	1	0
8. Santo Angel	10	2
9. Valdeluz	9	1
10. Virgen de Mirasierra	10	2
11. Las tablas	5	1
TOTAL	87	20

Los 87 sujetos (56 niños y 31 niñas) incluidos en el estudio pertenecían a los siguientes cursos:

- 3^{er} curso de primaria: 44 niños
- 4^o curso de primaria: 22 niños
- 5^o curso de primaria: 15 niños

- 6º curso de primaria: 6 niños

El grupo control de este estudio estuvo formado por niños/as de los mismos cursos de primaria que el grupo estudio pero sin historial de problemas de lectura, reclutados entre los hermanos de los niños del grupo de estudio. Este grupo control estuvo formado por 32 sujetos (14 niñas y 18 niños) sin problemas de lectura pero que cumplían los demás criterios de inclusión descritos anteriormente. Los niños del grupo control pertenecían a tercero (11), cuarto (10), quinto (9) y sexto curso (2) de primaria.

Para valorar el efecto del uso del filtro amarillo, el grupo estudio de niños con problemas de lectura se dividió a su vez en dos grupos: 46 fueron asignados aleatoriamente al grupo estudio con tratamiento y 41 al grupo estudio sin tratamiento. No cumplieron con la visita de los tres meses 5 sujetos que pertenecían al grupo estudio sin tratamiento (tres niños y dos niñas); así 46 niños formaron el grupo estudio con tratamiento y 36 compusieron el grupo estudio sin tratamiento.

Todos los sujetos fueron examinados por el mismo profesional en las dos sesiones del estudio y las pruebas se realizaron con la mejor corrección óptica si la necesitaban. El protocolo del estudio cumplió los principios de la Declaración de Helsinki, y todos los padres dieron su consentimiento para participar.

2. MEDIDAS CLÍNICAS

A continuación se describen las medidas clínicas realizadas, así como el cuestionario de síntomas utilizado. Las medidas clínicas se han agrupado por bloques según la función visual que analizan: visión binocular, acomodación, movimientos oculares (DEM), pruebas perceptuales y por último las pruebas de lectura. El orden en que se realizaron dichas pruebas clínicas se detalla en la descripción del procedimiento.

Para todas las pruebas con foróptero se colocó la refracción del sujeto y se ajustó la distancia interpupilar para las pruebas de lejos. Al bajar la barra que soporta la tarjeta con los optotipos de visión próxima del foróptero la distancia interpupilar de cerca se ajustó automáticamente.

Las medidas en visión lejana se realizaron con la iluminación de la sala (aproximadamente 320 lux, Tek Lumacolor II). Las medidas en visión próxima se realizaron con la iluminación de la sala más un foco de luz dirigido hacia la tarjeta o el texto (luminancia de 120 cd/m^2 , Tek Lumacolor II) evitando reflejos.

Las pruebas de: estereopsis, flexibilidad acomodativa binocular, movimientos oculares (DEM), pruebas perceptuales y lectura se realizaron en una sala tranquila y libre de distracciones, contigua al gabinete optométrico. Se utilizó una mesa – atril con una inclinación variable desde 20° a 35° según la tarea a realizar fuese escritura o lectura respectivamente (figura 3).



Figura 3. Mesa inclinada-atril para pruebas de lectura

2.1. VISIÓN BINOCULAR

A continuación se describen las medidas clínicas correspondientes a la visión binocular: heteroforia horizontal en visión lejana y visión próxima, rangos de vergencias fusionales horizontales en visión lejana y visión próxima, relación AC/A, punto próximo de convergencia y estereoagudeza.

2.1.1. Heteroforia horizontal

La **heteroforia horizontal de lejos** se midió utilizando el foróptero con la mejor corrección del error refractivo del sujeto. El sujeto miraba una línea vertical de tres letras, optotipo de alto contraste de Snellen de tamaños 0.8, 0.9 y 1.0 respectivamente, proyectada sobre una pantalla blanca a una distancia de 6 metros. La medida de la heteroforia de lejos se obtuvo utilizando la técnica de von Graefe (Daum 1991; O'Shea et al. 1988; Saladin and Sheedy 1978). Se colocó un prisma disociador de 6 Δ base superior delante del ojo derecho del sujeto que desdoblaba el test en dos columnas de letras: la de abajo vista por el OD y la de arriba vista por el OI. El prisma medidor se colocó delante del OI con 12 Δ base interna (figura 4). Para realizar la medida se disminuyó lentamente (2 Δ /s aproximadamente) la potencia prismática base interna hasta que el sujeto avisaba al examinador que la columna superior de letras se alineaba con la inferior. Se tomaron tres medidas de la heteroforia y se obtuvo la media para cada sujeto expresada en dioptrías prismáticas (Δ). Para evitar incomodidad al paciente y cambios de vergencias asociados, se modificó la potencia prismática del prisma medidor retirando el diasporámetro en cada medida. Para minimizar los cambios acomodativos se pidió al sujeto que fijara su mirada en la columna inferior de letras, vista por el ojo con el prisma disociador y que se esforzara en mantener nítido el texto en todo momento.

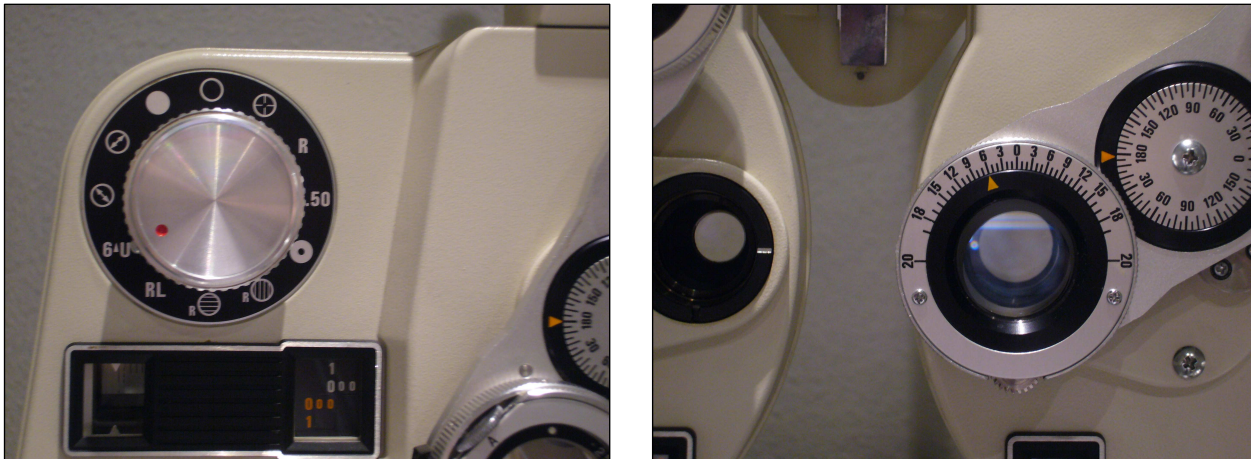


Figura 4. Medida de la heteroforia con foróptero (método Von Graefe)

La **heteroforia horizontal de cerca** se midió utilizando la misma técnica utilizada en la medida de lejos. Se utilizó como estímulo de fijación una columna de letras, correspondiente a una AV de Snellen de 0.7 que se presentó a 40 cm (Near-point card NC – 1) (figura 5).

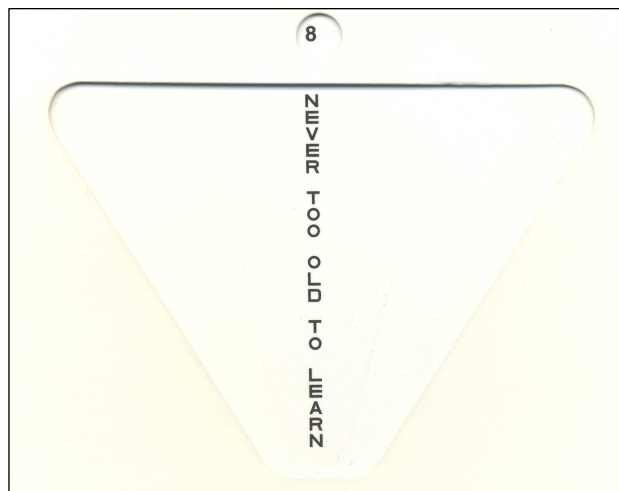


Figura 5. Test de cerca (Near-point card NC – 1), para evaluar heteroforia horizontal y vergencias fusionales de cerca.

2.1.2. Rangos de vergencias fusionales horizontales

Los **rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos** se evaluaron con la mejor corrección del error refractivo del sujeto colocada en el foróptero y con los prismas rotatorios de Risley (Daum et al. 1989; Saladin and Sheedy 1978). El sujeto miró una línea vertical de tres letras, optotipo de alto contraste de Snellen de tamaños 0.8, 0.9 y 1.0 respectivamente, proyectada sobre una pantalla blanca a una distancia de 6 metros. Se introducía lentamente delante de cada ojo aproximadamente igual cantidad prismática a velocidad constante ($2 \Delta/s$ aproximadamente) utilizando los prismas rotatorios hasta que el sujeto manifestaba diplopia horizontal (valor de rotura). La cantidad de prisma se incrementó 3Δ en cada ojo y a continuación se redujo hasta que el sujeto fué capaz de fusionar las imágenes diplopicas (valor de recobro) (figura 6). Como recomienda Rosenfield et al. (Rosenfield et al. 1995), se evaluaron los rangos de vergencias base-interna antes que los rangos de vergencias base externa para evitar la adaptación de vergencias. Aunque se tuvo en cuenta que numerosos sujetos no manifestarían borrosidad de la tarjeta (Rosenfield et al. 1995), se evaluó la borrosidad base externa en el estudio. Se le pidió al sujeto que avisara en el momento en que notara la primera borrosidad del texto, que debía mantener nítido en todo momento, antes de que se desdoblaran las imágenes. Los valores de vergencias fusionales se expresaron en dioptrías prismáticas (Δ).



Figura 6. Medida de las vergencias fusionales de lejos.

Los rangos de vergencias fusionales horizontales de cerca se midieron utilizando la misma técnica utilizada en las medidas de lejos. También se evaluó la borrosidad base interna y borrosidad base externa de cerca. Se utilizó como estímulo de fijación una columna de letras correspondiente a una AV de Snellen de 0.7 que se presentó a 40 cm (Near-point card NC – 1) (figura 5).

2.1.3. Relación AC/A

La evaluación de la relación AC/A se realizó con el método del gradiente. A continuación de la medida de la heteroforia horizontal de cerca, se adicionó una lente de -1.00 D delante de cada ojo para estimular una dioptría de acomodación y se repitió la medida de la heteroforia. La diferencia entre el valor de la heteroforia horizontal de cerca habitual del sujeto y la obtenida con la lente negativa adicionada es el valor de la relación AC/A (Jimenez et al. 2004; Scheiman and Wick 1994).

2.1.4. Estereoagudeza

La estereoagudeza se evaluó con el test polarizado de Randot (Stereo optical Company, Chicago, IL). El sujeto se colocó las gafas polarizadas (ejes a 45° y 135°) durante el procedimiento. La carta polarizada se presentó alineada perpendicularmente a la cara del paciente a una distancia de 40 cm (figura 7a). La carta contiene una parte con formas geométricas simples y una E formadas por puntos al azar correspondientes a niveles de disparidad grandes (500'' - 250'' seg arc) y otra parte híbrida de estímulos de contornos sobre un fondo de puntos al azar con la que se cubre un amplio rango de disparidades (animales: 400 – 100 seg arc; puntos: 400 – 20 seg arc) (figura 7b) (Hatch and Richman 1994; Jimenez et al. 2004; Kulp and Schmidt 2002). Se anotó como valor de estereoagudeza el correspondiente al estímulo de menor disparidad visto por el niño expresado en segundos de arco (seg arc).

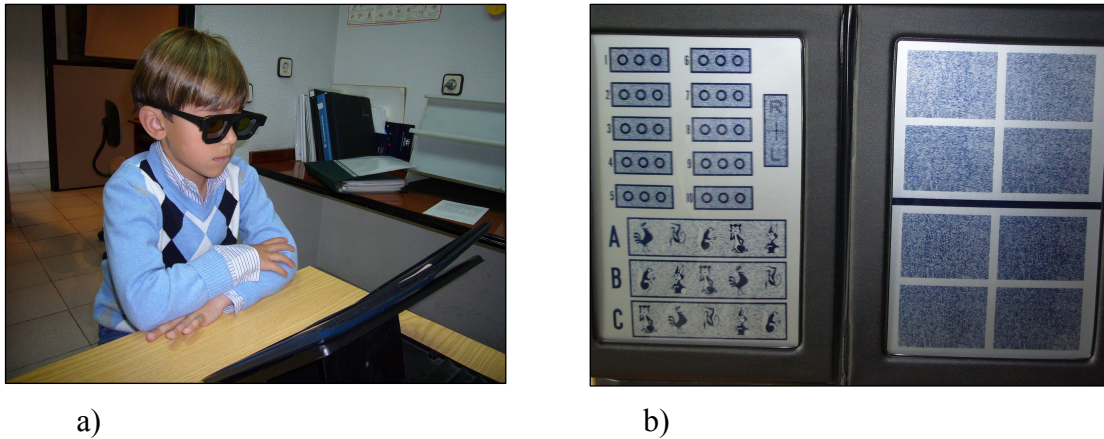


Figura 7. a) Medida de la estereopsis y b) test polarizado de Randot.

2.1.5. Punto próximo de convergencia (PPC)

El PPC se evaluó con la técnica de acercamiento de un punto luminoso, utilizando un transiluminador (estímulo no acomodativo). Se pidió al paciente, sentado frente al examinador, que siguiera visualmente el acercamiento del punto luminoso presentado en espacio libre. Colocamos una regla en el centro de la frente del paciente, y movimos el transiluminador hacia el paciente a 1-2 cm/s (figura 8). El valor de rotura se define como la media de las tres medidas en las cuales el examinador observa que un ojo se desvía o que el sujeto manifiesta diplopía, cualquiera de las que ocurra primero. El valor del recobro se define como la media de las tres medidas en las que el examinador observa una respuesta de fusión del paciente o el paciente manifiesta visión simple, cualquiera que ocurra primero. El procedimiento se repitió dos veces más, con un periodo de no más de 10 s entre cada presentación (Hayes et al. 1998; Jimenez et al. 2004; London 1991). Ambos valores del PPC se expresaron en centímetros (cm).



Figura 8. Medida del punto próximo de convergencia (PPC).

2.2. ACOMODACIÓN

A continuación se describen las medidas clínicas correspondientes a la acomodación: acomodación relativa negativa y positiva, amplitud de acomodación monocular y flexibilidad acomodativa binocular.

2.2.1. Acomodación relativa

La acomodación relativa se evaluó utilizando el foróptero con la mejor corrección del sujeto y el optotipo utilizado consistió en una línea horizontal de letras correspondiente a una AV de Snellen de 0.7 que se presentó a 40 cm (Near-point card NC – 1) (figura 9). Se pidió al sujeto que mirara con ambos ojos el test y que se esforzara por mantener nítidas las letras en todo momento. El examinador adicionó lentes esféricas positivas (para estimular la acomodación relativa negativa, ARN) y lentes esféricas negativas (para estimular la acomodación relativa positiva, ARP) en pasos de 0.25 D binocularmente hasta que el paciente manifestó la primera borrosidad sostenida (Scheiman and Rouse 1994). La cantidad de adición positiva o negativa añadida sobre la refracción del sujeto anterior al cambio, corresponde respectivamente a la ARN o la ARP. Se midió en primer lugar la ARN y después la ARP.

2.2.2. Amplitud de acomodación monocular

La amplitud de acomodación monocular (AAM) se determinó mediante el método de la lente negativa. Se pidió al sujeto que mirara una línea horizontal de letras correspondiente a una AV de Snellen de 0.7 que se presentó a 33 cm (Near-point card NC – 1) (figura 9). El examinador adicionaba lentes negativas en pasos de 0.25 D hasta que la tarjeta estaba borrosa de forma mantenida, es decir, el sujeto no podía aclararlo mediante un esfuerzo acomodativo consciente. Se anotó la lente anterior a la borrosidad mantenida. El valor de la AA monocular se calculó como la suma de la potencia negativa adicionada, estando el sujeto emetropizado, más - 2,50 D para compensar la disminución del tamaño de imagen y la distancia de trabajo (Scheiman and Rouse 1994; Scheiman and Wick 1994).

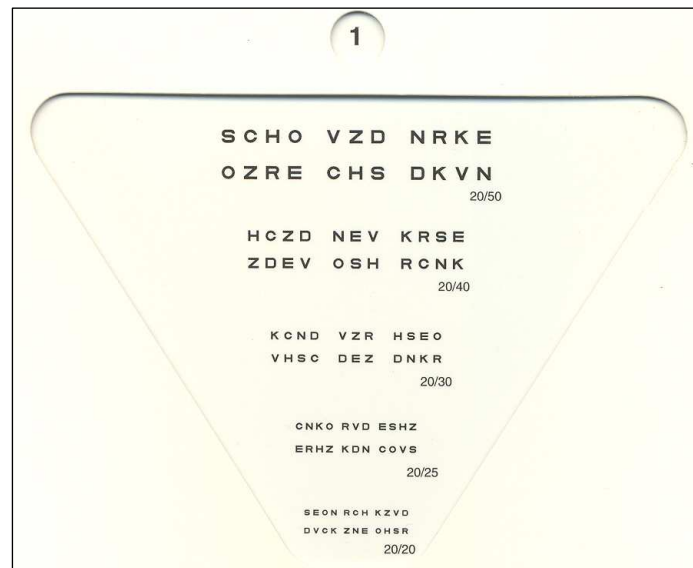


Figura 9. Test para evaluar las pruebas acomodativas de ARN, ARP y AAM (texto 20/30).

2.2.3. Flexibilidad acomodativa binocular

La flexibilidad acomodativa binocular se realizó siguiendo el procedimiento utilizado por Zellers et al. (Zellers et al. 1984). Se utilizó flipper de ± 2.00 D y la lámina modificada de Bernell Acuity Suppression Slide (VO/9). Durante la medida el sujeto llevaba su corrección habitual de lejos y las gafas polarizadas. El paciente sentado cómodamente frente a un atril bien iluminado que soporta la lámina y colocado de forma que el plano de sus gafas se encuentra a 40 cm de dicha lámina (figura 10) Se pidió al paciente que mirase a las letras de la línea n° 5 y diga “ahora” cuando las letras de esa línea estén simples y claras estando presentes las letras de las líneas 4 y 6, en este momento el examinador se encargó de voltear el flipper (Scheiman and Wick 2002; Scheiman and Rouse 1994). Se contabilizó y anotó el número de ciclos (un ciclo significa aclarar lente positiva y lente negativa) conseguidos en 1 minuto (cpm). La medida siempre se inició interponiendo la lente de + 2,00 D.

a)



b)



Figura 10. a) Lámina de Bernell Acuity Suppression Slide (VO/9) y b) Medida de la flexibilidad acomodativa binocular.

2.3. MOVIMIENTOS OCULARES (Developmental Eye Movement test)

El test Developmental Eye Movement (DEM) (figura 11) se llevó a cabo como recomienda García et al. (Garzia et al. 1990) para determinar la habilidad en los movimientos oculares sacádicos o rastreo (Tracking). El niño sentado cómodamente ante una mesa con una inclinación de 30° fue instruido para que no moviese la cabeza ni utilizase el dedo como marcador durante la lectura de los números. Se pidió al sujeto leer en voz alta los números del pretest, para tener la seguridad de que conocía los números que después va a leer durante el test. A continuación se le pidió que leyera en voz alta y con atención los 40 números dispuestos en 2 columnas verticales en los test A (figura 12) y B tan rápido como pudiese. Las columnas de números están ampliamente separadas en cada lámina y el sujeto debía mover los ojos de arriba abajo no realizando movimientos sacádicos horizontales. Se anotó el tiempo vertical total (V) como la suma de los tiempos (segundos) tardados en completar el test A y B. A continuación se pasó el test C (figura 13), se le pidió al niño que leyera en voz alta y con atención los mismos 80 número leídos anteriormente, ahora dispuestos en 16 filas y cinco

números en cada fila espaciados al azar tan rápido como fuese posible. El tiempo en completar el test C se anotó y se ajustó (tiempo Horizontal Ajustado H_{aj}) en función de los errores de omisión (o) o adición (a) cometidos, según la siguiente fórmula:

$$H_{aj} = tiempo \frac{80}{80 - o - a}$$

El ratio (H/V) se calculó dividiendo el tiempo horizontal y el vertical. El tiempo vertical, tiempo horizontal y ratio se compararon con el valor medio obtenido para cada edad por los autores del test y así se determinó si el niño presentaba un problema de rastreo en los movimientos oculares (tracking), problemas de automaticidad visuoverbal o de ambos. El test DEM proporciona tablas normativas para cada edad indicando en qué percentil se encuentra el niño en los tres resultados. Aunque los autores no proporcionan recomendaciones específicas sobre el rango del percentil en el que se encuentra el niño, los niveles usados en la práctica son: percentil superior a 31 se considera normal, percentil entre 31 y 16 sospechoso y percentil inferior a 16 anómalo (Rouse 2006). Más importante que el valor del percentil individual son las cuatro tipologías o categorías descritas por Garzia et al. (Garzia et al. 1990):

Tipo I = tiempo horizontal, vertical y ratio normal según edad.

Tipo II = tiempo vertical normal con valores altos en tiempo horizontal y ratio indicativo de problemas en movimientos sacádicos o de rastreo horizontal.

Tipo III = Valores altos en tiempo horizontal y vertical pero ratio normal indicativo de problemas en la automaticidad del componente verbal.

Tipo IV = incremento en tiempo vertical y horizontal con ratio alto: combinación de tipo II y III, indicativo de problemas en movimientos de rastreo horizontal y dificultades en automaticidad visuoverbal.

Para cada niño se anotó: los valores directos en segundos, los percentiles equivalentes en función de la edad y el tipo.

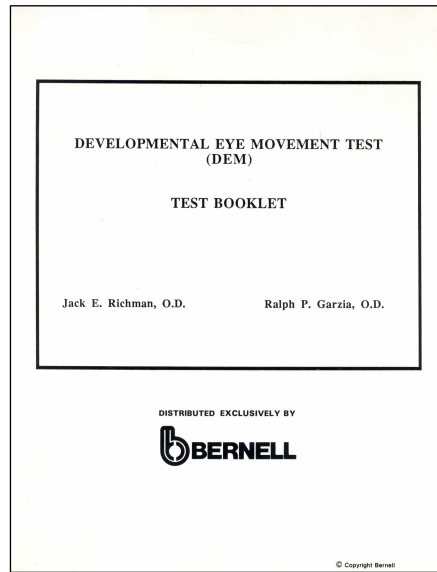


Figura 11. Test DEM

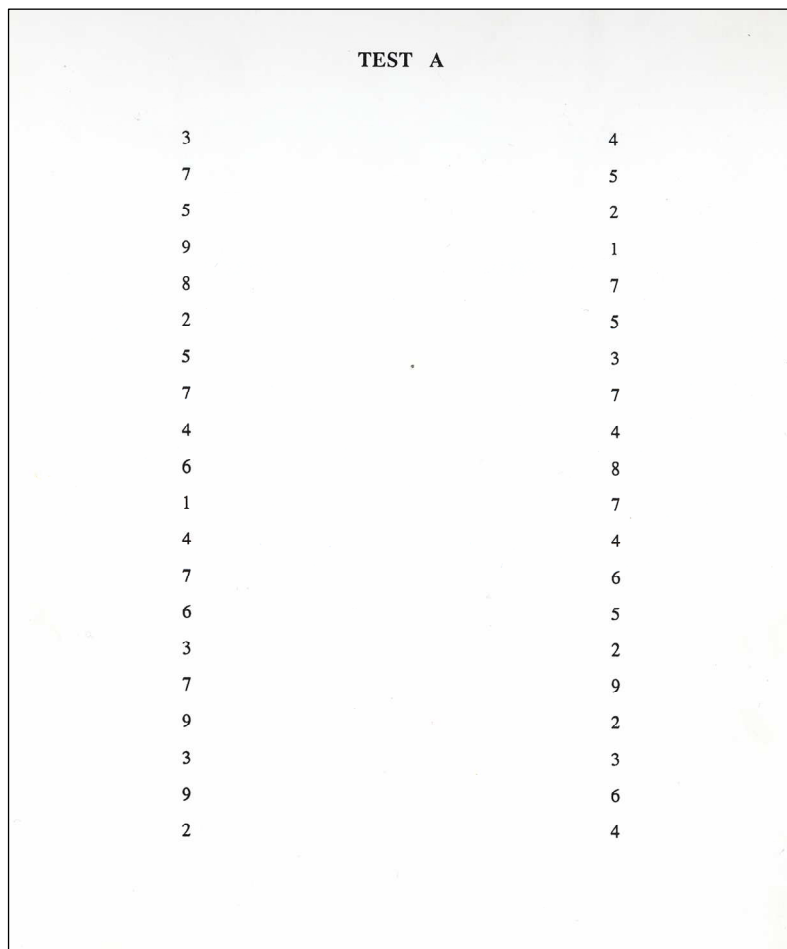


Figura 12. Test A, DEM vertical

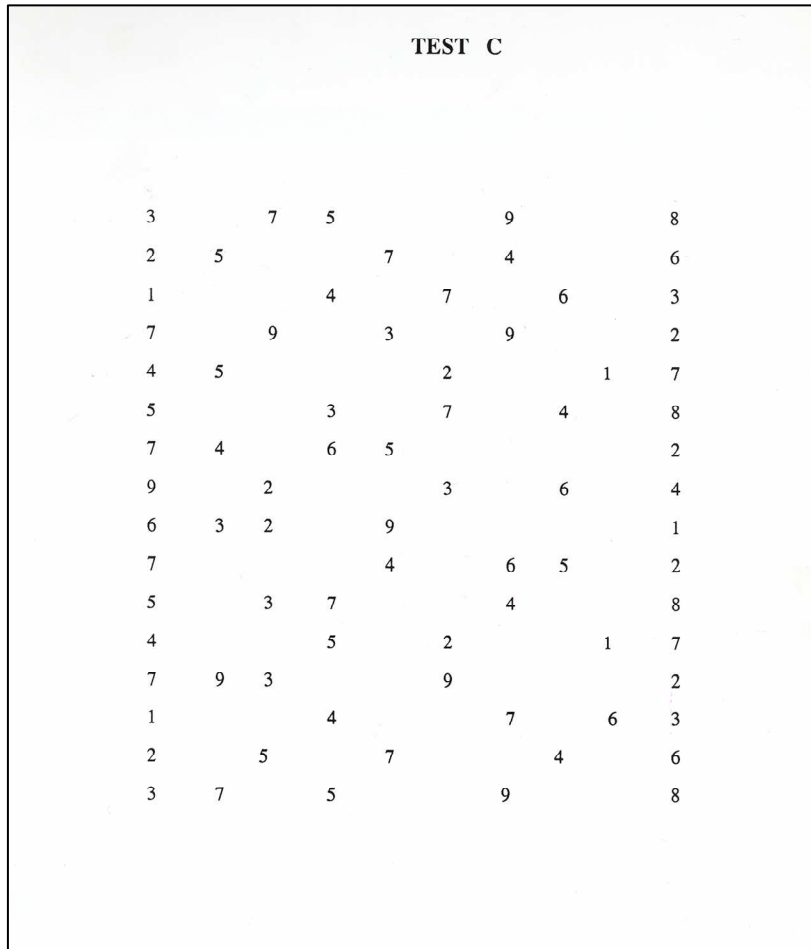


Figura 13. Test C, DEM horizontal

2.4. PERCEPCIÓN VISUAL

En este apartado se describen las pruebas perceptuales de análisis visual (constancia de la forma y memoria visual) y direccionalidad (frecuencia de inversión de Gardner).

2.4.1. Constancia de la forma (CF) y memoria visual (MV)

Las habilidades de análisis visual de constancia de la forma y memoria visual se evaluaron con el test of Visual Perceptual Skills-TVPS (Psychological and Educational Publications, 1477 Rollins RD, Burlingame, CA 94010), que consta de un total de 7 subtest. Cada subtest del TVPS consta de 16 láminas distintas con estímulos cada vez más complejos. Los subtest utilizados para el análisis de la constancia de la forma y la memoria visual son iguales en su construcción, administración y forma de puntuar. Al niño se le indicó que tal vez no pudiera responder correctamente todos los ítems ya que las figuras son cada vez más difíciles. Si el niño, sentado cómodamente frente a una mesa – atril, responde correctamente la lámina A, se continúa con el resto de los ítems hasta que comete 4 errores de 5 presentaciones consecutivas. La puntuación bruta se anota en la hoja de anotaciones como número de respuestas correctas, contadas hasta que falla 4 de 5 estímulos consecutivos y luego se transforma la puntuación bruta en percentil, utilizando la tabla establecida por el test en función de la edad del niño.

Para evaluar la **constancia de la forma**, con el subtest del mismo nombre del TVPS, se le pidió al niño que mirase la figura de arriba y que luego encontrara esa misma figura entre las 5 figuras que se presentaban abajo, aunque fuera más grande, más pequeña, más oscura o esté dada la vuelta (figura 14).

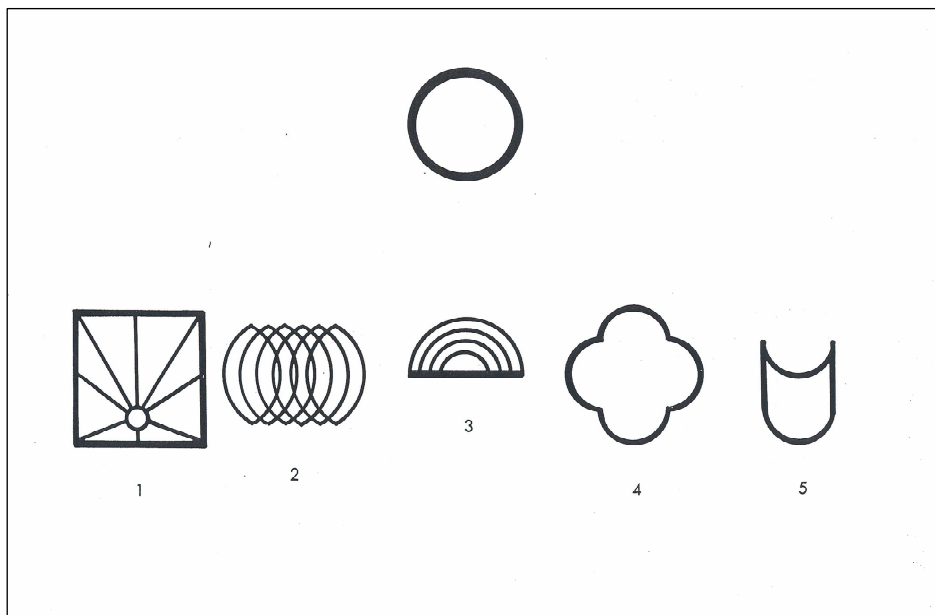


Figura 14. Lámina 2 del test Constancia de Forma (TVPS)

test evalúa la existencia, naturaleza y frecuencia de inversiones de números y letras. El niño, sentado cómodamente frente a una mesa – atril, debía marcar con un lápiz aquellos números y letras del test escritos al revés. En caso de que el niño se diese cuenta de un error se le permitió borrar y marcar nuevamente otra respuesta. El test se puntuó contando el número total de errores y este valor se convirtió en percentil en función del sexo y la edad del niño según las tablas del propio test.

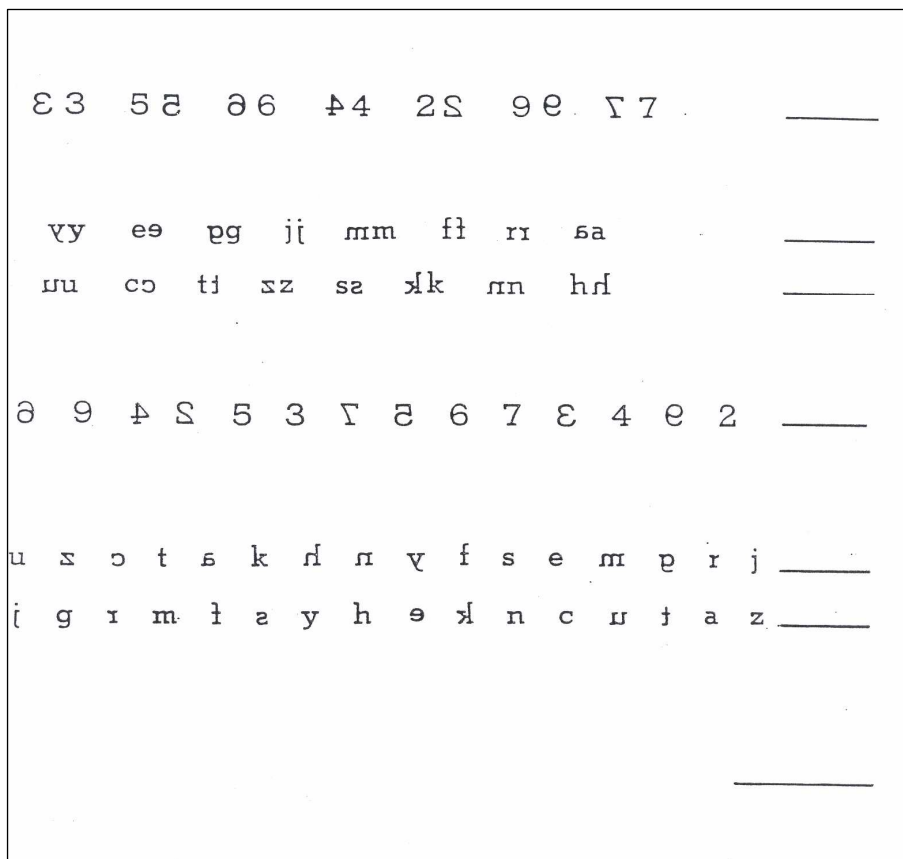


Figura 16. Subtest de reconocimiento del test de frecuencia de inversión de Gardner.

2.5. LECTURA

A continuación se describen las pruebas correspondientes a la lectura: lectura de palabras, lectura de pseudopalabras, velocidad de lectura y comprensión lectora. El test de

lectura utilizado fue Evaluación de los Procesos Lectores PROLEC (Cuetos et al. 2000) para 3^{er} y 4^o curso de primaria y PROLEC-SE (Ramos and Cuetos 1999) para los curso de 5^o y 6^o.

La forma de aplicación de todas las pruebas de lectura fue individual.

2.5.1. Lectura de palabras

La presentación de la lectura de palabras en el test PROLEC para los niños/as de 3^{er} y 4^o curso de primaria consta de 30 palabras dispuestas en 10 filas con tres palabras, formadas por sílabas de diferente complejidad, numeradas en cada fila (figura 17a). Se le explicó la tarea al niño con la hoja de presentación delante y valiéndose de los tres ejemplos que aparecen al principio. La instrucción consistió en indicarle “Lee estas palabras en voz alta”.

La presentación de la lectura de palabras en el test PROLEC-SE para los niños/as de 5^o y 6^o cursos de primaria consta de 40 palabras dispuestas en 10 filas con cuatro palabras en cada fila y formadas por sílabas de diferente complejidad (figura 17b). Se le explicó la tarea al niño con la hoja de presentación delante y la instrucción consistió en indicarle “Lee estas palabras en voz alta”.

a)

<i>casa</i>	<i>barco</i>	<i>prado</i>
<i>grano</i>	<i>olmo</i>	<i>salto</i>
<i>pueblo</i>	<i>tronco</i>	<i>fuerza</i>
<i>tierra</i>	<i>duende</i>	<i>prisa</i>
<i>culpa</i>	<i>este</i>	<i>crystal</i>
<i>viaje</i>	<i>pierna</i>	<i>planta</i>
<i>droga</i>	<i>arco</i>	<i>tarta</i>
<i>grande</i>	<i>disco</i>	<i>piedra</i>
<i>siempre</i>	<i>ancho</i>	<i>isla</i>
<i>clase</i>	<i>fuego</i>	<i>gente</i>
<i>blando</i>	<i>viento</i>	<i>pluma</i>

b)

<i>fuente</i>	<i>revolución</i>	<i>cuervo</i>	<i>calavera</i>
<i>libre</i>	<i>primavera</i>	<i>embarcadero</i>	<i>vena</i>
<i>cabalgata</i>	<i>junco</i>	<i>doble</i>	<i>aterrizaje</i>
<i>molde</i>	<i>orificio</i>	<i>vientre</i>	<i>humanidad</i>
<i>suave</i>	<i>perspectiva</i>	<i>leño</i>	<i>latifundio</i>
<i>arbitrario</i>	<i>miga</i>	<i>conversación</i>	<i>acto</i>
<i>evolución</i>	<i>imaginación</i>	<i>triste</i>	<i>siervo</i>
<i>grava</i>	<i>manzanilla</i>	<i>actor</i>	<i>experiencia</i>
<i>universidad</i>	<i>pegajoso</i>	<i>crisis</i>	<i>azabache</i>
<i>juicio</i>	<i>individuo</i>	<i>cofre</i>	<i>rosal</i>

Figura 17. Lectura de palabras del test a) PROLEC y b) PROLEC-SE

En ambos test el niño/a debía leer las palabras por filas. Desde el momento en que comenzó a leer, se puso en marcha el cronómetro para medir el tiempo (segundos) empleado en leer la lista completa de palabras. Se concedió 1 punto por palabra leída correctamente. En la hoja de anotación se señalaron las palabras leídas incorrectamente. Al finalizar, se anotó el número de palabras leídas correctamente y tiempo empleado en leer la lista completa de palabras.

2.5.2 Lectura de pseudopalabras

La forma de presentación de la prueba (figura 18a y 18b), forma de anotación y puntuación fue la misma que la descrita anteriormente para la lectura de palabras. Sólo cambió la instrucción, en la que se le indicó al niño/a: “Ahora vas a leer palabras inventadas, esto es, palabras que no significan nada. Léelas en voz alta”.

a)

<i>neca</i>	<i>tispe</i>	<i>blopa</i>
<i>gralo</i>	<i>olto</i>	<i>salfó</i>
<i>pueclo</i>	<i>trondo</i>	<i>fuérpa</i>
<i>tiella</i>	<i>duenje</i>	<i>priga</i>
<i>culsa</i>	<i>esbe</i>	<i>crispal</i>
<i>viade</i>	<i>pierta</i>	<i>planca</i>
<i>droma</i>	<i>arfo</i>	<i>tarba</i>
<i>granse</i>	<i>dispo</i>	<i>piegra</i>
<i>siendre</i>	<i>ampo</i>	<i>ischa</i>
<i>claje</i>	<i>fuéco</i>	<i>gense</i>
<i>blanso</i>	<i>vienfo</i>	<i>pluca</i>

b)

tugo	caropeto	clasichofa	criscol
flapa	roferola	grafelina	tronfa
plascasida	claso	sipa	grisdalejo
prino	peta	nujarelo	pritosado
trondosica	llarenaje	lane	grafel
fuércho	puendorelo	flaperodo	nuja
llaje	sijapeca	ladesafo	cado
racosijo	tusomigo	barename	rofo
fuercarelo	puense	grisque	raco
bane	petesaran	criscolama	plasco

Figura 18. Lectura de pseudopalabras del test a) PROLEC y b) PROLEC-SE

2.5.3. Velocidad de lectura de un texto (ppm)

La velocidad de lectura se evaluó con un texto que incluye signos de puntuación. El texto con el que se evaluó la velocidad de lectura en el test PROLEC destinado a 3^{er} y 4^o curso de primaria es un pasaje contextual de 98 palabras distribuidas en 11 líneas (figura 19). La instrucción consistió en indicarle “Aquí tienes un bonito cuento para que lo leas en voz alta. Léelo con claridad y buena entonación, como si estuvieras contándoselo a tus compañeros de clase”.

El texto con el que se evaluó la velocidad de lectura en el test PROLEC para los cursos de 5^o y 6^o de primaria es un pasaje contextual de 294 palabras distribuidas en 26 líneas (figura 20). La instrucción consistió en indicarle “Vas a leer lo mejor posible este texto hasta el final”.

Desde el momento en que el niño/a comenzó a leer, se puso en marcha el cronómetro para medir el tiempo (segundos) empleado en leer el texto completo. Al finalizar, se anotó la exactitud de la lectura y el tiempo que tarda en leerlo. Después, se transformó su velocidad lectora en número de palabras por minuto (ppm), según las tablas ofrecidas por el test.

Después de salir del cole, Juan fue al parque a ver a sus amigos los animales. Enseguida vio un grupo de palomas que volaban y jugaban por los aires. ¡Qué suerte! exclamó Juan. ¡Cómo me gustaría volar! Estaba tan distraído que ni siquiera vio a su madre acercarse. Por eso se asustó un poco cuando oyó que le preguntaban: ¿Qué miras? Estaba pensando lo bonito que es volar. Mamá ¿por qué nosotros no podemos volar? Porque nosotros tenemos otras ventajas, le respondió la madre. ¿Te refieres al hecho de que podemos hablar? Ésa es una de ellas.

Figura 19. Texto velocidad lectora PROLEC.

MALDITO APÉNDICE

El cirujano, después de hurgar un buen rato en el abdomen del paciente, al que estaba operando de apendicitis, se dio por vencido. Después de limpiarse los guantes de goma en su bata blanca, se puso a darle cachetitos en las mejillas para despertarle de la anestesia.

– ¿Qué ocurre? - se sobresaltó el paciente abriendo los ojos -.

– ¡Perdone que le moleste! ¿Podría indicarme dónde tiene usted el apéndice?

– ¿Y me despierta para preguntarme esa bobada? - se indignó el enfermo bostezando -.

A lo que respondió el cirujano enfadado:

– ¡Para eso le despierto!, porque llevo un cuarto de hora buscándolo y no doy con él.

– ¡Caray!, pues no sé decirle con exactitud, gruñó el paciente entornando los párpados para no desvelarse. Supongo que lo tendré como todo el mundo: en la tripa.

– ¡En la tripa! - remedó el cirujano -. ¡Como si la tripa fuese un bolsillo!

– Mire doctor, lo que quiero es seguir durmiendo y que acabe de operarme.

– Para eso tendría que encontrar su maldito apéndice. Y si usted no me dice dónde lo ha escondido...

– ¿Cómo quiere que me acuerde? - contestó el enfermo, incorporándose ligeramente de la cama de operaciones -. Uno no puede acordarse dónde tiene cada víscera.

– Pues a mí, plín - se plantó el cirujano, cruzándose de brazos -. Si no me ayuda peor para usted.

– Espere - hizo memoria el paciente -. ¿Ha mirado en el intestino grueso?

– Pues claro - se ofendió el cirujano -. ¿Cree usted que me chupo el bisturí? Lo he recorrido de cabo a rabo.

– Yo juraría que siempre lo tuve allí, se extrañó el pachucho. Quizá se haya caído debajo del hígado.

– Tampoco. Debajo del hígado sólo encontré unas virutas de cirrosis.

– ¡Aquí está ese picaruelo!, exclamó el operador apresando con una pinza el organillo perseguido, que se contorneaba como una lagartija.

Figura 20. Texto velocidad lectora PROLEC-SE.

2.5.4. Comprensión lectora.

Se le pide al niño que lea un texto en voz baja y después se cierra el cuadernillo y se le hacen unas preguntas del texto leído para comprobar si ha extraído el significado de lo leído.

La prueba de comprensión de textos para los niños/as de 3^{er} y 4^o curso consistía en leer 4 pequeños textos (figura 21) y después de la lectura de cada texto se le hicieron 4 preguntas del texto leído (figura 22); en total se le hacen 16 preguntas. La instrucción que se le dio al

niño/a fue: “Te voy a presentar unos pequeños textos para que los leas. Léelo con atención porque después de que termines te haré unas preguntas sobre ellos”.

Para los niños/as de 5º y 6º curso la prueba consistía en leer dos textos mas largos y de cada texto se le hacen 10 preguntas al terminar de leerlo; 20 preguntas en total (figura 23). La instrucción que se le dio al niño/a fue: “A continuación vas a leer un texto titulado – Los Esquimales – Tu tarea consistirá en extraer y recordar la mayor cantidad de información posible para poder responder después a unas preguntas sin el texto delante.

Los criterios de corrección fueron valorar con 1 punto cuando la respuesta del alumno contenía la idea principal del criterio de corrección y con 0 puntos si la respuesta era excesivamente vaga, imprecisa o no respondía a la idea del criterio descrito en el test. Los criterios específicos de valoración con 1 punto vienen descritos en el test para cada texto.

Era el cumpleaños de Marisa y allí estaban todas sus amigas esperando a que empezara la fiesta. De repente, oyeron un ruido en la cocina y cuando entraron vieron que el gato había tirado la tarta. Marisa se puso muy triste porque ya no podría apagar las velas. Pero en ese momento llegó su padrino con una gran tarta de regalo y todos se pusieron muy contentos.

Figura 21. Texto -2- comprensión lectora PROLEC

5. *¿Qué estaban esperando las amigas de Marisa? (que empezara la fiesta)*
6. *¿Qué era el ruido que oyeron en la cocina? (la tarta al caer)*
7. *¿Por qué no podría Marisa apagar las velas? (porque se había estropeado la tarta)*
8. *¿Qué trajo el padrino de Marisa? (una gran tarta)*

Figura 22. Preguntas del texto -2- comprensión lectora PROLEC

LOS ESQUIMALES

El medio natural en que vive el pueblo esquimal es uno de los más duros de la Tierra. No conocen la estación cálida, el sol no luce durante los nueve o diez largos meses de invierno y la fría noche ártica sólo se ilumina de vez en cuando por las auroras boreales.

El mar está cubierto de un gran banco de hielo durante las tres cuartas partes del año. Cuando se produce el deshielo parcial, en los meses que van de julio a septiembre, se puede navegar por los canales formados entre bloques de hielo que se desprenden, sorteando los icebergs desprendidos de los glaciares continentales. Pero el esquimal se ha mostrado lo bastante rico en recursos no sólo para vivir en las regiones más septentrionales de la Tierra, sino incluso para disfrutar de una vida hasta cierto punto confortable.

La fauna le proporciona prácticamente todo lo que necesita para su alimentación, vestido y vivienda: aceites animales para el alumbrado y para cocinar los alimentos, carne de pescado, de foca, de oso blanco, pieles y cueros. Los materiales de construcción para su casa de invierno, el iglú, proceden del mismo hielo. Pero la fauna tiene sus límites y cuando sus migraciones periódicas la alejan de las zonas en que viven los hombres, el hambre puede hacer desaparecer colectividades enteras de esquimales.

Los habitantes del Ártico van cubiertos de pieles de los pies a la cabeza. Sus medios de locomoción son el trineo, para deslizarse sobre la superficie del hielo, y el kayak, canoa cubierta y con una pequeña abertura redonda en la superficie, en la que se sienta el esquimal prácticamente hundido entre pieles.

La historia de los esquimales, tal como puede reconstruirse a través de los relatos de los exploradores de finales del siglo XIX y comienzos del XX, es una historia de lucha con la Naturaleza, en la que los periodos de prosperidad y crecimiento iban seguidos de periodos de hambre que reducían las comunidades y llegaban a poner en peligro la vida de determinadas poblaciones.

Figura 23. Texto -1- comprensión lectora Prolec-SE.

2.6. SÍNTOMAS

A continuación se describe el cuestionario de síntomas que fue completado por el optometrista con la información aportada por los niños y los padres.

Se utilizó el cuestionario de síntomas Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS) que consta de 15 preguntas para identificar anomalías binoculares o acomodativas y valorar la eficacia del tratamiento en pacientes sintomáticos validado por Borsting et al. (Borsting et al. 2003b) (anexo III). Todas las preguntas se refieren a síntomas durante la lectura o el trabajo de cerca. Se leyó cada cuestión del CISS a cada niño/a y en caso de que el niño presentara ese síntoma éste debía indicar la frecuencia con la que ocurría, el optometrista anotaba la respuesta del paciente en el propio cuestionario. La frecuencia se puntuaba según el síntoma ocurriera: nunca (0), infrecuentemente (1), a veces (2), bastante frecuente (3) y siempre (4). La puntuación del CISS se obtuvo sumando los puntos de las 15 cuestiones pudiendo ser el rango de puntuación de 0 a 60.

3. PROTOCOLO

A continuación se expone el protocolo seguido para realizar las pruebas a cada niño/a de forma individualizada. Los niños/as que aceptaron participar en el estudio tras la selección previa realizada en el colegio y descrita en el apartado sujetos, acudieron fuera del horario escolar a la consulta donde se realizaban las evaluaciones.

Las pruebas se realizaron en una consulta optométrica que constaba de un gabinete y una sala contigua. Los datos personales se trataron de forma anónima, ya que los objetivos del proyecto no implicaban relacionar los resultados con una persona en particular.

En la primera visita se realizaron las pruebas descritas a continuación y que permitían incluir o no a los niños/as en el estudio, tanto los de grupo estudio (niños con problemas de lectura) como los del grupo control (niños/as sin problemas de lectura). Si el sujeto cumplía los criterios de inclusión para ser asignado a uno de los grupos se continuaba con el resto de las pruebas a estudiar. A su vez el grupo estudio, niños con problemas de lectura, en esta primera sesión fue asignado de forma aleatoria a grupo estudio con tratamiento de filtro

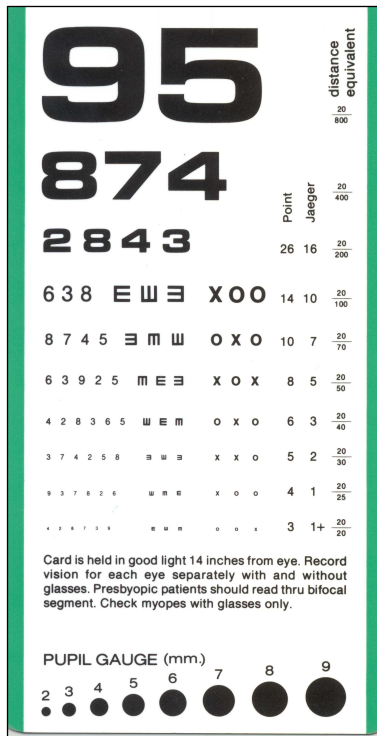
amarillo o a grupo estudio sin tratamiento. A los tres meses se repitieron las medidas en el grupo estudio con tratamiento y en el grupo estudio sin tratamiento.

3.1. MEDIDA INICIAL

En la cita para realizar la medida inicial los padres firmaron el consentimiento informado (anexo I) y se evaluaron las características optométricas del sujeto para decidir su inclusión en la investigación según los criterios establecidos en el apartado “**sujetos**”. Las pruebas fueron las siguientes:

- La historia clínica que constaba de numerosas preguntas referentes a: datos personales, queja principal, historia ocular, historia médica, historia del desarrollo, exámenes anteriores tratamientos, historia educacional, comportamiento y atención, historia educacional familiar (anexo II).
- Agudeza visual de lejos monocular y binocular mediante optotipo de Snellen proyectado en una pantalla situada a 6 m (proyector Takagi P-30). Para medir la agudeza visual de cerca (40 cm) monocular y binocular se utilizó la tarjeta decimal de números (figura 24 a).
- Cover test de lejos y cerca para descartar posibles estrabismos.
- Evaluación de versiones y ducciones para descartar hipo e hiperactuaciones musculares.
- Retinoscopia estática (retinoscopio Welch Allyn y reglas de retinoscopia) (figura 24 b), queratometria (Topcon OMTE-1) y examen subjetivo para valorar el posible error refractivo (proyector Takagi P-30 y foroptero Topcon VT-SE).
- Visión del color con el test de Ishihara (Kanehara Trading Inc.; CE Luneau, S.A.) de forma binocular para detectar posibles anomalías congénitas al color (rojo/verde).

a)



b)



Figura 24. a) Carta de AV VP decimal de números b) Retinoscopio, oftalmoscopio y reglas de retinoscopía.

Si el niño/a cumplía los criterios de inclusión, en la misma sesión se realizaban las medidas clínicas. En esta primera sesión se empleó 1h y 30 minutos aproximadamente con cada niño/a.

La tabla 2 recoge las medidas clínicas que se realizaron, primero todo el grupo de pruebas con foróptero (primero de lejos y luego de cerca) y después aquellas en espacio libre o fuera de foróptero. De esta forma se consiguió minimizar el tiempo de evaluación y el consiguiente cansancio del paciente. El orden fue el siguiente:

Tabla 2. Pruebas estudiadas agrupadas en función de la distancia de ejecución y si se realizaron con o sin foróptero.

	PRUEBAS CON FORÓPTERO	PRUEBAS SIN FORÓPTERO
CERCA		9. Estereoagudeza 10. Punto próximo de convergencia (PPC)
LEJOS	1. Foria de lejos 2. Vergencias fusionales de lejos	
CERCA	3. Foria de cerca 4. Relación AC/A ratio 5. Vergencias fusionales de cerca 6. Acomodación relativa negativa (ARN) 7. Acomodación relativa positiva (ARP) 8. Amplitud de acomodación monocular (AAM)	11. Flexibilidad acomodativa binocular 12. Movimientos oculares (DEM) 13. Constancia de la Forma 14. Memoria Visual 15. Direccionalidad-Frecuencia de inversiones. 16. Pruebas de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras, velocidad lectora, comprensión lectora).

Las fichas utilizadas para recoger los datos de cada participante se incluyen en los anexos: II (historia clínica), III (cuestionario de síntomas), IV (ficha de pruebas preliminares, función binocular y acomodativa), V (ficha de pruebas de percepción visual), VI (registro de los movimientos oculares, DEM), VII (registro de constancia de la forma y memoria visual), VIII (frecuencia de inversiones), IX (registro lectura PROLEC) y X (registro lectura PROLEC-SE).

Los niños del grupo control, sin problemas de lectura, fueron evaluados en una única sesión en la que se evaluaron las habilidades binoculares y acomodativas del sujeto.

Los niños con problemas de lectura asignados al grupo estudio sin tratamiento, en caso de no necesitar corrección óptica, al finalizar la primera sesión se les dio cita para la segunda evaluación tres meses después. En caso de necesitar refracción vinieron a recoger sus gafas con lentes no coloreadas cuando las tuvimos montadas y ese día se les dio la cita para tres meses después.

Todos los niños con problemas de lectura asignados al grupo con tratamiento tuvieron que venir a la consulta una vez tuvimos montadas sus gafas con el filtro amarillo ya fuera con lentes neutras o con la refracción que requirió el sujeto (siempre dentro de los rangos de ametropía establecida en los criterios de inclusión). El día que recogieron las gafas se les dio la cita para ser vistos tres meses después.

3.1.1. Fabricación y adaptación de las lentes oftálmicas

Una vez terminada la primera medida en los niños/as con problemas de lectura (grupo estudio), si el niño/a necesitó prescripción, se le mostraron las posibles monturas de gafas donde se pondrían las lentes (con o sin filtro amarillo según el grupo al que perteneciera). Una vez elegida la montura se anotó un número de referencia que identificaba a cada sujeto, la prescripción requerida para cada ojo, el tipo de lente a fabricar y montar: orgánica con tratamiento antirreflejante sin filtro amarillo u orgánica con filtro amarillo 450 y tratamiento antirreflejante y la distancia interpupilar. Esto fue enviado a Prats Optical S.A. para la fabricación y adaptación de las lentes a la montura. El laboratorio una vez terminada la gafa lo devolvió al centro optométrico, desde donde se llamó a la familia para que pasara a recoger la gafa terminada (figura 25).

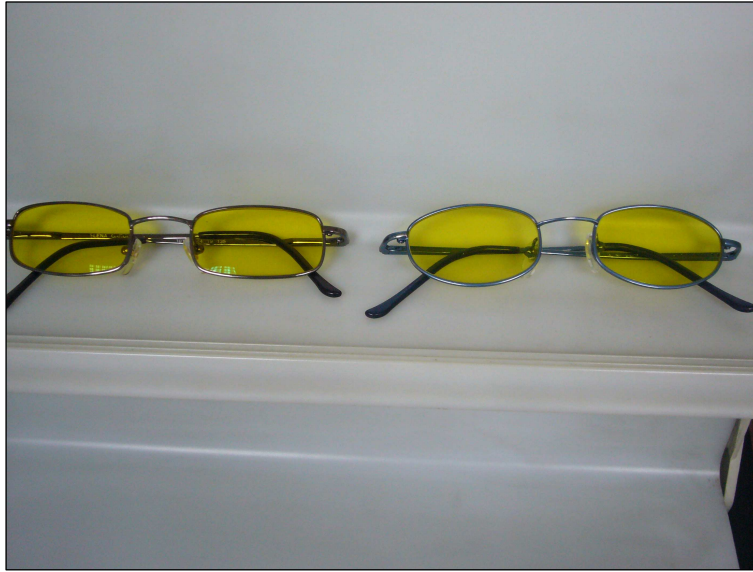


Figura 25. Gafas con el filtro amarillo 450.

Se ajustó la gafa adecuadamente a la cara del niño/a y se les emplazó para la próxima visita tres meses después. Se les indicó que en caso de pérdida o rotura de la gafa o lentes se pusieran en contacto para reemplazarla. A los niños que se les prescribió el uso de gafas sin tratamiento coloreado y aquellos que debían llevar las gafas con el filtro amarillo se les indicó, en presencia de los padres, cómo debían utilizarlas tanto en el colegio como en casa durante los tres meses siguientes. Para una utilización más responsable recomendábamos a los padres hablar con los profesores para que les recordaran el uso de la gafa en clase.

3.2. MEDIDA A LOS TRES MESES

En la segunda visita, se evaluó nuevamente la agudeza visual (AV) de lejos monocular y binocular, así como la agudeza visual de cerca monocular y binocular, para verificar que no se había producido ningún cambio que pudiera alterar las medidas clínicas. Se completó nuevamente el cuestionario de síntomas (anexo III) y se realizaron el resto de las pruebas estudiadas de igual manera que en la primera visita (tabla 2).

Los niños pertenecientes al grupo estudio con tratamiento utilizaron el filtro amarillo para realizar todas las pruebas, ya fuera en gafa o en el foróptero con la mejor corrección óptica. Para realizar las pruebas con foróptero se colocó el filtro amarillo 450 con tratamiento antirreflejante en unos suplementos que se acoplan en los oculares del foróptero (figura 26). Los niños del grupo estudio sin tratamiento realizaron las pruebas con la mejor corrección en caso necesario. El tiempo empleado en la segunda evaluación fue aproximadamente 1h.



Figura 26. Foróptero con el filtro amarillo 450.

4. FILTRO AMARILLO

El filtro seleccionado para este estudio fue el 450 de Prats Optical, S.A. (color residual amarillo). Los filtros de absorción se llaman normalmente lentes tintados mientras los lentes sin color se denominan “blancos”. Un tinte es asociado con una cierta calidad y profundidad de color, que se describe como la densidad de la lente. La función de estos lentes es alterar la energía radiante que alcanza el ojo para mejorar la función visual. Esto se lleva a cabo mediante la absorción o reflexión de todas las radiaciones ópticas en el mismo grado (filtros de densidad neutra) o mediante la absorción selectiva de solamente ciertas longitudes de onda de las radiaciones ópticas.

Las características de absorción o reflexión de un lente tintado pueden ser descritas de numerosas maneras. La transmitancia es la relación de la cantidad de energía radiante transmitida a través del filtro con respecto a la cantidad incidente en su superficie frontal. A menudo se expresa como un porcentaje. La curva de transmitancia espectral es una curva de la transmitancia del filtro en función de la longitud de onda de la energía radiante. Para cada longitud de onda (λ), se mide la transmitancia (T_λ) del filtro.

Un método de maximizar la transmitancia de un filtro coloreado, es la aplicación de un tratamiento antirreflejante. Tiene la ventaja de suprimir la luz reflejada residual y tratar los efectos inferenciales de las capas suplementarias; la energía no reflejada es transmitida en la cadena de ondas refractadas y el poder de transmisión de las lentes aumenta. Por este motivo se ha elegido un filtro con tratamiento antirreflejante.

El filtro de corte seleccionado Prats Optical 450 tenía las siguientes características:

- La curva de transmitancia (figura 27) muestra el corte del filtro en la longitud de onda de 489 nm para el 50 % de transmisión. Los espectros UV-vis fueron obtenidos con un espectrofotómetro Shimadzu 2401 PC UV-vis a 200 nm/min.

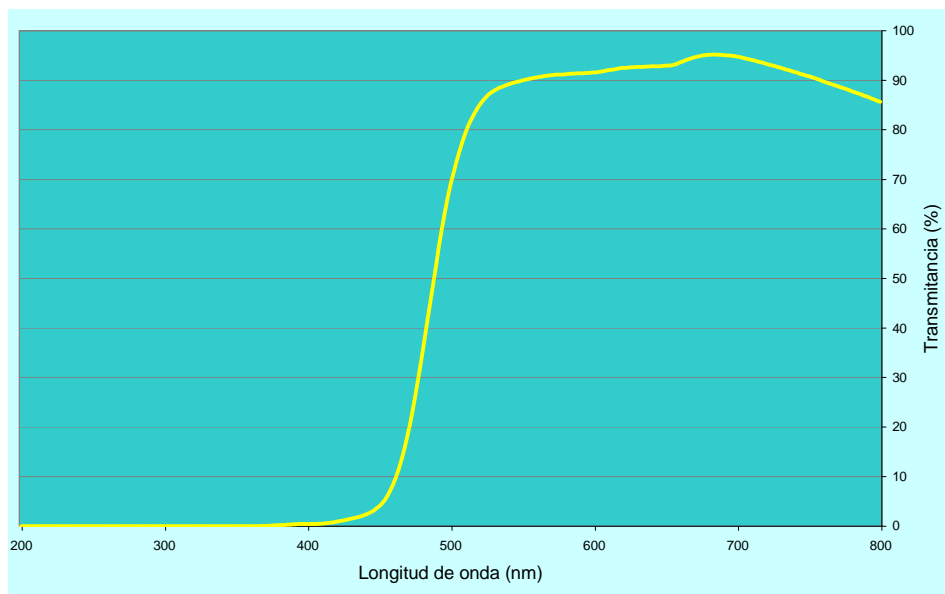


Figura 27. Curva de transmitancia espectral del filtro 450 Prats Optical.

- Tratamiento antirreflejante con una reflexión residual del 0,4%

El filtro se aplicó en las lentes con la refracción del niño o en lentes neutras y montadas en una gafa.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El cálculo y análisis estadístico fueron realizados con el software SPSS para Windows, versión 15.00 y el software Statgraphics plus, versión 5.1.

Se calculó el valor medio y la desviación estándar para cada variable de la función binocular, función acomodativa, movimientos oculares (DEM), pruebas de percepción visual, pruebas de lectura y síntomas evaluada en la medida inicial. Los valores medios de la función binocular y acomodativa de los niños con problemas de lectura se compararon con los datos obtenidos en el grupo control mediante la *t* de Student para datos independientes. Los valores medios de movimientos oculares (DEM), de percepción visual, lectura y síntomas de los niños/as con problemas de lectura se compararon con los datos normativos. La influencia del curso escolar en la función visual y lectura se analizó mediante el análisis de varianza (ANOVA).

Se calculó el valor medio y la desviación estándar de la medida inicial y la medida obtenida a los 3 meses de la función binocular, función acomodativa, movimientos oculares (DEM), pruebas de percepción visual, pruebas de lectura y síntomas en el grupo estudio de niños con problemas de lectura, según tuvieron o no tratamiento con filtro amarillo durante tres meses. Para valorar las diferencias entre la medida inicial y la realizada a los tres meses se aplicó la “*t*” de Student para datos pareados tanto en el grupo que siguió el tratamiento con el filtro amarillo como en el grupo que no tuvo tratamiento.

Para valorar el efecto del tratamiento con filtro amarillo sobre las variables de la función visual y las variables de lectura se calcularon los incrementos relativos obtenidos tanto para el grupo estudio que llevó tratamiento como para el grupo estudio que no llevó tratamiento. Para valorar las diferencias en los incrementos relativos obtenidos de las variables de la función visual y la lectura se aplicó la “*t*” de Student para datos independientes en ambos grupos

El análisis de regresión lineal se utilizó para evaluar la relación entre la velocidad lectora y las distintas variables de la función visual.

Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando el P-valor fue inferior a 0.05.

Las figuras se realizaron con el programa de gráficas científicas Sigma Plot 10.0.

RESULTADOS

1. RESULTADOS DE LA MEDIDA INICIAL

En esta primera parte se describen las características refractivas y clínicas de los niños/as que participaron en la primera medida y se comparan los resultados de la visión binocular y la acomodación obtenidos en niños/as con problemas de lectura (grupo estudio) con los obtenidos en niños/as lectores normales (grupo control).

También se presentan los valores obtenidos en el test del Desarrollo de los Movimientos Oculares - Development Eye Movement Test (DEM) y los resultados obtenidos en las habilidades de percepción visual obtenidas por niños/as con problemas de lectura y se comparan con los valores normativos y según el percentil por curso escolar o edad proporcionados por el test. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de lectura por los niños/as con problemas de lectura y se comparan con el valor medio que ofrece el test PROLEC y PROLEC-SE por curso escolar. También se presentan los resultados obtenidos por el grupo estudio en el cuestionario de síntomas. Por último, se presenta la relación entre la función visual y la velocidad lectora (ppm) de los niños con problemas de lectura.

1.1. SUJETOS

La población del grupo estudio en la medida inicial consistió en 87 niños/as, 30 niñas y 57 niños con problemas de lectura pero sin dislexia. El rango de edad que comprendía a los sujetos del estudio recogía edades desde los 8 años hasta los 13 años ($9,2 \pm 1,1$); que en el momento de realizar las medidas cursaban los cursos de tercero a sexto de primaria (44 de tercero, 22 de cuarto, 15 de quinto y 6 de sexto curso). El grupo control estuvo formado por 32 niños/as, 14 niñas y 18 niños, de igual rango de edad que el grupo estudio ($9,3 \pm 1,2$) pero sin problemas de lectura, también pertenecientes a los curso de tercero a sexto (11 de tercero, diez de cuarto, nueve de quinto y dos de sexto curso). En la tabla 3 se muestra esta distribución de niños/as según curso, sexo y grupo estudio o control en la primera medida.

Tabla 3. Distribución de niños/as según curso, sexo y grupo estudio o control en la primera medida.

Curso	Grupo estudio			Grupo control		
	Niño	Niña	Total	Niño	Niña	Total
Tercero	32	12	44	6	5	11
Cuarto	10	12	22	6	4	10
Quinto	7	8	15	5	4	9
Sexto	6	0	6	1	1	2
Total	55	32	87	18	14	32

Teniendo en cuenta el error refractivo utilizado como criterio de selección, en el grupo estudio (niños con problemas de lectura), la media del equivalente esférico del error refractivo fue 0.20 ± 0.6 y 0.20 ± 0.6 para el OD y OI respectivamente. 57 (65,5 %) de los niños fueron emétopes, 5 (5,7 %) miopes y 25 (28,7 %) hipermétropes. Sólo se detectó astigmatismo en 8 niños (9,2 %). En el grupo control, la media del equivalente esférico del error refractivo para el OD y OI fue -0.20 ± 0.8 y -0.14 ± 0.8 respectivamente. 20 (64.5%) niños fueron emétopes, 6 (19.4%) miopes y 5 (16.1%) hipermétropes. Se detectó astigmatismo en 5 (16.1%) niños.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la historia clínica (anexo II) realizada a los padres. Algunas de las cuestiones fueron consideradas en el criterio de selección, para incluir en el estudio a los niños con problemas de lectura, el resto para conocer con más detalle características de los sujetos del estudio y hábito lector de su familia.

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de las respuestas a las cuestiones de la historia del caso de los niños con problemas de lectura. Unidades, frecuencia y porcentaje.

Historia del caso	Grupo estudio	
	SI	NO
Presenta quejas	19 (21,8 %)	68 (78,2%)
Usa gafas	10 (11,5%)	77 (88,5%)
Otros tratamientos	6 (6,9%)	81 (93,1%)
Nació a término	79 (90,8%)	8 (9,2%)
Peso Normal al nacer	85 (97,7%)	2 (2,3%)
Exámenes anteriores	49 (56,3%)	38 (43,7%)
Repite o ha repetido curso	9 (10,3%)	78 (89,7%)
Ausencias escolares prolongadas	1 (1,1%)	86 (98,9%)
Hiperactividad	0	87 (100%)
Déficit de atención	0	87 (100%)
Problemas lectura otro familiar	20 (23%)	67 (77%)

La edad de escolarización de los niños del estudio con problemas de lectura, fue a los 3 años (82 niños/as; 94,3%); 4 años (3 niños/as; 3,4%) y 5 años (2 niños/as; 2,3%). El número de libros leídos por los padres al año fue $8,7 \pm 8,6$ y tenían hábito de leer el periódico en casa: nunca 9 (10,3%), diario 48 (55,2%) y una o dos veces por semana 30 (34,5%).

1.2. VISIÓN BINOCULAR

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las habilidades binoculares de heteroforia horizontal, rangos de vergencias fusionales horizontales, AC/A ratio, estereoaudeza y punto próximo de convergencia (PPC) en niños/as con problemas de lectura (grupo estudio) y se comparan con los resultados de niños/as lectores normales (grupo control). Primero se presentan los resultados de la visión binocular en lejos y a continuación los obtenidos para cerca.

1.2.1. Visión binocular de lejos

La tabla 5 compara la media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos encontrados en el grupo estudio y el grupo control.

Tabla 5. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos, para cada curso escolar y grupo total en el grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control (lectores normales). BI (Base Interna); BE (Base Externa). Las unidades de todas las medidas son dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia mientras que los números negativos indican exoforia.

Variables	Grupo Control	Grupo estudio (niños con problemas de lectura)				
	Muestra Total (n = 32)	Muestra Total (n = 87)	Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
Foria	-0,0±1,6	-0,4±1,6	-0,7±1,5	-0,3±1,9	-0,1±1,7	-0,5±1
Rotura BI *	11,1±3,4	9,1±3,0	9,3±3,1	8,6±2,5	9,6±3	8,3±4,4
Recobro BI *	5,0±2,4	3,6±1,9	3,3±1,6	4,3±2,3	4,3±1,6	2±1,8
Borrosidad BE	11,4±6,0	14,2±6,7	13,6±5	12,7±3,3	17,5±13,1	14,5±6,8
Rotura BE	17,8±6,1	19,0±8,3	18,3±7,6	18,9±9,1	22,4±9,5	18,8±6,8
Recobro BE	7,9±3,5	6,0±4,1	5,7±3,8	5,4±3,5	7,5±6	6,7±2,9

* Diferencias estadísticamente significativas entre grupo control y muestra grupo estudio.
Significación estadística al nivel 0.01.

El análisis de la varianza reveló que no existían diferencias estadísticamente significativas en las variables binoculares en lejos entre los cursos escolares de ambos grupos; es decir, el curso escolar o edad no afectó sobre estas variables binoculares. Mediante la t de Student para datos independientes se encontraron diferencias significativas en los valores de rotura base – interna ($F=10.0$; $p=.002$) y recobro base – interna ($F=10.9$; $p=.001$) en las vergencias en visión lejana entre el grupo estudio total y el grupo control. La media de la rotura y el recobro de la base – interna en el grupo estudio fue aproximadamente 2Δ menor que los valores obtenidos en el grupo control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la vergencia de lejos base – externa (borrosidad, rotura y recobro) y la media de la heteroforia horizontal de lejos de los grupos estudio y control.

1.2.2. Visión binocular de cerca

La tabla 6 compara la media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de cerca, los rangos de vergencias fusionales horizontal de cerca, el AC/A ratio, la estereoagudeza y el punto próximo de convergencia (PPC) en el grupo estudio y el grupo control.

Tabla 6. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de cerca y los rangos de vergencias fusionales horizontales de cerca, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC), para cada curso escolar y grupo total en el grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control (lectores normales). BI (Base Interna); BE (Base Externa). Unidades: estereoagudeza, segundos de arco; PPC, centímetros; el resto de unidades, dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia, y los números negativos indican exoforia.

Variables	Grupo Control	Grupo estudio (niños con problemas de lectura)				
	Muestra Total (n = 32)	Muestra Total (n = 87)	Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
Foria	-1,7±3,4	-1,6±3,7	-1,7±3,3	-2,14±4,1	-0,1±4,8	-0,3±4,2
Borrosidad BI	11,5±6,6	13,0±3,8	12,7±4,5	13,7±2,7	14,5±3	11±1,7
Rotura BI	17,6±5,7	18,8±4,7	18,5±4,3	19,3±4,2	19,3±5,8	17±6,5
Recobro BI	9,0±4,45	8,9±3,3	9,2±3,6	9,4±3	7,9±3,3	7,7±2,9
Borrosidad BE	18,7±7,8	18,8±4,6	20±4,2	17,9±4,2	19±9,9	14±0
Rotura BE	25,1±7,2	26,3±7,7	26,4±7,6	25,5±8,3	27,9±6,6	24,5±10,6
Recobro BE	12,4±4,8	12,2±7,1	12,3±7,6	10,5±6,8	14,5±6,6	11,5±5,4
AC/A	2,8±1,7	2,1±1,7	2,2±1,5	2,1±1,6	2,1±2,2	2,2±2,1
Estereoagudeza	23,8±8,6	25,2±11,3	25,9±19,5	23,9±11,3	23,7±7,9	28,3±20,4
Rotura PPC	4,3±2,3	3,7 ± 3,2	3,5±3,5	4±2,8	3,8±3,3	4,3±3,1
Recobro PPC	7,9±3,2	9,1±5,2	8,9±5,8	9,2±4,2	9,8±5,4	8,9±4,2

El análisis de la varianza reveló que no existían diferencias estadísticamente significativas en las variables binoculares en cerca entre los cursos escolares de ambos grupos. Tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la heteroforia horizontal, medias de los rangos de vergencias fusionales horizontales, medias de la relación AC/A ratio, medias de la estereoagudeza y medias del punto próximo de convergencia de los grupos estudio y control cuando se aplicó la t de Student para datos independientes.

Es de señalar que numerosos sujetos fueron incapaces de apreciar el punto de borrosidad de la tarjeta como ya se sugirió en estudios previos (Evans et al. 1994; Rosenfield et al. 1995). La borrosidad en la vergencia fusional horizontal positiva de lejos y cerca fue manifestada por 22 y 12 niños en el grupo estudio y control respectivamente, y la borrosidad de la vergencia fusional horizontal negativa de cerca la manifestaron 27 y 8 niños en el grupo estudio y control respectivamente.

1.3. ACOMODACIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM, OD y OI) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) en niños/as con problemas de lectura y se comparan con los resultados obtenidos en una muestra de niños/as lectores normales.

La tabla 7 muestra la media y la desviación estándar de las variables de la función acomodativa para cada curso escolar y en el grupo total estudio comparado con el grupo control.

Tabla 7. Media y desviación estándar de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM ojo derecho e izquierdo) expresadas en dioptrías (D) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB), expresada en ciclos por minuto (cpm), para cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura) y el grupo control.

Variables	Grupo Control	Grupo estudio (niños con problemas de lectura)				
	Muestra Total (n = 32)	Muestra Total (n = 87)	Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
ARN	1.9 ± 0.6	1.9 ± 0.6	2.0 ± 0.6	1.9 ± 0.7	2.1 ± 0.4	1.5 ± 0.9
ARP	2.3 ± 0.9	2.0 ± 1.3	1.8 ± 1.1	2.3 ± 1.4	2.6 ± 1.4	1.6 ± 1.3
AAMOD *	10.5 ± 1.7	9.1 ± 2.3	8.6 ± 2.0	9.7 ± 2.7	9.6 ± 2.2	9.0 ± 2.4
AAMOI *	10.5 ± 1.8	9.0 ± 2.3	8.5 ± 2.1	9.5 ± 2.6	9.7 ± 2.4	8.9 ± 2.1
BAF * *	6.3 ± 2.9	4.9 ± 3.1	4.1 ± 2.6	5.1 ± 3.3	7.4 ± 3.2	3.5 ± 3.0

* Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo estudio total.

Significación estadística al nivel 0.01.

* Diferencias estadísticamente significativas entre cursos escolares del grupo estudio.

Significación estadística al nivel 0.01.

En ambos grupos, grupo estudio y control, el análisis de la varianza reveló que no hubo diferencias estadísticamente significativas en las variables ARN, ARP y amplitud de acomodación monocular para cada curso escolar. La amplitud de acomodación monocular no mostró diferencias significativas entre los dos ojos en ninguno de los dos grupos. Tampoco se encontraron diferencias significativas en la flexibilidad acomodativa binocular entre los cursos escolares del grupo control. Por el contrario, el análisis de la varianza reveló diferencias significativas entre las medias de flexibilidad acomodativa binocular según curso escolar ($p = .002$) en el grupo de niños con problemas de lectura. El análisis post hoc de

Bonferroni identificó diferencias significativas entre la FAB de quinto y los cursos de tercero ($F=3.36$; $p=.001$) y sexto ($F=3.93$; $p=.036$), obteniendo 3 y 4 cpm más el grupo de quinto que el de tercero y sexto respectivamente.

El análisis de la t de Student para datos independientes encontró que la AAM en el grupo de niños con problemas de lectura fue significativamente menor (OD, $9.1 D \pm 2.3$; OI, $9.0 D \pm 2.3$) que en el grupo control (OD $10.5 D \pm 1.7$, OI $10.5 D \pm 1.7$) para ambos ojos ($F=11.03$ y $F=11.6$; $p=.001$). El valor medio de la FAB en el grupo estudio ($4.9 \text{ cpm} \pm 3.1$) fue significativamente menor ($F=4.9$; $p=.029$) que en el grupo control ($6.3 \text{ cpm} \pm 2.9$). En el resto de variables acomodativas no se encontraron diferencias entre el grupo estudio y el grupo control.

1.4. MOVIMIENTOS OCULARES (DEM)

A continuación se presentan los valores obtenidos en el test del Desarrollo de los Movimientos Oculares - Development Eye Movement Test (DEM) por los niños/as con problemas de lectura comparados con los valores normativos del test (Garzia et al. 1990).

La tabla 8 muestra la media y la desviación estándar del tiempo empleado en completar cada subtest del DEM y el percentil obtenido por los niños con problemas de lectura según curso escolar y se compara con los datos normativos del test proporcionados por el autor (Garzia et al. 1990).

Tabla 8. Media y desviación estándar de los tiempos del test DEM (segundos) y percentil en cada curso escolar de los niños con problemas de lectura (grupo estudio) comparado con los datos normativos proporcionados por el autor del test (Garzia et al. 1990).

Variables			Tercer curso (n = 44)	Cuarto curso (n = 22)	Quinto curso (n = 15)	Sexto curso (n = 6)
DEM Vertical	Grupo Estudio	Tiempo	49,4±11,7	46, 5±6,5	39,3±7,5	38,3±9,2
		Percentil	42,6± 29,3	32 ± 22,3	48,3±27,8	48,3±41,5
	Norma	Tiempo	46,8±7, 9	42,3±8,2	40,3±7,4	37,1±5,4
DEM Horizontal	Grupo Estudio	Tiempo	79,3±20	63,2±10,8	50,9±12,2	53,8±12,4
		Percentil	19,9±22,8	22,6±21,4	39,5±25,7	21,8±30,4
	Norma	Tiempo	57,7±12,3	51,1±13,3	47,6±10,1	42,6±7,6
DEM Ratio H/V	Grupo Estudio	Tiempo	1,6±0,3	1,4±0,2	1,3±0,1	1,4±0,2
		Percentil	17,2±23,3	24,7±22,1	31± 23,3	18,8±32,9
	Norma	Tiempo	1,2±0,2	1,2±0,2	1,2±0,2	1,2±0,1

Los tiempos del DEM vertical y horizontal y el ratio H/V mejoraron significativamente con la edad/curso (DEM vertical, $p= 0.0041$; DEM horizontal; $p< 0.0001$; y ratio H/V, $p= 0.0001$). La media del tiempo del DEM vertical en el grupo de niños con dificultades lectoras fue similar a los datos normativos, pero los valores del tiempo del DEM horizontal en el grupo estudio fueron 20, 12, 3 y 11 segundos más altos y por tanto peor en los niños de tercer, cuarto, quinto y sexto curso de primaria respectivamente que los valores normativos. Esto se reflejó en el percentil obtenido en el DEM vertical en todos los grupos valores superiores a 35. Sin embargo, el percentil en el DEM horizontal y el ratio H/V, excepto en quinto curso, fue inferior a 25 en cada curso, lo que indicó una habilidad de rastreo horizontal deficiente en el grupo estudio.

La tabla 9 muestra el porcentaje de los diferentes tipos de respuesta del test DEM en los niños con problemas de lectura según curso escolar.

Tabla 9. Tipo de respuesta clínica del test DEM mostrada por los niños de cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura). Los valores se expresaron como número de sujetos y porcentaje por curso escolar.

Tipo	Tercer Curso	Cuarto Curso	Quinto Curso	Sexto Curso	Muestra Total
Tipo I	6 (13,6%)	4 (18,2%)	6 (40%)	1 (16,7%)	17 (19,5%)
Tipo II	25 (56,8%)	7 (31,8%)	5 (33,3%)	2(33%)	39 (44,8%)
Tipo III	3 (6.8%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (3,4%)
Tipo IV	10 (22,7%)	11 (50%)	4 (26,7%)	3(50%)	28 (32,2%)

La respuesta de la mayoría de los niños/as fue tipo II o IV ($p = 0.124$). Solo 3 niños pertenecían a la categoría tipo III. De los 39 niños clasificados como tipo II, 25 eran de tercer curso.

1.5. PERCEPCIÓN VISUAL

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las habilidades perceptuales constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones obtenidas en los niños/as con problemas de lectura. En estas pruebas al igual que en el test DEM se analizaron los resultados por curso escolar, ya que la puntuación directa obtenida, se convierte en percentil en función de la edad, para poder conocer el nivel de habilidad del niño en cada área estudiada.

La media de respuestas correctas en el test de constancia de forma y memoria visual y la media de errores en el test de frecuencia de inversión con su respectivo percentil en cada curso y en la muestra total del grupo estudio se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Media y desviación estándar de respuestas correctas en constancia de forma y memoria visual, errores en frecuencia de inversión y percentil medio equivalente para cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura).

Variables		Muestra Total (n=87)	Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
Constancia de Forma	Respuestas	10,3±2,5	10.0±2.4	10.6±1.9	10.6±3.3	10,6±2,3
	Percentil	56,7±27	60.7±6.9	55.6±23.1	52,3± 30	43±33.8
Memoria Visual	Respuestas	9,9±2,9	9.3±3.2	10.9±2.6	9,6 ± 2.4	11,7±2,5
	Percentil	53,8±30,4	54.3±31.1	61.9±32.4	37,7±20.8	61,7±29,5
Frecuencia Inversiones	Errores	9,3±6,2	10.7 ± 6.4	7.3 ± 6.9	9.0 ± 3.6	7,5.0±6,5
	Percentil *	17,7±22,6	17.6±21.9	24.4±24.4	4,2± 6,4	31± 33,7

* Significación estadística al nivel 0,02.

La media del percentil encontrada en constancia de la forma y memoria visual son casi para todos los cursos valores de 50 o superior, es decir normales. El análisis de la varianza mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en función del curso escolar para dichas variables. Sin embargo, en la frecuencia de inversiones los niños/as presentaron un percentil bajo en casi todos los cursos. El análisis de la varianza (ANOVA) mostró que los niños de 5º curso con problemas de lectura presentaban un percentil de errores de inversión significativamente menor que el resto de cursos escolares ($F = 3,21$ y $p = 0.027$).

1.6. LECTURA

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de lectura por los niños/as del grupo estudio y el valor medio que ofrece el test PROLEC y PROLEC-SE para una población del mismo curso (tabla 11). Como el test PROLEC no recoge el tiempo medio empleado en leer palabras y pseudopalabras se ha realizado un cálculo de los valores medios teniendo en cuenta los valores ofrecidos por el PROLEC-R (versión actualizada

recientemente). Esta nueva versión proporciona el tiempo empleado en leer 40 palabras y 40 pseudopalabras mientras que el test PROLEC solo consta de 30 palabras y 30 pseudopalabras.

Para el cálculo se ha seguido la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo lectura 30 palabras PROLEC} = \text{Tiempo lectura 40 palabras PROLEC} - R \times \frac{30}{40}$$

Tabla 11. Media y desviación estándar de las pruebas de lectura para cada curso escolar en el grupo estudio (niños/as con problemas de lectura) y los valores normativos correspondientes. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras son el nº de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Variables		Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
Lectura palabras correctas*	G. Estudio	29,4±0,9	29,3±0,8	36,9±2,7	36,2±3,8
	Norma	29,6±0,6	29,8±0,6	38,9±1,5	37,9±2,1
Tiempo lectura palabras*	G. Estudio	34,2±13,9	29,9±11,2	56,8±16,9	57,3±30,7
	Norma	36,3 ±17,4	29,7±15,5	51,7±17,8	49±15,1
Lectura pseudop. correctas *	G. Estudio	27,3±2,4	27,4±1,5	34,6±3,2	33,6±4,7
	Norma	28,8±1,5	28,8±1,4	37,1±3	35,8±3
Tiempo lectura pseudop.*	G. Estudio	58,6±16	54,2±12,2	81,5±20,4	87,3±36,4
	Norma	55,2±21,8	48,9±20,9	70,8±17,6	67,4±17,8
Tiempo lectura texto*	G. Estudio	83,7±23,2*	65,6±14,9*	227,8±85,3	253±113
	Norma	62,8±19,7	52,7±16,2	94,8±31,7	100,1±29,1
Velocidad lectora (ppm)	G. Estudio	78,7±18,8	89,1±21,8	89,1±17,8	79,7±25,5
	Norma	96±16,2	107±12,4	119±19,6	195±18,3
Comprensión *	G. Estudio	10,5±2,5	10,6±2,9	5,7±4,1 [♦]	10,1±4,3 [♦]
	Norma	12,3±2,8	13,5±2,3	6,4±4,8	6,8±3,9

* Diferencias estadísticamente significativas entre los cursos escolares 3°-4° y 5°-6°. Significación estadística al nivel 0.01.

* Diferencias estadísticamente significativas entre los cursos 3° y 4°. P-valor 0.001

♦ Diferencias estadísticamente significativas entre los cursos de 5° y 6°. P-valor 0.03

En la lectura de palabras y tiempo empleado, la lectura de pseudopalabras y tiempo empleado, tiempo en leer un texto y comprensión de textos se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) entre los valores obtenidos por los niños de 3°-4° curso respecto a los niños/as que pertenecían a 5°-6° curso debido a que el test utilizado en cada curso es diferente, como se describe en el capítulo de sujetos, material y método. Esta es la razón de que los resultados de estas habilidades de lectura se tratarán conjuntamente 3° y 4° curso y de igual forma 5° y 6°. Sin embargo, la velocidad lectora expresada en palabras por minuto (ppm) no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los cursos, esto significa que la velocidad lectora no mejoró en los cursos superiores.

El valor medio de palabras leídas correctamente y el tiempo empleado para realizar esta tarea en los niños/as de 3° y 4° curso son similares a los valores medios del test PROLEC. Los niños de 5° y 6° curso cometieron más errores (aproximadamente 2 palabras) y tardaron 5 y 8 segundos más que la media para su grupo de edad propuesta por el test PROLEC-SE.

En cuanto a la lectura de pseudopalabras y el tiempo empleado en leerlas, los niños de los curso 3° y 4° cometieron 2 errores más y tardaron entre 4 y 5 s más en leerlas que el valor medio ofrecido por el PROLEC. Los niños de 5° y 6° curso cometieron también 2 errores más y emplearon más tiempo (11 y 20 segundos respectivamente) que el valor medio ofrecido por el PROLEC-SE.

Los valores medios de la velocidad lectora (ppm) en todos los cursos escolares fueron menores que los respectivos datos normativos. Los niños de 3° y 4° curso de primaria tardaron más tiempo (21 y 13 segundos respectivamente) en leer el texto y consecuentemente fue menor el número de palabras por minuto leídas (17 y 18 respectivamente) respecto a los valores medios que indica el test para estos grupos de edad. Estas diferencias fueron más marcadas en los niños de los grupos de 5° y 6° curso; estos emplearon 133 y 153 segundos respectivamente más en leer el texto, lo que equivale a que el número de palabras por minuto

leídas fue mucho menor (30 y 116 respectivamente) que los valores esperados para esos cursos.

La comprensión lectora también estuvo disminuida en 3°, 4° y 5° curso respecto a los valores medios ofrecidos por sus respectivos test PROLEC y PROLEC-SE, entre una (5° curso), y dos (3° y 4° curso) respuestas menos en el grupo estudio respecto a los valores normativos. Los niños pertenecientes a 6° curso mostraron una mayor comprensión que los valores medios del test PROLEC-SE.

1.7. SÍNTOMAS

A continuación se presentan los resultados de los síntomas totales obtenidos por el grupo estudio total y en cada curso escolar (tabla 12).

Tabla 12. Media y desviación estándar de los síntomas totales obtenidos en cada curso escolar y grupo total del grupo estudio (niños con problemas de lectura).

Variables	Muestra Total (n=87)	Tercer Curso (n = 44)	Cuarto Curso (n = 22)	Quinto Curso (n = 15)	Sexto Curso (n = 6)
Síntomas totales	15,1 ± 6,4	15,1 ± 7,1	15,2 ± 6,5	15,3 ± 5,5	14,5 ± 2,6

El valor medio de los síntomas totales en cada curso y en el total de la muestra es inferior a 16 puntos. Borsting et al. (Borsting et al. 2003a) consideran un valor ≥ 16 indicativo de una posible anomalía binocular y/o acomodativa.

El análisis de la varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de los síntomas totales en función del curso (tabla 12). El análisis realizado para cada síntoma en particular tampoco mostró diferencias significativas por curso escolar. Por ello a continuación se describe la media y desviación estándar de cada síntoma en el grupo estudio total (tabla 13).

Tabla 13. Media y desviación estándar obtenida para cada síntoma en la muestra total de sujetos con problemas de lectura.

Síntomas		Media \pm DE
S 1	¿Siente ojos cansados cuando lee o hace tareas en VP?	0,66 \pm 1
S 2	¿Siente molestia ocular cuando lee o hace tareas en VP?	0,67 \pm 1
S 3	¿Siente dolor de cabeza cuando lee o hace tareas en VP?	0,49 \pm 0,8
S 4	¿Siente sueño cuando lee o hace tareas en VP?	0,77 \pm 1,1
S 5	¿Pierde concentración cuando lee o hace tareas en VP?	2,2 \pm 1,1
S 6	¿Tiene dificultades en recordar lo que ha leído?	1,89 \pm 1,4
S 7	¿Tiene visión doble cuando lee o hace tareas en VP?	0,24 \pm 0,6
S 8	¿Las palabras se mueven, saltan o parecen flotar cuando lee?	0,11 \pm 0,6
S 9	¿Crees que lees lento?	2,75 \pm 1,4
S 10	¿Duelen los ojos cuando lee o hace tareas en VP?	0,18 \pm 0,6
S 11	¿Están los ojos doloridos cuando lee o hace tareas en VP?	0,28 \pm 0,8
S 12	¿Siente que “le tira” alrededor de los ojos cuando lee o hace tareas en VP?	0,11 \pm 0,5
S 13	¿Nota palabras borrosas o desenfocadas cuando lee o hace tareas en VP?	0,43 \pm 0,9
S 14	¿Se pierde de lugar cuando lee o hace tareas de cerca?	2,0 \pm 1,1
S 15	¿Tiene que volver a leer la misma línea de palabras cuando lee?	2,26 \pm 1,1
S Total		15,1 \pm 6,4

Los síntomas que mostraron valores más altos fueron: pierde concentración (síntoma 5), tiene dificultades en recordar lo que ha leído (síntoma 6), cree que lee lento (síntoma 9), se pierde de lugar cuando lee (síntoma 14) y tiene que volver a leer la misma línea de palabras (síntoma 15).

1.8. RELACIÓN ENTRE LA FUNCIÓN VISUAL Y LA VELOCIDAD LECTORA (PPM).

La relación entre la velocidad lectora y cada variable de la función visual se estudió mediante el análisis de regresión lineal. A continuación se presentan las relaciones que mostraron una correlación significativa con la velocidad lectora (ppm). El tiempo DEM horizontal y la velocidad lectora mostraron una relación moderadamente fuerte y la amplitud de acomodación monocular (AAM), la frecuencia de inversiones y los síntomas totales mostraron una relación moderadamente débil con la velocidad lectora.

1.8.1. Relación entre el tiempo DEM horizontal y la velocidad lectora (ppm)

La figura 28 muestra la relación entre el tiempo DEM horizontal (s) y la velocidad lectora (ppm) cuando se consideró la muestra completa de niños/as con problemas de lectura (a) y por curso escolar (b).

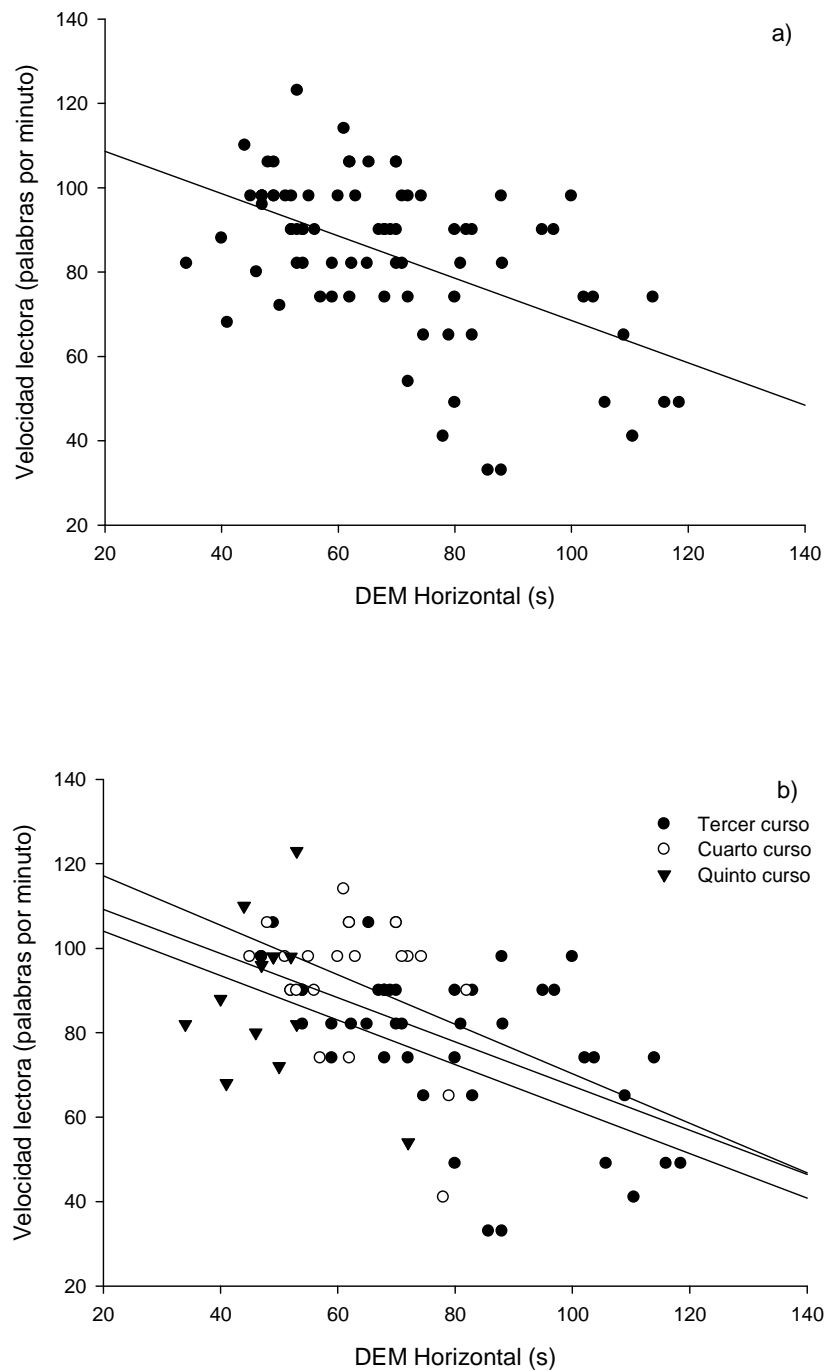


Figura 28. Relación entre el tiempo DEM Horizontal y la velocidad lectora (palabras por minuto) en niños con dificultades de lectura: a) en la muestra completa y b) tercero (línea media, ●), cuarto (línea superior, ○) y en quinto (línea inferior, ▼) curso.

Hubo una relación negativa significativamente fuerte entre el tiempo DEM horizontal y la velocidad lectora (coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.53$, $p < 0.0001$). Así, los

niños que tardaron más en leer el test DEM horizontal mostraron una velocidad lectora menor. Para realizar un análisis más detallado de la relación entre el tiempo horizontal DEM y la velocidad lectora, se consideró cada curso escolar excepto el curso de sexto que solo contaba con 6 sujetos, insuficiente para conseguir potencia estadística. Se realizó un análisis comparativo de regresión entre el tiempo DEM horizontal y la velocidad lectora para cada curso escolar (figura 28 b). No se encontraron diferencias significativas en la pendiente de las tres líneas de regresión.

1.8.2. Relación entre la amplitud de acomodación monocular y la velocidad lectora (ppm)

La figura 29 muestra la relación entre la amplitud de acomodación monocular (AAM) y la velocidad lectora (ppm) cuando se consideró la muestra completa de niños/as con problemas de lectura. Hubo una relación significativa débil entre la amplitud de acomodación monocular y la velocidad lectora (coeficiente de correlación de Pearson $r = 0.21$, $p < 0.05$). Así, niños con amplitud de acomodación monocular más alta mostraron una velocidad lectora mayor.

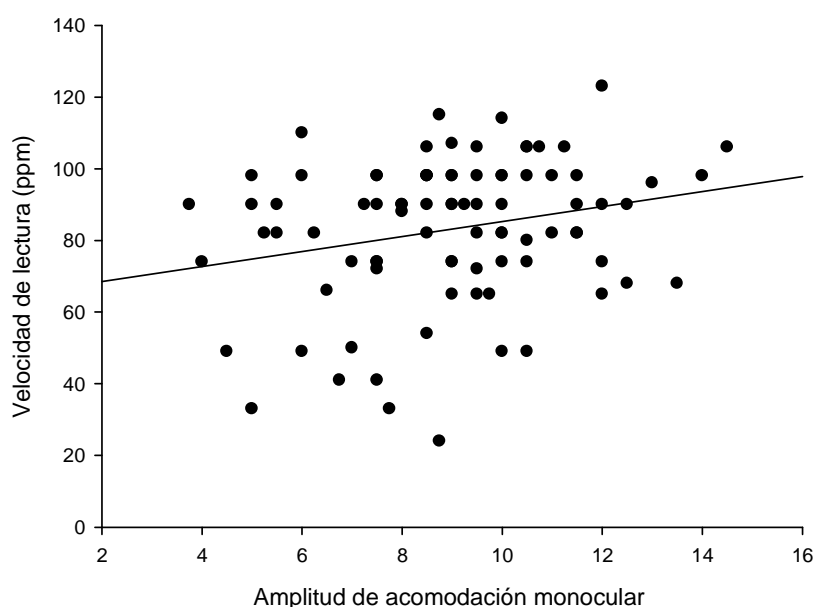
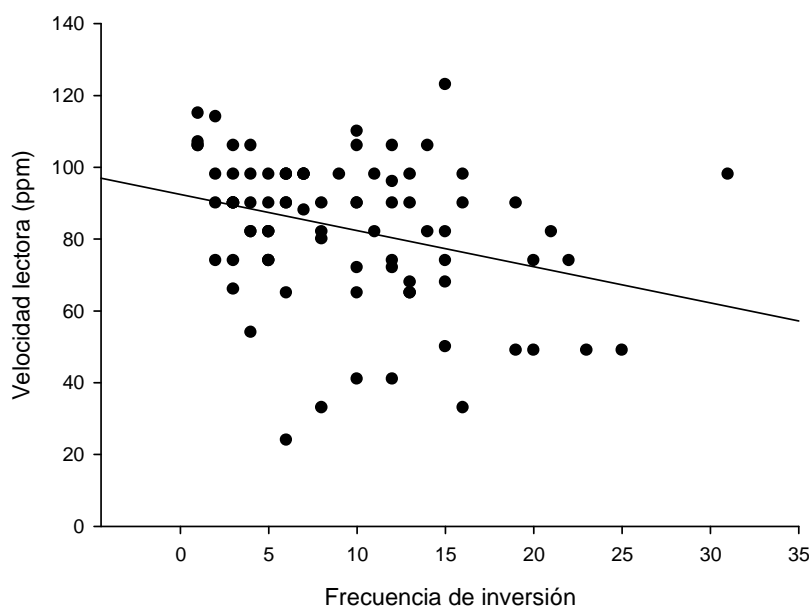


Figura 29. Relación entre la amplitud de acomodación y la velocidad lectora (palabras por minuto) en la muestra total de niños con dificultades de lectura.

1.8.3. Relación entre la frecuencia de inversiones y la velocidad lectora (ppm)

La figura 30 muestra la relación entre frecuencia de inversión de números y letras y la velocidad lectora (ppm) cuando se consideró la muestra completa de niños/as con problemas de lectura. Hubo una relación negativa significativa débil entre los errores de inversión cometidos y la velocidad lectora (coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.31$, $p < 0.003$). Así, niños que cometieron más errores de inversión de números y letras mostraron una velocidad lectora menor.



lectora (coeficiente de correlación de Pearson $r = - 0.26$, $p < 0.01$). Así, niños que manifestaron más síntomas mostraron una velocidad lectora menor.

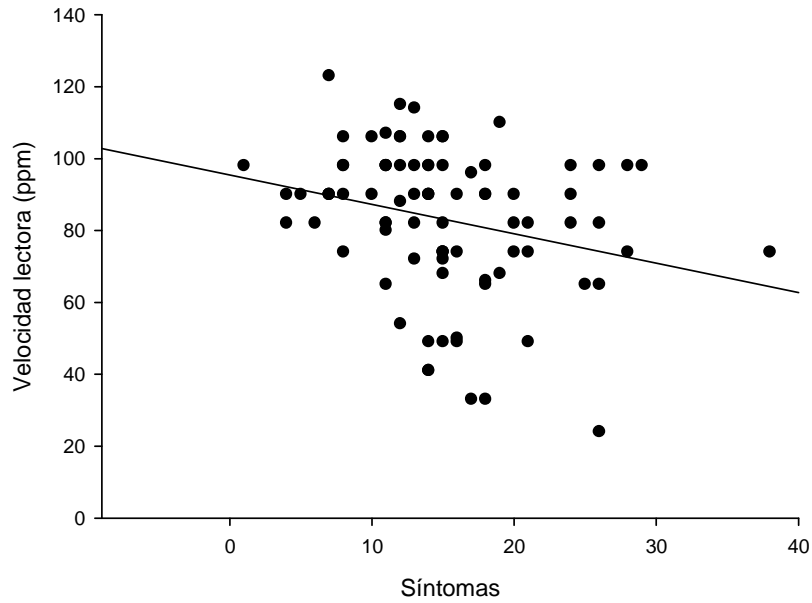


Figura 31. Relación entre los síntomas y la velocidad lectora (palabras por minuto) en la muestra total de niños con dificultades de lectura.

2. RESULTADOS DE LA MEDIDA A LOS TRES MESES Y EFECTO DEL TRATAMIENTO CON FILTRO AMARILLO

A continuación se describe la distribución de los niños/as con problemas de lectura (grupo estudio) en grupo con tratamiento y grupo sin tratamiento, que participaron en la medida realizada a los 3 meses. También se presentan los resultados de la medida inicial y la medida obtenida a los 3 meses de la función binocular, función acomodativa, movimientos oculares (DEM), pruebas de percepción visual, pruebas de lectura y síntomas en niños con problemas de lectura según tuvieron o no tratamiento con filtro amarillo durante tres meses.

Para valorar las diferencias entre la medida inicial y la realizada a los tres meses, en cada variable estudiada, se aplicó la “t” de Student para datos pareados tanto en el grupo que siguió el tratamiento con el filtro amarillo como en aquellos que no tuvieron tratamiento.

Para valorar el efecto del tratamiento con filtro amarillo sobre las variables de la función visual y las variables de lectura se calcularon los incrementos relativos obtenidos tanto para el grupo estudio que llevó tratamiento como para el grupo estudio que no llevó tratamiento. El incremento relativo para cada variable se calculó teniendo en cuenta la medida inicial y la medida a los tres meses según la siguiente ecuación expresado en porcentaje (%):

$$\frac{(Medida_{Inicial} - Medida_{3Meses})}{Medida_{3Meses}} \times 100$$

Para valorar el efecto del tratamiento con filtro amarillo sobre la función visual y la lectura se aplicó la “t” de Student para datos independientes en el grupo estudio que llevó tratamiento y en el grupo estudio que no tuvo tratamiento. De esta manera se puede valorar el efecto del tratamiento con filtro amarillo independientemente del factor tiempo.

2.1. SUJETOS

La población de estudio en esta segunda parte fue de 82 niños/as con problemas de lectura pertenecientes al grupo estudio. No cumplieron con la medida a los tres meses 5

sujetos que pertenecían al grupo estudio sin tratamiento (tres niños y dos niñas); así formaron el grupo estudio con tratamiento 46 niños/as y el grupo estudio sin tratamiento estuvo compuesto por 36 niños/as (tabla 14).

Tabla 14. Distribución de los niños con problemas de lectura (grupo estudio) en función del curso, sexo y asignación a grupo con o sin tratamiento.

Curso	Con tratamiento			Sin tratamiento			Total
	Niño	Niña	<i>Total</i>	Niño	Niña	<i>Total</i>	
Tercero	16	5	21	15	6	21	42
Cuarto	8	4	12	2	7	9	21
Quinto	5	6	11	2	2	4	15
Sexto	2	0	2	2	0	2	4
Total	31	15	46	21	15	36	82

2.2. VISIÓN BINOCULAR

Los valores medios de las habilidades binoculares tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses se presentan para el total de la muestra tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento.

2.2.1. Visión binocular de lejos

En la tabla 15 se presentan la media y la desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos de la medida inicial y la realizada a los 3 meses, así como el incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 15. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de lejos y los rangos de vergencias fusionales horizontales de lejos de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. BI (Base Interna); BE (Base Externa). Las unidades de todas las medidas son dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia mientras que los números negativos indican exoforia.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Foria	Media±DE	-0,3±1,8	-0,4±2,2	0,66	-0,5±1,4	-0,3±1,5	0,39	
	Incremento Relativo	-42 %			-49 %			0,76
Rotura BI	Media±DE	9,07±3,1	9,2±2,7	0,80	9,14±3	8,7±3,2	0,40	
	Incremento Relativo	5 %			15 %			0,35
Recobro BI	Media±DE	3,9±2,1	4,09±1,6	0,65	3,22±1,6	4,1±2	0,003	
	Incremento Relativo	6 %			-19 %			0,11
Borrosidad BE	Media±DE	15,3±10,2	15±6,8	0,92	14,7±5,8	14±3,5	0,91	
	Incremento Relativo	1 %			15%			0,68
Rotura BE	Media±DE	19,5±9	20,1±8,7	0,61	18,9±7,9	18,1±7,6	0,47	
	Incremento Relativo	7 %			14 %			0,61
Recobro BE	Media±DE	7,2±4,9	8,4±5,4	0,14	4,4±2,3	6,1±3,1	0,001	
	Incremento Relativo	-6 %			-23%			0,16

Para cada variable se comparó la medida inicial y la realizada a los tres meses. En el grupo con tratamiento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de cada variable. El grupo sin tratamiento sólo experimentó una mejora estadísticamente significativa en el recobro de la BI y recobro de la BE en la medida realizada a los tres meses respecto de la medida inicial (1Δ y 2Δ respectivamente).

Se comparó el incremento relativo alcanzado por el grupo estudio con tratamiento y el grupo estudio sin tratamiento para cada variable mediante la t de Student para datos independientes, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, lo que indica que el filtro amarillo no tuvo efecto sobre las habilidades binoculares en visión lejana.

2.2.2. Visión binocular de cerca

En la tabla 16 se presenta la media y desviación estándar de las habilidades binoculares de cerca de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 16. Media y desviación estándar de la heteroforia horizontal de cerca y los rangos de vergencias fusionales horizontales de cerca, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC) de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. BI (Base Interna); BE (Base Externa). Unidades: estereoagudeza, segundos de arco; PPC, centímetros; el resto de unidades, dioptrías prismáticas. Los números positivos representan esoforia, y los números negativos indican exoforia.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			p
		Inicial	3 Meses	P	Inicial	3 Meses	P	
Foria	Media±DE	-0,1±4,2	-0,9±4,3	0,79	-2±3,4	-1,5±3,5	0,24	
	Incremento Relativo	-5 %			-49 %			0,28
Borrosidad BI	Media±DE	12±4	14±3,6	0,62	11,1±3,8	11,3±2,7	0,92	
	Incremento Relativo	-6 %			0,5 %			0,77
Rotura BI	Media±DE	17,8±4,7	17,5±5,2	0,68	20,4±4,1	17,5±5,5	0,006	
	Incremento Relativo	9 %			34 %			0,07
Recobro BI	Media±DE	9,2±3,6	8,5±3,9	0,26	8,7±3,1	8,4±4,1	0,48	
	Incremento Relativo	11 %			6 %			0,78
Borrosidad BE	Media±DE	20±5,6	19±9,9	0,79	19,2±5,8	19,7±6,9	0,79	
	Incremento Relativo	0 %			41 %			0,33
Rotura BE	Media±DE	26,5±7,7	26,3±7,1	0,90	26,1±7,4	24,2±9,6	0,17	
	Incremento Relativo	73 %			67 %			0,77
Recobro BE	Media±DE	12,3±8,7	13,6±6,7	0,21	11,9±4,9	10,8±5,3	0,15	
	Incremento Relativo	-10 %			3 %			0,65
AC/A	Media±DE	1,9±1,8	2,2±1,8	0,56	2,2±1,4	2,4±1,6	0,61	
	Incremento Relativo	28 %			22 %			0,86

La tabla 16 sigue en página siguiente

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Estereoagudeza	Media±DE	25,6±12,2	20,6±1,7	0,009	25,3±10,9	24,2±10,8	0,61	
	Incremento Relativo	25 %			11 %			0,22
PPC Rotura	Media±DE	3,1±2,3	3±2,8	0,72	4,4±4	3,6±3	0,16	
	Incremento Relativo	34 %			50 %			0,53
PPC Recobro	Media±DE	8±4,2	6,8±4,4	0,02	10,3±6,1	8,7±5,9	0,05	
	Incremento Relativo	47 %			38 %			0,67

Se comparó, mediante la t de Student para datos pareados, la medida inicial y la medida realizada a los tres meses de las habilidades binoculares en visión próxima en el grupo estudio con tratamiento y en el grupo estudio sin tratamiento. Se encontró una mejora estadísticamente significativa de la estereoagudeza y recobro del PPC en el grupo con tratamiento. El grupo sin tratamiento experimentó una disminución en el valor de rotura de la BI estadísticamente significativa y una mejora estadísticamente significativa en el recobro del PPC en la medida realizada a los tres meses respecto a la medida inicial.

Cuando se comparó el incremento relativo alcanzado en cada una de las variables de visión binocular de cerca por el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre las habilidades binoculares en visión próxima.

2.3. ACOMODACIÓN

Los valores medios de las habilidades acomodativas tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses se presentan para el total de la muestra tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento.

En la tabla 17 se presenta la media y la desviación estándar de las habilidades de la función acomodativa de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 17. Media y desviación estándar de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP), amplitud acomodativa monocular (AAM ojo derecho e izquierdo) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. Unidades: D (dioptrías); cpm (ciclos por minuto).

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
ARN (D)	Media±DE	2±0,7	2±0,5	0,70	1,8±0,5	1,9±0,5	0,19	
	Incremento Relativo	5 %			-2 %			0,36
ARP (D)	Media±DE	2,3±1,3	2,5±1,3	0,25	1,8±1,3	2,1±1,3	0,18	
	Incremento Relativo	12 %			3 %			0,63
AAMOD	Media±DE	9,5±2,3	10,3±1,6	0,01	8,8±2,2	9,4±1,9	0,06	
	Incremento Relativo	-7 %			-5 %			0,71
AAMOI	Media±DE	9,3±2,4	10,2±1,7	0,005	8,9±2,2	9,3±1,9	0,14	
	Incremento Relativo	-8 %			-4 %			0,34
FAB (cpm)	Media±DE	5,4±3,4	6,1±3,1	0,09	4,5±2,6	5,1±2,9	0,13	
	Incremento Relativo	-6 %			-5 %			0,87

El análisis de la t de Student encontró sólo una mejora estadísticamente significativa en la AAM (1 D) en la medida realizada a los tres meses en el grupo con tratamiento. Sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la medida inicial y la realizada a los tres meses en el grupo sin tratamiento en ninguna de las variables.

La comparación del incremento relativo alcanzado por el grupo estudio con tratamiento y el grupo estudio sin tratamiento mostró que no había diferencias estadísticamente significativas entre ambos para cada variable. Es decir, el tratamiento con el filtro amarillo no tuvo ningún efecto sobre la función acomodativa.

2.4. MOVIMIENTOS OCULARES (DEM)

Los valores medios del tiempo empleado en leer el DEM vertical, DEM horizontal y el ratio H/V tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses se presentan para el total de la muestra y por curso tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento.

En la tabla 18 se presenta la media y desviación estándar de los valores del DEM vertical, DEM horizontal y ratio H/V de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo para el total de la muestra tanto del grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo como del grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 18. Media y desviación estándar de los valores directos del DEM Vertical, DEM Horizontal y Ratio H/V de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y sin tratamiento. Unidades de DEM Vertical y DEM Horizontal, tiempo en segundos.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
DEM V	Media±DE	45,7±8,5	43,2±8,8	0,008	46,3±12,4	44,2±11	0,024	
	Incremento Relativo	7 %			5 %			0,46
DEM H	Media±DE	67,5±19,4	60,7±13,7	0,000	68,5±19,6	66,5±25,7	0,593	
	Incremento Relativo	11 %			8 %			0,46
DEM ratio H/V	Media±DE	1,5±0,3	1,4±0,3	0,511	1,5±0,3	1,5±0,4	0,817	
	Incremento Relativo	4 %			4 %			0,89

Se comparó la medida inicial y la realizada a los tres meses y el grupo con tratamiento mostró una mejora estadísticamente significativa en el DEM vertical (2s) y en el DEM horizontal (7s) en la medida realizada a los tres meses, mientras que el grupo sin tratamiento solo encontró mejora estadísticamente significativa en el DEM vertical (2 s).

El valor del incremento relativo en el DEM vertical, DEM horizontal y ratio H/V fue similar en ambos grupos y la t de Student para datos independientes mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Esto indica que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre los movimientos oculares evaluados con el test DEM.

Teniendo en cuenta que la edad influye en la ejecución del test DEM y para conocer si el tratamiento con el filtro amarillo tuvo efecto en alguno de los cursos estudiados, se

analizaron las variables DEM vertical, DEM horizontal y ratio H/V en cada curso escolar. Para estos análisis se eliminó el curso de 6° por el escaso número de sujetos en cada grupo.

En la tabla 19 se presenta la media y desviación estándar del tiempo empleado (s) en realizar el test DEM vertical en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 19. Media y desviación estándar de DEM vertical de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de DEM Vertical, tiempo en segundos.

Cursos		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media±DE	48,2±8,2	45,3±6,8	0,016	49,4±14,4	47,2± 12	0,062	
	Incremento Relativo	7 %			5 %			0,57
Cuarto	Media±DE	47,2 ± 6,8	44 ± 8,3	0,219	45,4 ± 6,8	43,7 ± 8	0,427	
	Incremento Relativo	10 %			5 %			0,72
Quinto	Media±DE	39,9 ± 8,7	39,6±11,8	0,870	37,5 ± 2,6	35,3 ± 3,6	0,328	
	Incremento Relativo	3 %			7 %			0,63

Se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses del test DEM vertical mediante la t de student para datos pareados. El grupo con tratamiento de tercer curso experimentó una mejora (3s) estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres

meses. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la medida inicial y la realizada a los tres meses en el resto de cursos del grupo con tratamiento ni en ningún curso del grupo sin tratamiento.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo del DEM vertical entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre el tiempo empleado en leer el DEM vertical.

En la tabla 20 se presenta la media y desviación estándar del tiempo empleado (s) en realizar el test DEM horizontal en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 20. Media y desviación estándar de DEM horizontal de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de DEM Horizontal, tiempo en segundos.

Cursos		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media±DE	78,1±20,2	66,6 ±12	0,001	76,8±19,9	72,2±28,9	0,680	
	Incremento Relativo	17 %			9 %			0,29
Cuarto	Media±DE	64,1±10,8	59,3±10,1	0,023	62,9±11,6	62,9±16	0,995	
	Incremento Relativo	9 %			3 %			0,41
Quinto	Media±DE	52±14,9	52,4±16,4	0,821	47,8 ± 3,5	45,5 ± 6,1	0,654	
	Incremento Relativo	0 %			7 %			0,37

Mediante la t de student para datos pareados se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses del test DEM horizontal. En el grupo con tratamiento hubo una mejora estadísticamente significativa para los cursos de tercero (12 s) y cuarto (5 s) en la medida realizada a los tres meses. En el curso de quinto del grupo con tratamiento no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la medida inicial y la realizada a los tres meses, ni en ningún curso del grupo sin tratamiento.

El análisis de la t de Student para datos independientes mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo del DEM horizontal entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que el filtro amarillo no tuvo efecto sobre el tiempo empleado en leer el DEM horizontal.

En la tabla 21 se presenta la media y desviación estándar del ratio H/V en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 21. Media y desviación estándar de DEM ratio H/V de la medida inicial y la realizada a los 3 meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4).

CURSOS		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media±DE	1,6±0,3	1,5±0,3	0,261	1,6±0,4	1,5±0,5	0,690	
	Incremento Relativo	10 %			7 %			0,68
Cuarto	Media±DE	1,37±1,1	1,4±0,2	0,899	1,4±0,2	1,4±0,2	0,449	
	Incremento Relativo	3 %			-3 %			0,45
Quinto	Media±DE	1,3±0,1	1,3±0,1	0,275	1,3±0,2	1,3±0,1	0,892	
	Incremento Relativo	-4 %			0 %			0,68

Se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses del valor del ratio H/V mediante la t de Student para datos pareados. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores medios encontrados tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento en cada uno de los cursos escolares.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo del ratio H/V entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre la relación del tiempo horizontal y tiempo vertical (ratio H/V).

2.5. PERCEPCIÓN VISUAL

Los valores medios obtenidos en las pruebas de percepción tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses se presentan para el total de la muestra y por curso tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento.

En la tabla 22 se presenta la media y desviación estándar de los valores de la constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones de la medida inicial y la realizada a los 3 meses y el incremento relativo para el total de la muestra tanto del grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo como del grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 22. Media y desviación estándar de los valores directos en la muestra total de sujetos de: Constancia de Forma, Memoria visual y Frecuencia de Inversiones en la medida inicial y la realizada los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y grupo estudio sin tratamiento. Unidades de constancia de forma y memoria visual, respuestas acertadas; unidades de frecuencia de inversiones, errores de inversión.

Variables		Grupo con tratamiento (n= 46)			Grupo sin tratamiento (n= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Constancia Forma	Media±DE	10,4 ± 2,6	12 ± 1,9	0,001	10,1 ± 2,3	11,7 ± 2,3	0,000	
	Incremento Relativo	-12 %			-12 %			0,97
Memoria visual	Media±DE	10,3 ± 2,4	11,9 ± 2,6	0,000	9,1 ± 3,3	11,2 ± 2,6	0,000	
	Incremento Relativo	-4 %			-19 %			0,22
Frecuencia Inversiones	Media±DE	10,2 ± 6,3	7,4 ± 4	0,002	8,5 ± 6,1	8 ± 5,1	0,428	
	Incremento Relativo	81 %			15 %			0,1

Se comparó el número de respuestas acertadas en la constancia de la forma, la memoria visual y en el número de errores de inversiones obtenidos en la medida inicial y la medida realizada a los tres meses. Se encontró que tanto el grupo con tratamiento como el grupo sin tratamiento experimentaron una mejora estadísticamente significativa en la constancia de la forma y la memoria visual (2 aciertos más respectivamente) en la medida realizada a los tres meses. El grupo con tratamiento también mejoró de forma estadísticamente significativa en el número de errores de inversión cometidos en la medida realizada a los tres meses (3 errores menos). Por el contrario el grupo sin tratamiento no varió su respuesta en la frecuencia de inversiones.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de la constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento. Esto indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre estas habilidades de percepción visual.

Teniendo en cuenta que la edad influye en la ejecución de las habilidades de percepción visual y para conocer si el tratamiento con el filtro amarillo tuvo efecto en alguno

de los cursos estudiados, se analizaron las variables constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones en cada curso escolar. Para estos análisis se eliminó el curso de 6° por el escaso número de sujetos en cada grupo.

En la tabla 23 se presenta la media y desviación estándar del número de aciertos en el test de constancia de la forma en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 23. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la constancia de la forma en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de constancia de forma.

Cursos		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media±DE	10,4 ± 2,5	11,3 ± 1,9	0,014	9,5 ± 2,4	11,5 ± 2,6	0,003	
	Incremento Relativo	-7 %			-15 %			0,29
Cuarto	Media±DE	10,3 ± 1,8	11,9 ± 1,8	0,037	11 ± 2,1	11,7 ± 2,1	0,397	
	Incremento Relativo	-12 %			-4 %			0,37
Quinto	Media±DE	10,5 ± 3,7	13,3 ± 1,3	0,015	10,7 ± 2,1	12,5 ± 1,9	0,006	
	Incremento Relativo	-21 %			-14 %			0,60

Se comparó, mediante la t de Student para datos pareados, el valor de la media de respuestas acertadas en la constancia de la forma obtenida en la medida inicial y la medida realizada a los tres meses. Hubo una mejora estadísticamente significativa (entre 1 y 3 respuestas más) en la medida realizada a los tres meses de la constancia de la forma en los tres

cursos del grupo con tratamiento y en los cursos de tercero y quinto del grupo sin tratamiento. Por el contrario los niños/as de cuarto curso que no llevó tratamiento mantuvo el valor medio de respuestas correctas en ambas medidas.

El análisis mediante la t de Student para datos independientes mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de la constancia de la forma entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que el filtro amarillo no tuvo efecto sobre la constancia de la forma.

En la tabla 24 se presenta la media y desviación estándar del número de aciertos en el test de memoria visual en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 24. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la Memoria Visual en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de memoria visual, respuestas acertadas.

Cursos		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media±DE	9,9 ± 3	11,2 ± 2,4	0,003	8,7 ± 3,4	10,9 ± 2,8	0,001	
	Incremento Relativo	-11 %			-20 %			0,20
Cuarto	Media±DE	11,2 ± 2	13,3 ± 1,6	0,007	10,1 ± 3,1	11,4 ± 2,6	0,004	
	Incremento Relativo	-15 %			-13 %			0,72
Quinto	Media±DE	10 ± 1,5	12,5 ± 1,7	0,009	8,5 ± 4	11 ± 1,8	0,239	
	Incremento Relativo	-18 %			-24 %			0,68

Se comparó el valor de la media de respuestas acertadas en la memoria visual en la medida inicial y la medida realizada a los tres meses. Hubo una mejora estadísticamente significativa (entre 1 y 3 respuestas más) en la medida realizada a los tres meses de la memoria visual en los tres cursos del grupo con tratamiento y en los cursos de tercero y cuarto del grupo sin tratamiento. Por el contrario los niños/as de quinto curso que no llevó tratamiento, aunque mejoró la media de respuestas acertadas en la medida realizada a los tres meses, la diferencia no fue estadísticamente significativa.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de la memoria visual entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre la capacidad de análisis visual en la memoria visual.

En la tabla 25 se presenta la media y desviación estándar del número de errores de inversión en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo por curso escolar en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 25. Media y desviación estándar de los valores directos obtenidos en la frecuencia de inversión en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 12) y quinto (n=11) y en el grupo estudio sin tratamiento para los cursos de tercero (n=21), cuarto (n= 9) y quinto (n=4). Unidades de frecuencia de inversion, errores de inversión.

Cursos		Grupo con tratamiento			Grupo sin tratamiento			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tercero	Media \pm DE	11,9 \pm 6	7,9 \pm 4,5	0,003	9,6 \pm 6,9	9 \pm 5,3	0,488	
	Incremento Relativo	133 %			7 %			0,09
Cuarto	Media \pm DE	7,6 \pm 8,2	5,4 \pm 2,6	0,314	7,4 \pm 5,5	8,1 \pm 5,3	0,679	
	Incremento Relativo	33 %			-4 %			0,32
Quinto	Media \pm DE	9,2 \pm 4,1	7,9 \pm 3,7	0,339	8,5 \pm 1,3	4,5 \pm 1,7	0,034	
	Incremento Relativo	39 %			113 %			0,19

Se comparó el valor de la media de errores en la frecuencia de inversión cometidos en la medida inicial y la medida realizada a los tres meses. Hubo una mejora estadísticamente significativa (4 errores menos) en la medida realizada a los tres meses en el curso de tercero del grupo con tratamiento y en el curso de quinto del grupo sin tratamiento. El resto de los cursos de ambos grupos no experimentaron mejoras estadísticamente significativas.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de la frecuencia de inversión entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento para cada curso escolar, lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre la frecuencia de inversión.

2.6. LECTURA

Los valores medios obtenidos en las pruebas de lectura tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses se presentan para los niños/as que realizaron el test PROLEC (cursos de 3° y 4°) y los niños/as que realizaron el test PROLEC-SE (cursos de 5° y 6°). En ambos casos tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento.

En la tabla 26 se presenta la media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 26. Media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento de los cursos de tercero y cuarto. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras, n° de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, leer pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 33)			Grupo sin tratamiento (N= 30)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
N° Palabras leídas correctas	Media±DE	29,3 ± 0,8	29,4±0,7	0,20	29,5 ± 0,7	29,4 ± 0,7	0,712	
	Incremento Relativo	-0,6 %			-0,3 %			0,26
Tiempo lectura palabras	Media±DE	32,3±11,9	26,4±7,9	0,000	32,5±14	28,1±12	0,00	
	Incremento Relativo	21 %			16 %			0,34
N° Pseudopal. leídas correctas	Media±DE	27,4 ± 1,6	28,5±1,8	0,022	27,3 ± 2,7	27,6 ±2,4	0,56	
	Incremento Relativo	-3 %			-0,7 %			0,21
Tiempo lectura Pseudopalabras	Media±DE	56±12,98	49,6±9,4	0,000	57,7±16,8	53,2±15,4	0,001	
	Incremento Relativo	13 %			9 %			0,31

Continuación de la tabla 26

Variables		Grupo con tratamiento (N= 33)			Grupo sin tratamiento (N= 30)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
Tiempo lectura texto (s)	Media±DE	76± 20	65,1±13,4	0,000	77,9±23,3	71,7±22,1	0,05	
	Incremento Relativo	16 %			11 %			0,19
Velocidad lectora (ppm)	Media±DE	84,7±16,7	93,6±10,9	0,000	84 ±23,7	89,6±18,3	0,127	
	Incremento Relativo	-10 %			-11 %			0,69
Comprensión	Media±DE	11,3 ± 2,6	11,3±2,5	0,949	9,7 ± 2,6	11,3±1,9	0,001	
	Incremento Relativo	-3 %			-13 %			0,01

P valor < 0,05

Se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses, mediante la t de Student para datos pareados, de las habilidades de lectura evaluadas con el test PROLEC en el grupo estudio con tratamiento y en el grupo estudio sin tratamiento. El grupo con tratamiento mejoró significativamente en la medida realizada a los tres meses en las variables de: tiempo en lectura de palabras (7 s), número de pseudopalabras leídas correctamente (1) y tiempo en leerlas (6 s), tiempo empleado en leer un texto (11 s) y velocidad lectora (9 ppm). El grupo sin tratamiento mejoró significativamente en las variables de: tiempo en lectura de palabras (4 s), tiempo en leer pseudopalabras (5 s), tiempo empleado en leer un texto (6 s) y comprensión lectora (1). Es decir, ambos grupos mejoraron los tiempos de ejecución de la tarea lectora al cabo de los tres meses.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de las habilidades de lectura evaluadas con el test PROLEC entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento, excepto en la comprensión lectora cuyo incremento relativo fue significativamente mayor en el grupo sin tratamiento, lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre las habilidades de lectura en estos cursos de primaria.

En la tabla 27 se presenta la media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC-SE en la medida inicial y en la realizada a los 3 meses y el incremento relativo en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Tabla 27. Media y desviación estándar de los valores obtenidos en las pruebas de lectura con el test PROLEC-SE en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento de los cursos de quinto y sexto. Unidades, lectura de palabras y pseudopalabras, n° de palabras o de pseudopalabras leídas correctamente; tiempo en leer palabras, leer pseudopalabras y lectura de texto en segundos (s); velocidad lectora en palabras por minuto (ppm) y comprensión lectora en respuestas acertadas.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 13)			Grupo sin tratamiento (N= 6)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
N° Palabras leídas correctamente	Media±DE	37,3±2,1	38,1±1,5	0,27	35,5±4,3	38,5±1	0,91	
	Incremento Relativo	-2 %			-8%			0,06
Tiempo lectura palabras	Media±DE	59,6±15,7	57,1±26,1	0,56	45,5±11,8	42,8±8,3	0,35	
	Incremento Relativo	11 %			6 %			0,64

La tabla 27 sigue en página siguiente

Variables		Grupo con tratamiento (N= 13)			Grupo sin tratamiento (N= 6)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
N° Pseudopal. leídas correctas	Media±DE	33,6 ± 3,3	34 ± 4,6	0,599	35,7± 4,4	36,7 ± 2	0,45	
	Incremento Relativo	-0,3 %			-3 %			0,55
Tiempo lectura Pseudopalabras	Media±DE	85,5±20,9	81,8±26,2	0,170	70,7±9,2	53,8±27,3	0,130	
	Incremento Relativo	12 %			1043 %			0,14
Tiempo lectura texto (s)	Media±DE	245,5±87,1	234,2±107,8	0,340	188,7±29,3	178,3±41,8	0,25	
	Incremento Relativo	11 %			7 %			0,75
Velocidad lectora (ppm)	Media±DE	83,4 ± 18,5	88,7±19,9	0,316	94,5 ± 18,5	107±21,7	0,04	
	Incremento Relativo	-5 %			-11 %			0,46
Comprensión	Media±DE	7,5 ± 4,8	10,7±3,8	0,030	5,7 ± 3,9	10,2±4,6	0,048	
	Incremento Relativo	-25 %			-33 %			0,72

P valor < 0,05

Se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses de las habilidades de lectura evaluadas con el test PROLEC-SE en el grupo estudio con tratamiento y en el grupo estudio sin tratamiento. El grupo con tratamiento mejoró significativamente en la comprensión lectora (3 respuestas más) en la medida realizada a los tres meses. El grupo sin

tratamiento mejoró significativamente en la velocidad lectora (17 ppm más) y la comprensión lectora (4 respuestas más).

El análisis de la t de Student para datos independientes mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de las habilidades de lectura con el test PROLEC-SE entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento; lo que indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre las habilidades de lectura en estos cursos de primaria.

2.7. SÍNTOMAS

Los valores medios de cada síntoma tanto de la medida inicial como de la medida realizada a los tres meses y el incremento relativo en el grupo estudio con el tratamiento del filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento se muestran en la tabla 28.

Tabla 28. Media y desviación estándar de cada síntoma en la medida inicial y la realizada a los tres meses e incremento relativo en el grupo estudio con tratamiento con el filtro amarillo y en el grupo estudio sin tratamiento.

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
S 1	Media±DE	0,63±0,9	0,28±0,7	0,03	0,69±1,1	0,75±1,1	0,79	
	Incremento Relativo	-31 %			-44 %			0,68
S 2	Media±DE	0,67±0,9	0,15±0,5	0,001	0,61±1	0,61±1	1,00	
	Incremento Relativo	13 %			-48 %			0,15
S 3	Media±DE	0,48±0,8	0,22±0,6	0,04	0,53±0,9	0,72±1,1	0,22	
	Incremento Relativo	29 %			-36 %			0,12
S 4	Media±DE	0,78±1,1	0,61±1	0,3	0,81±1,1	0,97±1,1	0,44	
	Incremento Relativo	-27 %			-50 %			0,32
S 5	Media±DE	2,24±1	1,63±1,3	0,007	2,22±1,1	2,22±0,9	1,00	
	Incremento Relativo	24 %			10 %			0,49
S 6	Media±DE	1,63±1,4	1,61±1,2	0,9	1,97±1,2	1,8±1,2	0,52	
	Incremento Relativo	6 %			8 %			0,91
S 7	Media±DE	0,26±0,6	0,1±0,4	0,07	0,22±0,6	0,1±0,2	0,11	
	Incremento Relativo	-67 %			50 %			0,79
S 8	Media±DE	0,13±0,5	0,0±0,0	0,11	0,11±0,6	0,11±0,4	1,00	
	Incremento Relativo	-			-100 %			-

La tabla 28 continúa en la página siguiente

Variables		Grupo con tratamiento (N= 46)			Grupo sin tratamiento (N= 36)			P
		Inicial	3 meses	p	Inicial	3 meses	p	
S 9	Media±DE	2,63±1,6	1,48±1,4	0,000	2,69±1,3	2,03±1,5	0,001	
	Incremento Relativo	54 %			21 %			0,14
S 10	Media±DE	0,24±0,6	0,02±0,1	0,03	0,14±0,5	0,17±0,6	0,66	
	Incremento Relativo	-100			-33 %			0,42
S 11	Media±DE	0,35±0,8	0,0±0,0	0,004	0,22±0,8	0,14±0,6	0,55	
	Incremento Relativo	-			-67 %			-
S 12	Media±DE	0,17±0,6	0,0±0,0	0,04	0,06±0,3	0,28±0,8	0,06	
	Incremento Relativo	-			-83 %			-
S 13	Media±DE	0,35±0,9	0,11±0,4	0,11	0,53±1,1	0,47±0,9	0,76	
	Incremento Relativo	-100 %			-40 %			0,12
S 14	Media±DE	2±0,9	1,43±1,2	0,007	2,14±1,2	1,61±1,1	0,01	
	Incremento Relativo	18 %			34 %			0,43
S 15	Media±DE	2,26±1,1	2,02±1,2	0,22	2,33±1	2,17±1	0,41	
	Incremento Relativo	-4 %			-0,5 %			0,74
Total	Media±DE	14,7±6,4	9,6 ± 4,7	0,000	15,8 ± 6,8	14,1 ± 7,2	0,11	
	Incremento Relativo	81 %			28 %			0,01

Se comparó la medida inicial y la medida realizada a los tres meses de cada síntoma, mediante la *t* de Student para datos pareados. El grupo con tratamiento experimentó una disminución estadísticamente significativa a los tres meses en los síntomas: 1 (siente ojos cansados cuando lee o hace tareas en VP), 2 (siente molestia ocular cuando lee o hace tareas en VP), 3 (siente dolor de cabeza cuando lee o hace tareas en VP), 5 (pierde concentración cuando lee o hace tareas en VP), 7 (tiene visión doble cuando lee o hace tareas en VP), 9 (crees que lees lento), 10 (duelen los ojos cuando lee o hace tareas en VP), 11 (están los ojos doloridos cuando lee o hace tareas en VP), 12 (siente que “le tira” alrededor de los ojos cuando lee o hace tareas en VP), 14 (se pierde de lugar cuando lee o hace tareas de cerca) y totales. El grupo sin tratamiento mostró diferencias estadísticamente significativas entre la medida inicial y la realizada a los tres meses solamente en los síntomas 9 (cree que lee lento) y 14 (se pierde cuando lee). Sin embargo no hubo diferencias estadísticamente significativas en los síntomas totales.

Por último se comparó el incremento relativo de los síntomas entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento mediante la *t* de Student para datos independientes. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en los síntomas totales, aunque no las hubo para cada síntoma, lo que indica que el tratamiento del filtro amarillo tuvo un efecto positivo sobre los síntomas totales.

DISCUSIÓN

1. FUNCIÓN VISUAL Y LECTURA

Vistos los resultados obtenidos en la medida inicial del estudio de la visión binocular, acomodación, movimientos oculares (DEM), percepción visual, lectura y síntomas en niños/as con problemas de lectura, a continuación se pasa a su valoración y discusión con los resultados publicados por otros autores en relación con los objetivos de la presente investigación.

1.1. VISIÓN BINOCULAR

Esta investigación proporciona valores de la función binocular de una población no clínica de niños con problemas de lectura y sin dislexia. Muy pocos estudios han proporcionado resultados forométricos de la visión binocular en niños de edad escolar sin determinar el nivel lector (Jackson and Goss 1991b) y en niños con dislexia (Evans et al. 1994).

El valor medio de la heteroforia horizontal de lejos y cerca fue similar en los niños con problemas de lectura (grupo estudio) y en el grupo control (tablas 5 y 6), aunque ligeramente menos exofórico que los valores aportados por Jackson y Goss (Jackson and Goss 1991b), y Shepard (Shepard 1941) utilizando el mismo método de medida. Sin embargo, cuando la heteroforia horizontal se evaluó utilizando el método de Maddox, el valor medio de la heteroforia horizontal de lejos y cerca en niños (sin conocer su nivel lector) fue más esofórico (Jimenez et al. 2004; Letourneau and Giroux 1991). Evans (Evans et al. 1994) comparó el valor de la heteroforia horizontal en un grupo de niños con dislexia y un grupo control utilizando el método de Maddox y no encontró diferencias en la esoforia entre ambos grupos. El método de la varilla de Maddox para evaluar la heteroforia horizontal tiende a sobreestimar la esoforia ya que el sujeto ve la línea roja más cerca que la fuente de luz (Grosvenor 1996). El valor de la heteroforia horizontal de lejos y cerca no varió con el curso escolar ni en el grupo estudio ni en el grupo control. Estos resultados también fueron observados en otros estudios realizados con otros métodos de medida en muestras generales de niños que no tenían evaluado su nivel lector (Jimenez et al. 2004; Letourneau and Giroux 1991).

La media de la rotura y recobro base interna de las vergencias de lejos fue 2Δ menor en el grupo de niños con problemas de lectura que la obtenida por el grupo control y que la obtenida por Jackson y Goss (BI rotura 12 ± 3 y BI recobro $4 \pm 2 \Delta$). Estos autores utilizaron también prismas de Rislely pero se desconoce el nivel lector de los niños (Jackson and Goss 1991b). Evans (Evans et al. 1994) encontró que la amplitud de reserva de vergencias estaba reducida en el grupo de niños con dislexia respecto al grupo control. También se ha encontrado que niños con dislexia presentaban peor control de vergencias, inestabilidad binocular (Stein 2003), y la divergencia de lejos y cerca limitada (Kapoula et al. 2007). La limitación de la divergencia de lejos es independiente de la relajación de la acomodación y la convergencia, pero una capacidad reducida de la divergencia en cerca podría reflejar una anomalía en la relajación de la acomodación y la convergencia. En el grupo de niños con problema de lectura de este estudio, los valores de divergencia en cerca no difieren significativamente de los obtenidos en el grupo control. Esto podría atribuirse a la influencia de la relajación de la acomodación y convergencia. Los valores de los niños/as con problemas de lectura del presente estudio mostraron valores normales en acomodación relativa negativa y positiva (Palomo-Álvarez and Puell 2008).

La relación AC/A fue similar en el grupo de niños con problemas de lectura y en el grupo control (tabla 6). Son muy pocos los estudios que han evaluado la relación AC/A en niños (Aring et al. 2005; Jimenez et al. 2004; Mutti et al. 2000). Los resultados del estudio presente (2.1 ± 1.7 grupo con problemas de lectura vs. 2.8 ± 1.7 grupo control) son coincidentes con los resultados obtenidos por Jiménez et al., (Jimenez et al. 2004) y Aring et al., (Aring et al. 2005) utilizando también el método del gradiente. Este valor fue menor que el hallado por los autores citados anteriormente cuando utilizaron el método calculado o el obtenido por otros autores con otro método de medida (Mutti et al. 2000). El valor de la relación AC/A no fue diferente en niños con dislexia cuando se comparó con el valor obtenido en un grupo control (Evans et al. 1994).

La estabilidad en la estereoagudeza se alcanza sobre los 9 años de edad (Pickwell 1996); aunque los niveles adultos de estereoagudeza se alcanza entre los 3 y 5 años. Los resultados de estereoagudeza encontrados en los niños con problemas de lectura de este estudio fueron similares a los que alcanzaron los niños del grupo control. Los valores que se obtuvieron son coincidentes con los aportados por otros autores (tabla 29) utilizando el mismo

método de medida en niños de edad escolar (Buzzelli 1991; Jimenez et al. 2004; Kulp and Schmidt 2002; Oduntan et al. 1998). Además, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niños de diferentes cursos escolares, ni en el grupo estudio ni en el grupo control. Los valores de estereoagudeza estuvieron entre 20 y 70 segundos de arco; valores similares a los obtenidos por Oduntan et al. (Oduntan et al. 1998) en niños de 6 a 12 años de edad. Otros estudios en niños con dislexia encontraron valores de estereoagudeza similares cuando los compararon con un grupo control (Buzzelli 1991; Evans et al. 1994).

Tabla 29. Valor medio obtenido en la estereoagudeza comparado con los valores de otros estudios. Unidades: estereoagudeza, segundos de arco.

Autor	n	Edad	Estereoagudeza
Buzzelli (1991)	13 Lectores normales	13	24 ± 8.77
	13 Niños con dislexia	13	23.46 ± 15.46
Evans et al. (1994)	43 Lectores normales	7-12	20 (mediana)
	38 Niños con dislexia	7-12	25 (mediana)
Oduntan et al. (1998)	791	6-12	25.32 ± 9.93
Kulp & Schmidt (2002)	36	8-9	25 (mediana)
Jiménez et al. (2004)	1016	6-12	25 ± 10
Estudio presente	87 Pobres lectores	8-13	25.2 ± 11.3
	32 Lectores normales		23.8 ± 8.6

El valor medio del punto próximo de convergencia (PPC) obtenido en este estudio no fue significativamente diferente entre los niños/as con dificultades lectoras y los niños/as con un nivel de lectura normal. Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron similares a los obtenidos por otros autores que evaluaron este parámetro en niños de edad escolar sin definir el nivel lector, aunque el método de medida utilizado fue diferente (tabla 30).

Tabla 30. Media y desviación estándar de los valores del punto próximo de convergencia (PPC rotura y recobro) obtenidas en este estudio (87 niños con problemas de lectura y 32 niños lectores normales) comparada con otros estudios realizados en niños (sin clasificar por nivel lector). Unidades: PPC, centímetros.

Autor	n	Edad	Método	PPC rotura/PPC recobro
Hayes et al. (1998)	297	Infantil	Acercamiento con tarea acomodativa (tres medidas)	$3.3 \pm 2.6 / 7.3 \pm 4.8$
		Tercer curso		$4.1 \pm 2.4 / 8.7 \pm 4.2$
		Sexto curso		$4.3 \pm 3.4 / 7.2 \pm 3.9$
Rouse et al. (1998)	206	8-13	Acercamiento con tarea acomodativa (tres medidas)	$2.7 \pm 3.7 / 6.9 \pm 7$
Borsting et al. (1999)	14	8-13	Acercamiento con tarea acomodativa (tres medidas)	3 ± 2 (punto rotura)
Borsting et al. (2003)	392	8-15	Acercamiento punto luminoso	$3.9 \pm 3.9 / 6.7 \pm 5.1$
Jimenez et al. (2004)	1015	6-12	Acercamiento punto luminoso	$5.2 \pm 4.4 / 11.4 \pm 7.2$
Adler et al. (2007)	20	6-9	Acercamiento punto luminoso (tres medidas por el mismo examinador)	$6.5 \pm 5.4 / 10.9 \pm 5.6$
	17	11-13		$6.3 \pm 3.5 / 11.3 \pm 4.7$
Maples et al. (2007)	132	6	Acercamiento con tarea acomodativa (tres medidas)	$2.6 \pm 2.7 / 7.0 \pm 5.9$
	162	7		$3.1 \pm 6.1 / 7.9 \pm 8.4$
	164	8		$2.7 \pm 3.3 / 6.9 \pm 7.2$
	63	9		$3.3 \pm 6.7 / 7.1 \pm 6.7$
Estudio presente	87	Pobres lectores 8-13	Acercamiento punto luminoso (tres medidas por el mismo examinador)	$3.7 \pm 3.2 / 9.1 \pm 5.2$
	32	Lectores normales		$4.3 \pm 2.3 / 7.9 \pm 3.2$

Los valores peores (mas altos) obtenidos por Adler (Adler et al. 2007) y Jiménez (Jimenez et al. 2004) podrían explicarse por las condiciones de medida de screening. Los valores obtenidos en el estudio presente no difieren significativamente entre curso escolar en ninguno de los dos grupos estudiados, como también encontraron en otros estudios (Adler et al. 2007; Hayes et al. 1998; Jimenez et al. 2004). En niños con dislexia el valor del PPC no fue significativamente diferente cuando se comparó con el valor obtenido en un grupo control (Evans et al. 1994).

Resumiendo, de acuerdo a estos resultados obtenidos se puede decir que los niños/as con problemas de lectura mostraron la vergencia base interna reducida. Resultados similares fueron encontrados por Kapoula et al., (Kapoula et al. 2007) en niños con dislexia. En el presente estudio los valores de vergencia base externa de lejos y cerca, vergencia base interna de cerca, relación AC/A, punto próximo de convergencia y estereopsis fueron similares a los valores obtenidos en niños sin problemas de lectura o en niños con dislexia. Stein (Stein et al. 2000a) sugirió la oclusión monocular como método de mejora para conseguir estabilidad más rápidamente en los niños que presentan dislexia y fijación binocular inestable. Kapoula señaló la importancia de identificar limitaciones en la divergencia tan pronto como fuera posible para que mediante el entrenamiento, los subsistemas de convergencia y divergencia pudieran alcanzar el equilibrio y reducir los síntomas de fatiga visual y pérdida de atención e interés que sufren los niños con problemas de lectura (Kapoula et al. 2007). Se ha observado que el tratamiento ortóptico puede mejorar algunas anomalías oculomotoras en niños con vértigo (Bucci et al. 2004a; Bucci et al. 2004b), aunque no hay estudios que apoyen esta propuesta. La práctica clínica ha mostrado mejoras en los rangos de vergencias fusionales mediante terapia visual binocular, lo cual haría recomendable esta técnica de tratamiento en niños con anomalías binoculares y problemas de lectura. En investigaciones futuras en niños con problemas de lectura se debería incluir en su diseño la medida del impacto de la terapia visual binocular en el rendimiento de la lectura.

1.2. ACOMODACIÓN

El presente estudio proporcionó valores medios de la función acomodativa en una población no clínica de niños con problemas de lectura y sin dislexia. La acomodación relativa y amplitud de acomodación monocular fue medida con el foróptero. Los valores de acomodación relativa negativa (ARN) y positiva (ARP) encontrados en los niños con problemas de lectura fueron similares a los hallados en el grupo control (Tabla 6). Los valores obtenidos en ambos grupos coinciden con el valor medio de ARN ($+1.9 \pm 0.5$) y ARP (-2.1 ± 1.4) obtenido por Jackson y Goss (Jackson and Goss 1991a) en niños sin definir su nivel lector y con los resultados citados por Goss y Zhai (Goss and Zhai 1994) (NRA $+1.8 \pm 0.6$ D, PRA -2.4 ± 1.0 D). Los valores de ARN y ARP en el estudio presente no fueron significativamente diferentes en función del curso escolar al que pertenecían los niños en ninguno de los dos grupos (estudio y control). En la literatura no se han encontrado datos de ARN y ARP hallados en niños con dificultades lectoras o con dislexia.

La amplitud de acomodación monocular (AAM) en niños ha recibido muy poca atención y por eso no existen muchos datos disponibles. La norma más utilizada para calcular la AAM en cualquier edad es la aplicación de la fórmula de Hofstetter, la cual está basada en la curva de Duane para lo que utilizó el método de acercamiento (push-up) de Donders. Según Sterner et al. (Sterner et al. 2004), esta curva sobrestima la función acomodativa. Los resultados de Sterner indicaban que la AAM de un gran número de niños de 6 a 12 años (sin calificar nivel lector) tuvo 3,5 D menos de la AAM esperada por su edad según la fórmula de Hofstetter. La ecuación de la línea de regresión proporcionada por Jiménez et al. (Jimenez et al. 2003) también mostraba una AAM menor que los valores calculados por la fórmula de Hofstetter. El valor de AAM encontrado en el estudio presente fue 1,5 D menor ($p < 0.001$) en los niños con problemas de lectura que en los niños del grupo control. Los resultados de AAM del estudio presente se comparan con los obtenidos por otros autores en la tabla 31.

Tabla 31. Media de la amplitud de acomodación monocular (AAM) para el ojo derecho (OD) y ojo izquierdo (OI) en nuestro estudio (niños con problemas de lectura y grupo control) comparado con otros estudios. Unidades de la AAM en dioptrias (D).

Autor	n	Edad	Método	AAM OD	AAM OI
Sterner et al. (2004)	76	6-10	Acercamiento	12.4 ± 3.7	12.5 ± 3.7
Jimenez et al. (2003)	1056	6-12	Retinoscopia dinámica modificada	AAM = 16.16-0.40 x edad	
Evans (1994)	38 Disléxicos 43 Control	7-12	Acercamiento (regla RAF)	14.0 mediana 16.8 mediana	13.9 mediana 18.0 mediana
Palomo-Álvarez y Puell (2008)	87 Pobres lectores 32 Control	8-13	Lente negativa	9.1 ± 2.3 10.5 ± 1.7	9.0 ± 2.3 10.5 ± 1.8

Los resultados de AAM en los niños/as del grupo control del estudio presente son coincidentes con los resultados de Sterner (tabla 31) ya que el valor esperado en la AAM alcanzado con lentes negativas es aproximadamente 2 D menos que el valor alcanzado con el método de acercamiento utilizado por Sterner en su estudio (Gwiazda et al. 1993). Los valores de AAM del presente estudio no difieren de forma estadísticamente significativa entre los cursos escolares estudiados ni en el grupo estudio ni en el grupo control, aunque Jiménez et al. (Jimenez et al. 2003) observaron una ligera y continua reducción de la AAM en función de la edad (tabla 31).

Evans describió la existencia de una correlación significativa entre problemas de lectura y baja amplitud de acomodación (Evans 1998; Evans et al. 1999). Así, Evans et al.

(Evans et al. 1994) obtuvieron un valor de amplitud de acomodación significativamente menor en un grupo de niños con dislexia ($n = 39$) respecto a un grupo control ($n = 43$). Sin embargo, los valores para ambos grupos fueron mayores que los obtenidos en otros estudios (tabla 31). Por otra parte, Latvala et al. (Latvala et al. 1994) describieron que no hubo reducción en la acomodación de los niños con dislexia, pero este estudio no proporcionó valores medios de la variable.

Aunque no se conoce la influencia de la insuficiencia de acomodación (IA) en la función lectora, si se ha documentado que es una causa muy común de síntomas astenópicos en niños de edad escolar con edades entre 8 y 15 años (Borsting et al. 2003c). La mejora subjetiva de la lectura en niños con IA sometidos a tratamiento bien con lentes positivas o entrenamiento visual acomodativo, parece estar relacionado con la reducción de síntomas y mejora en la concentración (Abdi et al. 2007). En el estudio presente se encontró que 11 niños del grupo estudio (niños con problemas lectores) tuvieron un valor de AAM menor de dos veces la desviación estándar con respecto al valor de la media y ninguno en el grupo control. En estos 11 niños con problemas de lectura el valor medio de ARP y flexibilidad acomodativa binocular fue menor que la media obtenida para el grupo total de niños con problemas de lectura (1 D y 1,5 cpm respectivamente) y que el grupo control (1,3 D y 3 cpm respectivamente). Por tanto, sería necesario establecer valores normales de AAM en niños con y sin problemas de lectura. Como ha destacado Sterner et al. (Sterner et al. 2006), se requiere establecer directrices sobre el método de medida de la amplitud de acomodación (AA), la interpretación de resultados y el diagnóstico, ya que no existe un consenso en el criterio de diagnóstico (Cacho et al. 2002).

La tabla 32 muestra los valores de flexibilidad acomodativa binocular (FAB) obtenida en este estudio y los obtenidos en otros estudios en niños sin definir su nivel lector (Burge 1979; Hennessey et al. 1984; Jackson and Goss 1991a; Jimenez et al. 2003; Kulp and Schmidt 1996a; Kulp and Schmidt 1996b; Scheiman et al. 1988).

Tabla 32. Media de la flexibilidad acomodativa binocular (FAB) en nuestro estudio (niños con problemas de lectura y grupo control) comparado con otros estudios. Unidades de la FAB en ciclos por minuto. D (dioptrías).

Autor	n	Edad	Método	FAB
Burge (1979)	30	6-30	± 2 D en 1 min. Láminas Vectográficas	7.1 ± 4.3
Hennessey et al. (1984)	50	8-14	± 2 D en 1 min. «acuity suppression» (#SO/V9)	7.8 ± 8.0
Scheiman et al. (1988)	45	6	± 2 D en 1 min. Línea vertical con tres dígitos numéricos. Control supresión con polarizados	2.8 ± 2.4
	71	7		3.4 ± 2.7
	279	8-12		5.0 ± 2.5
Jackson & Goss (1991)	244	7.9-15.9	± 2 D en 1/2 min. No control supresión	4.4 ± 2.7
Kulp & Schmidt (1996)	181	5	± 2 D en 1/2 min. Figuras de Allen. Control supresión rojo/verde.	3.0 ± 1.9
		6		3.4 ± 1.6
		7		3.6 ± 1.4
Jimenez et al. (2003)	290	6-7	± 2 D en 1 min. «acuity suppression» (#SO/V9)	2.9 ± 1.8
	725	8-12		4.1 ± 2.5
Palomo-Álvarez y Puell (2008)	87 pobres lectores	8-13	± 2 D en 1 min. «acuity suppression» (#SO/V9)	4.9 ± 3.1
	32 Control			6.3 ± 2.9

En el estudio presente, la FAB en el grupo de niños/as con problemas de lectura fue aproximadamente 1,5 cpm menor ($p < 0.05$) que en el grupo de niños/as sin problemas de

lectura (grupo control). Los niños del grupo estudio mostraron mayor variabilidad en la FAB que el grupo control. Otros estudios en niños, sin definir nivel lector, también han encontrado desviaciones estándar altas en sus medidas (Tabla 39). Los resultados de este estudio en ambos grupos están de acuerdo con los resultados obtenidos por Scheiman et al. (Scheiman et al. 1988) y Jiménez et al. (Jimenez et al. 2003) para el mismo rango de edad y con un método de medida en el que controlaban la supresión mediante filtros polarizados.

Los valores de FAB normales en niños parecen ser menores que en adultos (Scheiman et al. 1988). Esto podría explicar que Burge (Burge 1979) obtuviera valores más altos ya que su muestra estuvo formada por niños y adultos. Asimismo, Hennessey et al. (Hennessey et al. 1984) obtuvieron valores altos en un estudio que incluía niños de 14 años. Aunque se ha establecido una relación significativa entre problemas de lectura y una disminución de la flexibilidad acomodativa en niños sin definir nivel lector (Hennessey et al. 1984; Hoffman 1980; Kulp and Schmidt 1996b), en los niños con problemas de lectura del estudio presente la flexibilidad acomodativa binocular fue clínicamente similar a los valores obtenidos en otros estudios realizados en niños sin definir su nivel lector (Tabla 32). En este sentido, Evans et al. (Evans et al. 1994) encontraron valores similares de flexibilidad acomodativa en niños con dislexia comparado con un grupo control.

En resumen, los niños con problemas de lectura presentaron valores de amplitud de acomodación monocular (AAM) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) estadísticamente menores que los niños del grupo control. Los valores de acomodación relativa negativa (ARN) y positiva (ARP) fueron similares en los dos grupos estudiados. Por tanto la implicación de estos resultados es que a nivel clínico ante un niño con problemas de lectura siempre se debería incluir la evaluación de la AAM y la FAB. Sin embargo, se necesitan más estudios controlados que investiguen los efectos del tratamiento en anomalías acomodativas en niños con problemas de lectura para determinar si así se produce una mejora en la lectura.

1.3. MOVIMIENTOS OCULARES (DEM)

El presente estudio proporcionó valores medios de la ejecución del test Developmental Eye Movement (DEM) obtenidos en una población de niños/as con problemas de lectura y sin dislexia. Las figuras 32, 33 y 34 muestran los resultados respectivos obtenidos en el tiempo del DEM vertical, DEM horizontal y el DEM ratio H/V en niños con problemas de lectura comparados con los valores normativos ofrecidos por el autor del test (Garzia et al. 1990), los obtenidos por otros autores en niños de la misma edad (sin evaluar nivel lector) (Fernandez-Velazquez and Fernandez-Fidalgo 1995; Jimenez et al. 2003) y una muestra de niños con problemas de aprendizaje (PA) (Garzia et al. 1990).

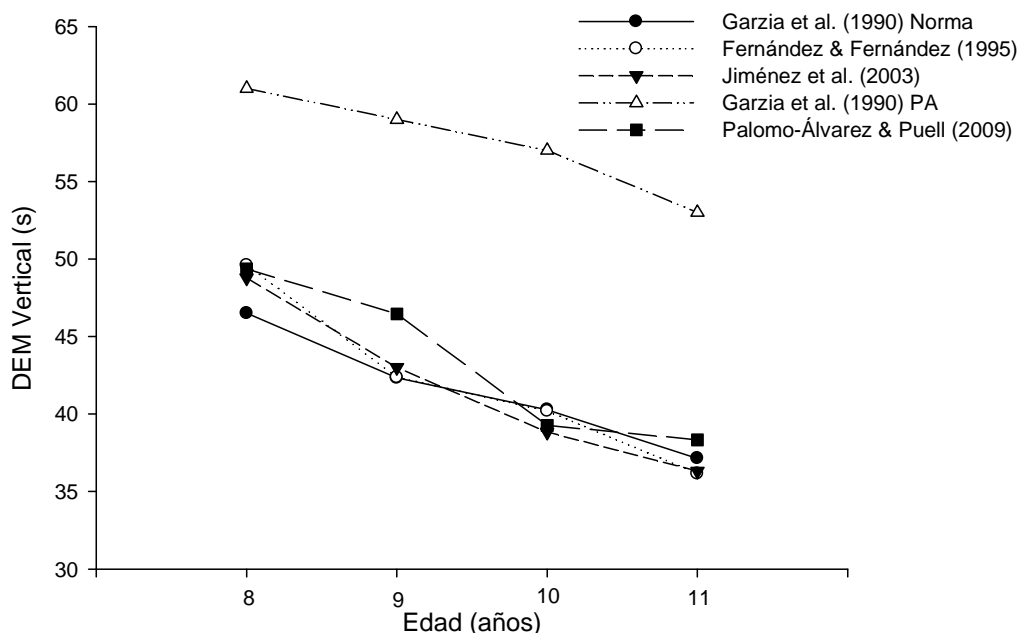


Figura 32. Resultados del DEM Vertical obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

En la figura 32 se observa que el tiempo empleado en leer el DEM vertical por los niños con problemas de lectura de este estudio fue similar a los valores normativos y a los obtenidos por otros autores, excepto los referidos a los niños que presentaban problemas de aprendizaje (PA).

En la figuras 33 y 34 se observa que los valores del DEM horizontal y de la relación horizontal/vertical obtenidos en el presente estudio fueron mayores en los niños de 8, 9 y 11 años (3^{er}, 4^o y 6^o curso), acercándose al valor medio solo los obtenidos por los niños de 10 años (5^o curso), en la comparación con los datos normativos (Garzia et al. 1990) y con los valores obtenidos por otros autores (Fernandez-Velazquez and Fernandez-Fidalgo 1995; Jimenez et al. 2003).

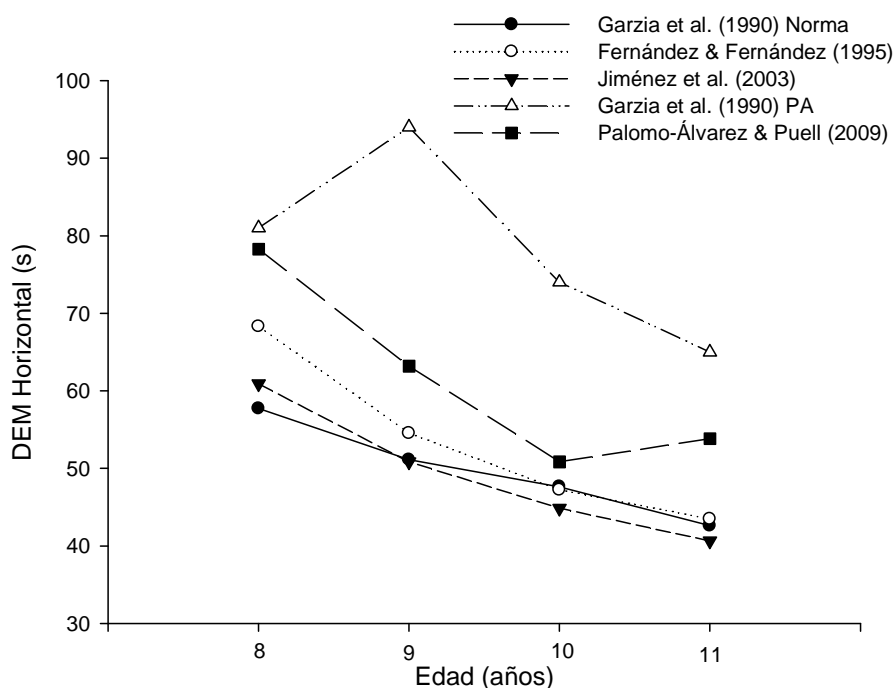


Figura 33. Resultados del DEM Horizontal obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

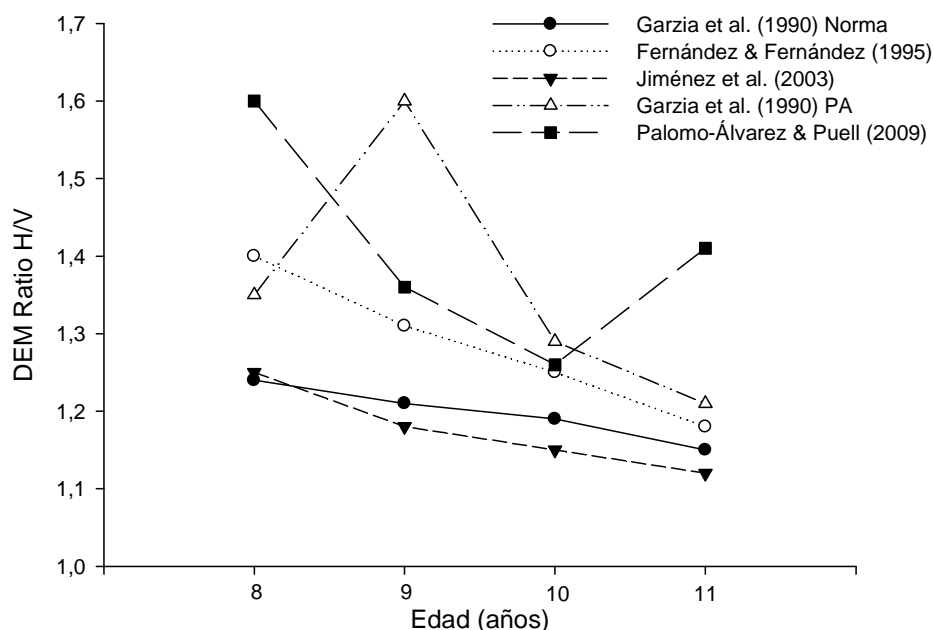


Figura 34. Resultados del DEM Ratio H/V obtenidos en este estudio (niños con dificultades de lectura) comparado con datos normativos, otros estudios en niños sin definir nivel lector y una muestra de sujetos con problemas de aprendizaje.

El test DEM vertical es una tarea con baja demanda espacial con respecto al test DEM horizontal. Este último se utiliza para predecir niños que presentan niveles lectores por debajo de la media (Larter et al. 2004). Según Garzia et al. (Garzia et al. 1990) la respuesta vertical refleja habilidades de automaticidad, y la respuesta horizontal es una medida de automaticidad y habilidades de fijaciones y sacádicos oculares. El tiempo vertical obtenido en el estudio presente indica que los niños evaluados que presentan problemas lectores no tienen dificultades en la automaticidad visuo-verbal. Los tiempos mayores obtenidos en el test horizontal y en la relación horizontal/vertical sugieren una mayor dificultad en el rastreo oculomotor cuando se utilizan los movimientos oculares horizontales.

Los resultados obtenidos en este estudio en el DEM horizontal de los niños de 3^{er} curso coinciden con los tiempos empleados por niños con dislexia de la misma edad (9 años) (Northway 2003). Los resultados en el test DEM obtenidos por Garzia (Garzia et al. 1990) en una muestra de niños con problemas de aprendizaje (PA) de los mismos rangos de edad que

los de este estudio fueron peores en todos los subtest del DEM (figuras 32, 33 y 34). La población con problemas de aprendizaje en el estudio de Garzia no está bien definida (no menciona datos refractivos ni valores acomodativos o binoculares) y el procedimiento metodológico no está claro.

Bucci et al. (Bucci et al. 2008) detectaron una coordinación binocular pobre durante y después del movimiento sacádico en niños disléxicos comparado con niños sin dislexia, utilizando un sistema fotoeléctrico para medir movimientos oculares sacádicos.

Con respecto a las categorías o tipologías establecidas según los resultados del DEM y mencionadas en el método, se encontró que la mayoría de los niños pertenecían al tipo II (44,8%) y tipo IV (32,2%) (Tabla 9). En otras palabras, un alto porcentaje de niños con problemas de lectura presentaron disfunciones oculomotoras (tipo II) y deficiencias en automaticidad visuo-verbal y habilidades oculomotoras (tipo IV). De los niños que presentaban deficiencias oculomotoras (tipo II), la mayoría eran de tercer curso. No hay datos disponibles con los que podamos discutir estos resultados.

Los niños con dificultades de lectura mostraron un rastreo horizontal deficiente, cuando se evaluó con el test DEM. La implicación clínica de estos hallazgos es que el rastreo horizontal oculomotor debería evaluarse a nivel clínico utilizando el DEM como método de screening para ayudar a identificar niños con dificultades lectoras en niños de edad escolar.

1.4. PERCEPCIÓN VISUAL

Los percentiles obtenidos en las habilidades de constancia de la forma y memoria visual en los niños con problemas de lectura en todos los cursos escolares se encuentran entre 40 y 60, lo que indica que estas áreas de percepción visual evaluadas con el test TVPS están dentro de la norma. Esto coincide con los resultados de Vellutino et al. (Vellutino et al. 1975) en los que tras un experimento en niños con y sin problemas de lectura concluyeron que la memorización de los símbolos presentados en ambos grupos era similar y por tanto, las deficiencias en la memoria visual no parecían una causa probable de los problemas de lectura. Los resultados de este estudio mostraron que la constancia de la forma y la memoria visual no estaban disminuidas en niños con problemas de lectura, por lo que no parece haber una

asociación entre memoria visual y lectura como indicó Kulp (Kulp et al. 2002). Los resultados obtenidos en el presente grupo estudio de niños con problemas de lectura apoyan la hipótesis de que estas habilidades parecen estar más implicadas en el proceso de aprendizaje de la lectura en los dos primeros años escolares, que con la eficiencia lectora que ya debe estar adquirida en tercer curso de primaria y posteriores (Flax 2006). En el estudio presente los valores de constancia de la forma y memoria visual no variaron en función del curso/edad escolar a partir de los 8 años.

Por otro lado, la frecuencia de errores de inversión en los niños con problemas de lectura fue elevada en todos los cursos escolares estudiados, mostrando valores bajos desde percentil 4 hasta 31. Lo cual apoya la teoría de que niños con problemas de lectura cometen más errores de inversión que los buenos lectores (Mann 1969), pero no se han encontrado investigaciones que relacionen la frecuencia de inversiones y el rendimiento lector. Los niños con dificultades de lectura de nuestro estudio mostraron una habilidad baja para identificar números y letras invertidos y una relación negativa aunque débil, con la velocidad lectora. La implicación clínica de estos hallazgos es que en un niño con dificultades lectoras se debería evaluar la frecuencia de errores de inversión a nivel clínico. Se necesitan más estudios para determinar si el tratamiento de deficiencias en la direccionalidad en niños con problemas lectores a una edad temprana puede mejorar su rendimiento lector.

1.5. LECTURA

En los niños con problemas de lectura que realizaron el test de lectura PROLEC la media del número de palabras leídas correctamente y el tiempo medio empleado en leerlas, fue similar a los valores medios para niños de 3º y 4º curso. Sin embargo, cometieron 1 error más y tardaron entre 3 y 5 s más en la lectura de pseudopalabras respecto a los valores esperados por su edad. Los niños con problemas de lectura que realizaron el test PROLEC-SE tuvieron más errores (2 palabras) en la lectura de palabras y emplearon más tiempo (5 y 8 segundos más) comparado con los valores medios para niños de 5º y 6º curso ofrecidos por el test PROLEC-SE. Este hecho fue más marcado en la lectura de pseudopalabras donde cometieron más errores (5 y 6 errores más) y emplearon más tiempo (10 y 20 segundos respectivamente) comparado con la media para su grupo de edad. El mayor tiempo empleado

en la lectura de pseudopalabras que en la lectura de palabras y el mayor número de errores cometido se debe a que no son palabras conocidas por el lector y por tanto requieren más tiempo en la decodificación y existe una mayor posibilidad de cometer errores (Domínguez and Cuetos 1992; Valle 1989).

La velocidad lectora fue menor en nuestro grupo estudio que los valores normativos propuestos por el test PROLEC y por el test PROLEC-SE. Los niños con problemas de lectura de 3º y 4º curso tardaron más tiempo (21 y 13 segundos respectivamente) en leer el texto y consecuentemente fue menor el número de palabras por minuto (17 y 18 respectivamente) respecto a los valores medios que indica el test PROLEC para estos grupos de edad. Estas diferencias fueron más marcadas en los niños de los grupo de 5º y 6º curso, es decir, el número de palabras por minuto fue mucho menor (30 y 116 respectivamente) que los valores medios ofrecidos por el test PROLEC-SE para estos cursos. La velocidad lectora fue muy inferior a la esperada por la edad en este grupo de niños con problemas de lectura y no se incrementó la capacidad de decodificación por unidad de tiempo de forma paralela al nivel de exigencia lectora de cada curso, ya que el número de palabras por minuto no experimentó mejoras significativas con el curso/edad.

La comprensión lectora también estuvo disminuida en 3º, 4º y 5º curso respecto a los valores medios ofrecidos por sus respectivos test PROLEC y PROLEC-SE. Los niños pertenecientes a 6º curso mostraron una media de comprensión lectora superior a los valores medios del test PROLEC-SE, tal vez debido a que su velocidad lectora fue inferior a la esperada para su grupo de edad.

Los niños con problemas de lectura estudiados mostraron un nivel bajo en la lectura de palabras (ruta léxica o visual), pseudopalabras (ruta fonológica), velocidad y comprensión lectora. Este parece indicar que los niños/as no realizan el reconocimiento de las palabras de forma rápida y automática, por tanto consumen recursos cognitivos que deberían ir destinados a los procesos superiores; esto es lo que se conoce como hipótesis de la eficiencia visual (Perfetti 1985; Perfetti and Lesgold 1977). Estos hallazgos parecen coincidir con la teoría de que la rapidez en la lectura está en gran medida controlada por procesos superiores ligados a la comprensión. Para una lectura comprensiva es preciso que los procesos de bajo nivel (reconocimiento de lo escrito) lleguen a automatizarse (Farnham-Diggory 1991), para que

luego se ejecuten con eficiencia los procesos más complejos (García Vidal and González Manjón 2000).

1.6. SÍNTOMAS

El valor medio de síntomas totales en los niños con problemas de lectura fue inferior a 16, valor considerado como valor diagnóstico de anomalía binocular o acomodativa (Borsting et al. 2003a). Los síntomas visuales que alcanzaron valores más altos fueron: pérdida de concentración, no recordar lo leído, cree que lee lento, se pierde cuando lee y tiene que volver a leer lo leído. Estos síntomas corresponden a cómo el niño entiende que hace su lectura y los errores que habitualmente le indican los adultos que le rodean. Pero todos aquellos síntomas referentes a síntomas astenópicos puntuaron bajo, lo cual indica que de existir una deficiencia en alguna de las áreas binocular y/o acomodativa, no llegó a causar síntomas, bien por que la deficiencia es pequeña o por que el niño abandonó la tarea antes de que aparecieran los síntomas astenópicos.

1.7. RELACIÓN ENTRE LA FUNCIÓN VISUAL Y LA VELOCIDAD LECTORA (ppm)

En este estudio se encontró una correlación significativa entre la velocidad de lectura de un texto contextual y el DEM horizontal (figura 28). Los niños que presentaron tiempos mayores en el test DEM horizontal, tuvieron menor velocidad lectora. La velocidad lectora (ppm) inferior podría ser explicada por los hallazgos de Bucci et al. (Bucci et al. 2008) que encontraron que en tareas de lectura, el periodo de fijaciones total es significativamente más largo en niños con dislexia comparado con niños sin dislexia. Aunque los niños del estudio presente fueron capaces de realizar el test DEM horizontal más rápidamente según aumentaba su edad, no mostraron un aumento significativo en la velocidad lectora en función del curso escolar. Esta diferencia podría estar relacionada con el hecho de que el test DEM utiliza números individuales en lugar de un texto de lectura contextual que requiere mayor demanda cognitiva.

La relación encontrada en nuestro estudio entre la velocidad lectora y el DEM horizontal coincide con los resultados obtenidos por Northway (Northway 2003) en niños con dislexia. Ella observó que los niños que puntuaban más bajo en el test de velocidad lectora (Reading Rate Test-RRT) empleaban más tiempo en realizar el tes DEM horizontal. El rendimiento lector también se ha relacionado significativamente con los movimientos oculares sacádicos evaluados con el test NISOA K-D en niños de 5 años ($p = 0.0129$) y 6 años de edad ($p = 0.0167$) (Kulp and Schmidt 1997).

La velocidad lectora mostró una relación débil con la amplitud de acomodación monocular (AAM OI) (figura 29), es decir a una mayor amplitud de acomodación monocular mayor velocidad lectora (ppm), estos resultados son coincidentes con los resultados obtenidos por Motsch y Mühlendyck (Motsch and Mühlendyck 2000) en un estudio cuya metodología no estaba muy detallada. También, se encontró una relación negativa significativa débil entre la velocidad lectora y los errores de inversión cometidos (figura 30). Los niños que cometieron más errores de inversión de números y letras mostraron una velocidad lectora menor y los niños que manifestaron más síntomas mostraron una velocidad lectora menor (figura 31). No se han encontrado trabajos que estudien la relación entre frecuencia de inversiones y síntomas con la velocidad lectora.

2. EL FILTRO AMARILLO EN LA FUNCIÓN VISUAL Y EN LA LECTURA

En esta segunda etapa se pasa a valorar y comparar la eficacia del filtro amarillo en los resultados obtenidos en habilidades binoculares, habilidades acomodativas, movimientos oculares, lectura, pruebas de percepción visual y síntomas, comparando los incrementos relativos ($\frac{(Medida_{inicial} - Medida_{3Meses})}{Medida_{3Meses}} \times 100$) obtenidos por el grupo de niños/as con problemas de lectura que ha llevado tratamiento durante tres meses respecto al grupo que no lo ha llevado y también valorando nuestros resultados con los resultados publicados por otros autores.

2.1. VISIÓN BINOCULAR

Las habilidades binoculares en visión lejana medidas al inicio y a los tres meses no fueron significativamente diferentes tanto en el grupo estudio con tratamiento como en el grupo estudio sin tratamiento. Los valores de la divergencia de lejos (rotura y recobro BI), que estaban disminuidos respecto al grupo de niños sin problemas de lectura, no mejoraron en el grupo con tratamiento al cabo de los tres meses. Sin embargo, el recobro de la BI y BE del grupo sin tratamiento experimentó una mejora estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses (1Δ y 2Δ respectivamente). Así pues, se puede decir que los cambios en el recobro de la BI y BE del grupo sin tratamiento pueden ser atribuidos simplemente al paso del tiempo y momento en que se realizó la evaluación. En las habilidades binoculares en visión próxima se encontró una mejora estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses en la estereoagudeza para el grupo que llevó el tratamiento con filtro amarillo y en el recobro del PPC en ambos grupos. El grupo sin tratamiento experimentó una disminución en el valor de rotura de la BI estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses respecto a la medida inicial sin que esto tenga una explicación posible.

Los incrementos relativos en las habilidades binoculares de lejos y cerca no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con y sin tratamiento del presente estudio. Esto indica que el filtro amarillo no tuvo efecto sobre las habilidades binoculares (tablas 15 y 16). Ray et al. (Ray et al. 2005) encontraron que utilizando filtros amarillos la convergencia mejoraba de forma estadísticamente significativa en aquellos niños, procedentes de un centro de dislexia, con punto próximo de convergencia alejado y con problemas de lectura, tanto inmediatamente después de poner los filtros como a los tres meses de su utilización para todas las tareas escolares; aunque no llegaban a alcanzar valores normales. En el presente estudio el filtro amarillo no tuvo efecto en el PPC probablemente porque los niños de nuestro estudio presentaban una media de PPC dentro de la norma a diferencia de los de Ray et al.

2.2. ACOMODACIÓN

De las habilidades acomodativas medidas al inicio y a los tres meses solo la amplitud de acomodación monocular (AAM) del grupo con tratamiento experimentó una mejora estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses (1 D), no siendo significativamente diferentes el resto de variables acomodativas tanto en el grupo estudio con tratamiento como en el grupo estudio sin tratamiento.

Los incrementos relativos obtenidos por ambos grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en las habilidades acomodativas estudiadas. Lo que indicó que el filtro amarillo no tuvo efecto sobre las habilidades acomodativas en los niños con problemas de lectura del presente estudio (tabla 17). Ciuffreda et al. (Ciuffreda et al. 1997) investigaron el efecto de los filtros Irlen sobre la respuesta acomodativa en 6 pacientes adultos. Encontraron que no había diferencias significativas en el nivel medio de acomodación entre los sujetos que habían llevado las lentes coloreadas junto con la compensación del defecto refractivo y los que habían llevado solamente la compensación óptica. Blaskey et al., (Blaskey et al. 1990) tampoco encontraron cambios pre y postratamiento en la amplitud acomodativa y flexibilidad acomodativa en los 11 sujetos con edades comprendidas entre 9 y 50 años, que utilizaron los filtros Irlen. La influencia de las lentes coloreadas sobre la estabilidad de la acomodación sostenida estudiada por Simmers et al., (Simmers et al. 2001) en 5 sujetos adultos, mostró que las menores microfluctuaciones de la acomodación observadas con las lentes coloreadas fue independiente del color utilizado, y concluyó que esto podría estar relacionado con la reducción de la luminancia y sugirió la necesidad de investigar el efecto de colores individuales. Por el contrario, Ray et al. (Ray et al. 2005) mostraron en 18 sujetos con anomalías en la acomodación y convergencia procedentes de un centro de dislexia, una mejora estadísticamente significativa en ambos parámetros después del uso durante tres meses del filtro amarillo, aunque no alcanzaron valores normales. A diferencia de Ray et al., que estudiaron las mejoras en sujetos con una AA muy disminuida, los valores de acomodación de los niños con problemas de lectura del presente estudio no estaban tan disminuidos.

2.3. MOVIMIENTOS OCULARES

En las habilidades de motilidad ocular evaluados con el test DEM se encontraron mejoras estadísticamente significativas en la medida del DEM vertical (3^{er} curso) y DEM horizontal (3^{er} y 4^o curso) realizada a los tres meses en el grupo con tratamiento. No se encontraron diferencias entre la medida inicial y la realizada a los tres meses ni en el DEM vertical ni en el DEM horizontal en ninguno de los otros cursos ya sea en el grupo con o sin tratamiento. En la evaluación de todos los cursos juntos también se observó que el DEM horizontal, implicado en los movimientos oculares sacádicos, mejoró significativamente al cabo de los tres meses en el grupo con tratamiento, pero no mejoró en el grupo que no tuvo tratamiento. Un análisis donde no se comparen los incrementos relativos haría pensar que la motilidad ocular mejora con el uso de los filtros amarillos. Por ello, Solan et al. (Solan et al. 1998b) afirmaron que los filtros azules consiguen una mejora en la habilidad de motilidad ocular. Para su propósito compararon los movimientos oculares mientras los sujetos leían un párrafo acorde con su nivel de lectura con filtro transparente, filtro gris y filtro azul.

El valor del incremento relativo en el DEM vertical, DEM horizontal y ratio H/V fue similar en ambos grupos de nuestro estudio y la comparación mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Esto indica que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre los movimientos oculares evaluados con el test DEM y que las mejoras obtenidas no son atribuibles al filtro. Nuestros resultados coinciden con los de Blaskey et al. (Blaskey et al. 1990) que no encontraron mejoras significativas en los valores del DEM en 11 sujetos entre 9 y 50 años después de haber utilizado filtros Irlen. Sin embargo, Solan et al. (Solan et al. 1998b) estudiaron los efectos de filtros coloreados sobre la motilidad ocular y para su propósito compararon los movimientos oculares de una población de 27 niños con problemas de lectura con otros 27 niños sin dificultades de lectura mientras leían un párrafo acorde con su nivel de lectura con filtro transparente, filtro gris y filtro azul. Con filtros transparentes los valores de motilidad ocular en niños sin problemas de lectura fueron superiores a los alcanzados por los niños con problemas de lectura. Entre los niños con problemas lectores se encontró mejoría en la motilidad ocular cuando utilizaban filtros azules con respecto al uso de filtros grises, pero en los niños sin problemas de lectura los filtros azules no tuvieron efecto.

2.4. PERCEPCIÓN VISUAL

La constancia de la forma y la memoria visual experimentaron una mejora estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses tanto en el grupo con tratamiento como en el grupo sin tratamiento de los niños/as con problemas de lectura de nuestro estudio. El número de errores de inversión cometidos mejoró (3 errores menos) a los tres meses de forma estadísticamente significativa en el grupo con tratamiento, pero no hubo mejora en el grupo sin tratamiento.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de la constancia de la forma, memoria visual y frecuencia de inversiones entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento. Esto indicó que no hubo ningún efecto por parte del filtro amarillo sobre estas habilidades de percepción visual. Nuestro estudio es el primero que aborda la influencia de filtros coloreados sobre estas habilidades de percepción visual ya que no se ha publicado ningún estudio en la literatura científica.

2.5. LECTURA

El grupo con tratamiento de 3º y 4º curso experimentó una mejora estadísticamente significativa en la medida realizada a los tres meses de las siguientes variables: tiempo empleado en la lectura de palabras, número de pseudopalabras leídas correctamente y tiempo empleado en leerlas, tiempo empleado en leer un texto y la velocidad lectora (ppm). El grupo sin tratamiento experimentó una mejora estadísticamente significativa en el tiempo empleado en la lectura de palabras, lectura de pseudopalabras, lectura de un texto y comprensión lectora. En ambos grupos mejoraron los tiempos de ejecución de la tarea lectora al cabo de los tres meses como era de esperar por la evolución del niño/a a lo largo del curso escolar. En los cursos de 5º y 6º no hubo mejoras significativas al cabo de los tres meses en la mayoría de las variables de lectura en los grupos con y sin tratamiento.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en el incremento relativo de las habilidades de lectura evaluadas con el test PROLEC y PROLEC-SE entre el grupo con tratamiento y el grupo sin tratamiento. Esto indicó que no hubo ningún efecto por parte del

filtro amarillo sobre las habilidades de lectura en estos niños de primaria con problemas de lectura. Otros autores utilizando los filtros Irlen tampoco encontraron ganancias significativas en la velocidad lectora, reconocimiento de palabras en un contexto o en la comprensión (Blaskey et al. 1990). Cotton y Evans (Cotton and Evans 1990) no encontraron diferencias significativas entre llevar y no llevar filtros coloreados en la velocidad, la precisión y la comprensión lectora. Menacker et al. (Menacker et al. 1993) concluyeron que no se producían mejoras en la precisión ni en la velocidad lectora de los sujetos con dislexia con filtros coloreados y la lente elegida por el niño no se correlacionaba con la ejecución lectora. Iovino et al. (Iovino et al. 1998) también expresaron la dudosa eficacia de los filtros coloreados en la lectura en niños con problemas de lectura, matemáticas y déficit de atención.

Sin embargo, hay estudios que afirman que la lectura mejora mediante el uso de filtros coloreados. Ray et al. (Ray et al. 2005) estudian el uso de los filtros amarillos en una muestra de niños que pertenecían al centro de investigación de dislexia, con niveles de lectura bajos y la sensibilidad del sistema magnocelular disminuida (N=38). Encontraron que la utilización de los filtros amarillos durante tres meses aumentaba de forma significativa la habilidad lectora. Esto metodológicamente es cuestionable ya que la mejora podría ser un efecto del transcurso del tiempo y no utilizaron grupo control ni compararon los incrementos relativos.

Solman et al. (Solman et al. 1995) compararon la eficacia en nombrar letras y la localización espacio-visual en dos grupos de niños de cuarto curso de primaria buenos y malos lectores en condiciones normales y aplicando filtros de color azul, amarillo, difusión, azul con difusión y amarillo con difusión. Encontraron que la tarea lectora mejoraba con el filtro amarillo con difusión sólo en los niños con dificultades de lectura. Clisby et al. (Clisby et al. 2000) estudiaron una muestra de 266 niños con problemas de lectura. Todos ellos pasan las pruebas de CI, test de ortografía, habilidades fonológicas y un completo examen optométrico. Les aplicaron diferentes tratamientos: filtros grises de densidad óptica neutra (no tratamiento), filtros amarillos, filtros azules, filtros rojos y verdes, oclusión monocular ejercicios de vergencias y ejercicios de motilidad ocular. Encontraron que un 13% de los niños con dificultades de lectura prefirieron el filtro azul, con el que encontraban mejoría significativa sobre los niños no tratados. El 23% de los niños eligieron los filtros amarillos por que mejoraban la claridad del texto impreso. Utilizaron estos filtros durante tres meses para todas sus tareas de lectura y visión próxima, después de esto su nivel de lectura mejoró

significativamente comparado con el grupo no tratado. Este estudio sin embargo no aclara si los niños con problemas de lectura estudiados tienen o no dislexia.

Stein (Stein 2003) manifiesta que mediante los filtros amarillos, o entrenando las fijaciones, se puede mejorar el rendimiento lector muy significativamente y hay un 10% de niños con problemas de lectura que no se benefician de los filtros amarillos, pero sí de los filtros azules. Otros trabajos también apoyan estos resultados con los filtros azules como método de tratamiento en niños con problemas de lectura (Solan et al. 1998a; Solan et al. 1997).

La relación encontrada en nuestro estudio entre la velocidad lectora y el DEM horizontal coincide con los resultados obtenidos por Northway (Northway 2003) en niños con dislexia. Ella observó que los niños que puntuaban más bajo en el test de velocidad lectora (Reading Rate Test-RRT) empleaban más tiempo en realizar el test DEM horizontal. A la vez, también encontraron que algunos niños mejoraron la ejecución del test DEM horizontal mediante el uso de los filtros amarillos pero no mejoraron la velocidad lectora en la misma proporción.

2.6. SÍNTOMAS

En los niños/as con problemas de lectura del presente estudio los síntomas manifestados a los tres meses solamente mejoraron en el grupo con tratamiento. Hubo diferencias significativas entre el incremento relativo de los síntomas totales del grupo con tratamiento y del grupo sin tratamiento. Esto indica que el tratamiento del filtro amarillo tuvo un efecto positivo sobre los síntomas totales. Sobre este hecho hay estudios que documentan una mejora en los síntomas tras el uso de filtros coloreados de Irlen (Blaskey et al. 1990; Wilkins 1994) aunque no hubiera habido mejoras en habilidades visuales o habilidades de lectura (Blaskey et al. 1990) sin tener una explicación que justifique este hecho. Según los resultados expuestos en la tesis doctoral de Vidal López (Vidal López 2007) la mejora de los síntomas subjetivos con el filtro podría deberse al efecto placebo. Sin embargo, los resultados de los estudios que han utilizado elementos de control del efecto placebo muestran que el incremento en la rapidez lectora con el filtro coloreado es improbable que se deba

simplemente al efecto placebo (Bouldoukian et al. 2002; Clisby et al. 2000; Wilkins and Lewis 1999).

En el estudio presente los filtros amarillos sólo han demostrado ser eficaces para mejorar los síntomas asociados a las tareas en visión próxima, pero no mejoraron la función binocular, acomodativa, motilidad ocular, percepción visual ni la lectura.

En esta tesis doctoral se ha evaluado la función binocular, acomodativa, movimientos oculares, percepción visual, síntomas y nivel lector de una población no clínica de niños/as de educación primaria con problemas de lectura y sin dislexia. En próximas investigaciones sería necesario establecer criterios diagnósticos para interpretar los resultados de las habilidades de visión binocular y acomodativas en niños/as, ya que no existe un consenso a este respecto en la población infantil. También se necesitan más trabajos que establezcan la relación entre la eficacia lectora (velocidad y comprensión) y los síntomas relacionados con las tareas en visión próxima. Así como, la relación entre la lectura y la frecuencia de inversiones de letras y números.

Esta investigación ha demostrado que el tratamiento con filtro amarillo durante tres meses para todas las tareas escolares no ha sido eficaz para mejorar las anomalías visuales y los problemas de lectura. En los niños/as con problemas de lectura y sin dislexia del presente estudio se ha encontrado disminuida la divergencia, la amplitud de acomodación monocular, la flexibilidad acomodativa, los movimientos oculares (DEM) y la frecuencia de inversiones. Teniendo en cuenta que la práctica clínica ha mostrado que mediante el uso de la terapia visual se consiguen mejoras en los rangos de vergencias fusionales, en la función acomodativa y en la motilidad ocular, sería interesante que los próximos trabajos de investigación en niños/as con problemas de lectura incluyan en su diseño el efecto de la terapia visual en las anomalías binoculares, acomodativas, motilidad ocular, direccionalidad y sobre el rendimiento en la lectura.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, de su discusión y su interpretación en relación con aportaciones anteriores sobre el tema de investigación, pueden deducirse las siguientes conclusiones:

1. Las habilidades binoculares de heteroforia horizontal, rangos de vergencias fusionales horizontales, AC/A ratio, estereoagudeza y punto próximo de convergencia (PPC) en niños/as con problemas de lectura y sin dislexia no fueron significativamente diferentes de las de niños/as lectores normales. Solamente la rotura y el recobro base interna de las vergencias en visión lejana del grupo estudio fue significativamente menor que los valores medios obtenidos por el grupo control.
2. En los niños/as con problemas de lectura las habilidades acomodativas de acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP) no fueron significativamente diferentes de las de niños/as lectores normales. La amplitud acomodativa monocular (AAM) y flexibilidad acomodativa binocular (FAB) en niños/as con problemas de lectura fue significativamente menor que en el grupo control.
3. En los niños/as con dificultades lectoras el tiempo del DEM vertical fue similar a los datos normativos, pero el tiempo del DEM horizontal fue peor que los valores normativos.
4. En los niños/as con problemas de lectura la constancia de la forma y la memoria visual estuvo en percentiles dentro de la norma. Sin embargo, el percentil de la frecuencia de inversiones fue bajo en casi todos los cursos.
5. En los niños/as con problemas de lectura que realizaron el test PROLEC el número de palabras leídas correctamente y el tiempo empleado en leerlas, fue similar a los valores medios para niños de 3º y 4º curso. Sin embargo, tardaron más tiempo en la lectura de pseudopalabras y cometieron más errores respecto a los valores esperados por su edad. La velocidad lectora (palabras por minuto) y la comprensión lectora

también fue menor en el grupo estudio que los valores normativos propuestos por el test PROLEC.

6. Los niños/as con problemas de lectura que realizaron el test PROLEC-SE emplearon más tiempo en la lectura de palabras y pseudopalabras y cometieron más errores comparado con la media para su grupo de edad. La velocidad lectora (ppm) y la comprensión lectora también fue menor en el grupo estudio que los valores normativos propuesta por el test PROLEC-SE.
7. En los niños/as con problemas de lectura los síntomas totales referidos estuvieron dentro de los valores normales según el cuestionario CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey).
8. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los cursos escolares en: la función binocular, acomodación relativa negativa y positiva (ARN, ARP) amplitud acomodativa monocular (AAM), constancia de la forma, memoria visual, frecuencia de inversiones, velocidad lectora (ppm) y síntomas referidos por los niños/as con problemas de lectura. Sin embargo, hubo una mejora significativa con el aumento de la edad/curso en la flexibilidad acomodativa binocular, tiempo del DEM vertical, DEM horizontal y el DEM ratio H/V en los niños con problemas de lectura.
9. En los niños/as con problemas de lectura la velocidad lectora (ppm) mostró una relación negativa moderadamente fuerte con el tiempo DEM horizontal. A su vez, la velocidad lectora mostró una relación positiva moderadamente débil con la amplitud de acomodación monocular (AAM), y una relación negativa moderadamente débil con la frecuencia de inversiones y los síntomas totales.
10. Al cabo de los tres meses, los niños/as con problemas de lectura que usaron lentes oftálmicas con filtro amarillo experimentaron una mejora significativa en la estereoagudeza, el recobro del punto próximo de convergencia (PPC), amplitud acomodativa monocular (AAM), DEM vertical, DEM horizontal, constancia de la forma, memoria visual, frecuencia de inversiones, tiempos de ejecución de la tarea lectora con el test PROLEC y la comprensión de textos evaluado con el PROLEC-SE.

11. Al cabo de los tres meses los niños/as con problemas de lectura que no llevaron tratamiento experimentaron una mejora significativa en el recobro-BI y recobro-BE de las vergencias fusionales de lejos, recobro del punto próximo de convergencia (PPC), DEM vertical, constancia de la forma, memoria visual, tiempos de ejecución de la tarea lectora con el test PROLEC y la velocidad y comprensión de textos evaluado con el PROLEC-SE.
12. El uso de lentes oftálmicas con filtro amarillo durante tres meses para las tareas escolares no tuvo un efecto significativo sobre la función binocular, acomodativa, movimientos oculares (DEM), habilidades de percepción visual y lectura de los niños/as con problemas de lectura. Sin embargo, el tratamiento del filtro amarillo mejoró significativamente los síntomas subjetivos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

- Abdi, Saber, Rune Brautaset, Agneta Rydberg and Tony Pansell. 2007. "The influence of accommodative insufficiency on reading." *Clin Exp Optom* 90(1).
- Adler, P, M Cregg, A-J Viollier and M Woodhouse. 2007. "Influence of target type and RAF rule on the measurement of near point of convergence." *Ophthal. Physiol. Opt.* 27:22-30.
- Allen, P, B Evans and A Wilkins. 2009. "Vision & Reading Difficulties Part 1: Specific Learning Difficulties and Vision." *Optometry Today. Continuing Education & Training Course: C-10508:30-38.*
- Applebee, A N, JA Langer and IVS Mullis. 1987. *Learning to be Literate in America: reading, writing and reasoning.* Princeton NJ: Educational Testing Service.
- Aring, E, M Andersson, S Andersson, A-L Hård, J Ygge and A Hellström. 2005. "Strabismus and Binocular Functions in a Sample of Swedish Children Aged 4-15 Years." *Strabismus* 13:55-61.
- Birnbaum, P and M.H Birnbaum. 1968. "Binocular coordination as a factor in reading achievement." *J . Am. Optom. Assoc* 39:48-56.
- Blaskey, P, Scheiman M, M Parisi, E Ciner, M Gallaway and R Selznick. 1990. "The effectiveness of Irlen filters for improving reading performance: a pilot study." *J Learning Disabilities* 23:604-610.
- Blika, S. 1982. "Ophthalmological findings in pupils of a primary school with particular reference to reading difficulties." *Acta Ophthalmologica* 60(6):927-934.
- Borsting, E, M Rouse, G L Mitchell, Scheiman M, S Cotter, J Cooper, M Kulp, R London and CITT. 2003a. "Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in children aged 9 to 18 years." *Optmetry and Vision Science* 80:832-838.

- Borsting, E, MW Rouse, G L Mitchell, M Scheiman, S Cotter, J Cooper, M Kulp and R London. 2003b. "Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in children ages 9-18 years." *Optometry and Vision Science* 80:832-838.
- Borsting, Eric, M W Rouse, P N Deland, S Hovett, D Kimura, M Park and B Stephens. 2003c. "Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children." *Optometry* 74(1):25-34.
- Bouldoukian, J, AJ Wilkins and BJW Evans. 2002. "Randomised controlled trial of the effect of coloured overlays on the rate of reading of people with specific learning difficulties." *Ophthalmic Physiological Optics* 22:55-60.
- Breitmeyer, BG. 1993. "The roles of sustained (P) and transient (M) channels in reading and reading disability." In *Facets of dyslexia and its remediation*, eds. SF Wright and R Groner. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Bucci, M P, Z Kapoula, Q Yang, D Bremond-Gignac and S Wiener-Vacher. 2004a. "Speed-accuracy of saccades, vergence and combined eye movements in children with vertigo." *Exp Brain Res* 157:286-295.
- Bucci, M P, Z Kapoula, Q Yang, S Wiener-Vacher and D Bremond-Gignac. 2004b. "Abnormality of vergence latency in children with vertigo." *J . Neurol* 251:204-213.
- Bucci, MP, D Brèmond-Gignac and Z Kapoula. 2008. "Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children." *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 246:417-428.
- Burge, S. 1979. "Supression during binocular accommodative rock." *Opt. Monthly* 79:867-872.
- Buzzelli, AR. 1991. "Stereopsis, Accommodative and vergence facility: Do they relate to dyslexia?" *Optometry and Vision Science* 68:842-846.
- Cacho, Pilar, Angel García, Francisco Lara and Ma Mar Seguí. 2002. "Diagnostic signs of accommodative insufficiency." *Optometry And Vision Science* 79(9):614-620.

-
- Ciuffreda, K J, M Scheiman, E Ong, M Rosenfield and H Solan. 1997. "Irlen lenses do not improve accommodative accuracy at near." *Optometry and Vision Science* 74:298-302.
 - Clisby, C , MS Fowlwer, GS Hebb, J Walters, P Southcott and JF Stein. 2000. "Outcome of treatment of visual problems in children with reading difficulties Professional Association of Teachers in Special Situations (PATOSS)."
 - Cotton, M M and KM Evans. 1990. "An evaluation of the Irlen lenses as a treatment for specific reading disorders." *Australian Journal of Psychology* 42:1-12.
 - Cuetos, F, B Rodriguez and E Ruano. 2000. *Evaluación de los procesos lectores PROLEC*. Madrid.
 - Daum, K M. 1991. "vergence amplitude." In *Clinical Procedures in Optometry*, eds. JB Skridge, JF Amos and Barlett JD. Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
 - Daum, K M, R P Rutstein, G Houston, 4th, K A Clore and D A Corliss. 1989. "Evaluation of a new criterion of binocularity." *Optometry And Vision Science* 66(4):218-228.
 - Domínguez, A and F Cuetos. 1992. "Desarrollo de las habilidades de reconocimiento de palabras en niños con distinta competencia lectora." *Cognitiva* 4:193-208.
 - Duane, A. 1912. "Normal values of the accommodation at all ages." *J . Am. Med. Assoc.* 59:1010-1013.
 - Eames, TH. 1955. "The influence of hypermetropia and myopia on reading achievement." *American Journal of Ophthalmology* 39:375-377.
 - Eden, G.F, J.F stein, H.M Wood and F.B wood. 1994. "Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children." *Vision Research* 34:1345-1358.
 - Erkelens, CJ. 2001. "Organisation of signals involved in binocular perception and vergence control." *Vision research* 41:3497-3503.

- Evans, B. 2004. "The role of the optometrist in dyslexia. Part 1 Specific learning difficulties." *Optometry Today*:29-34.
- Evans, B, N Drasdo and I Richards. 1994. "Investigation of accommodative and binocular function in dyslexia." *Ophthal. Physiol. Opt.* 14:5-19.
- Evans, BJ, N Drasdo and I Richards. 1996. "Dyslexia: the link with visual deficits." *Ophthal. Physiol. Opt.* 16(1):3-10.
- Evans, BJW and N Drasdo. 1991. "Tinted lenses and related therapies for learning disabilities-a review." *Ophthalmic Physiological Optics* 11:206-217.
- Evans, Bruce J. W. 1998. "The underachieving child." *Ophthalmic & Physiological Optics* 18(2):153-159.
- Evans, Bruce J. W., Ragini Patel, Arnold J. Wilkins, Anita Lightstone, Frank Eperjesi, Lynne Speedwell and John Duffy. 1999. "A review of the management of 323 consecutive patients seen in a specific learning difficulties clinic." *Ophthalmic & Physiological Optics* 19(6):454-466.
- Farnham-Diggory, S. 1991. *Aprendizaje escolar*. Madrid: Morata.
- Farris, LP. 1936. "Visual defects as factors influencing achievement in reading." Berkeley: University of California.
- Fernandez-Velazquez, FJ and MJ Fernandez-Fidalgo. 1995. "Do DEM test scores change with respect to the language? Norms for spanish-speaking population." *Optometry and Vision Science* 72:902-906.
- Fernández Baroja, F, C Llopis and C De Pablo. 1993a. *La dislexia. Origen, diagnóstico y recuperación*. 12^a Edition. Madrid: CEPE.
- Fernández Baroja, F, C Llopis and C de Pablo. 1993b. *La dislexia. Origen, diagnóstico y recuperación*. 12^a Edición Edition. Madrid: CEPE.
- Flax, N. 1970. "The contribution of visual problems to learning disability." *J . Am. Optom. Assoc* 41:841-845.

-
- Flax, N. 2006. "The relationship between vision and learning: General issues." In *Optometric management of learning-related vision problems*, eds. Scheiman M and M Rouse. Philadelphia: Mosby Elsevier.
 - Freier, BE and D Pickwell. 1983. "Physiological exophoria." *Ophthal. Physiol. Opt.* 3(3):267-272.
 - Fulk, GW and DA Goss. 2001. "Relation between refractive status and teacher evaluation of school achievement." *Journal of Optometric Vision Development* 32:80-82.
 - Garcia Madruga, J A and L Luque. 1993. "Estrategias en la comprensión y memoria de textos." In *Memoria y aprendizaje humano*, ed. J I Navarro. Madrid: McGraw-Hill.
 - García Vidal, J and D González Manjón. 2000. *Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica*. 2ª Edition. Madrid: Editorial EOS.
 - Gardner, RA. 1979. *The objective diagnosis of minimal brain dysfunction*. Cresskill NJ: Creative Therapeutics.
 - Garzia, RP, JE Richman, SB Nicholson and CS Gaines. 1990. "A new visual verbal saccade test. The Developmental Eye Movement test (DEM)." *J Am Optom Assoc* 61:124-135.
 - Gibson, EJ and H Levine. 1975. *The Psychology of reading*. Cambridge, Mass: MIT Press.
 - Gil Escudero, G, J Fernandez Garcia, F Rubio Miguelsanz, C Lopez Ramos and S. Sánchez Robles. 2001. "Proyecto PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el proyecto PISA 2000/OCDE." ed. Cultura y Deporte Secretaria General Técnica. Ministerio de Educación, INCE. Madrid.
 - Goss, D and H Zhai. 1994. "Clinical and laboratory investigations of the relationship of accommodation and convergence function with refractive error." *Documenta Ophthalmologica. Advances In Ophthalmology* 86:349–380.

- Grisham, D, M Powers and P riles. 2007. "Visual skills of poor readers in high school." *Optometry* 78:542-549.
- Grisham, JD and HD Simons. 1986. "Refractive error and the reading process: a literature analysis." *Journal of the American Optometric Association* 57:44-55.
- Grosvenor, T. 1996. *Primary Care Optometry: Anomalies of Refraction and Binocular Vision*. 3rd edn. Edition. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Gwiazda, J, F Thom, J Bauer and R Held. 1993. "Myopic children show insufficient accommodation response to blur." *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 34:690-694.
- Habib, M. 2000. "The neurological basis of developmental dyslexia: an overview and working hypothesis." *Brain* 123:2373-2399.
- Hatch, S W and J E Richman. 1994. "Stereopsis testing without polarized glasses: a comparison study on five new stereoacuity tests." *Journal of The American Optometric Association* 65(9):637-641.
- Hayes, G J, B E Cohen, M W Rouse and P N De Land. 1998. "Normative values for the nearpoint of convergence of elementary schoolchildren." *Optometry And Vision Science* 75(7):506-512.
- Helveston, EM, JC Weber, K Miller, K Robertson, G Hohberger, R Estes, FD Ellis, N Pick and BH Helveston. 1985. "Visual function and academic performance." *American Journal of Ophthalmology* 99:346-355.
- Hennessey, D, R A Iosue and M W Rouse. 1984. "Relation of symptoms to accommodative infacility of school-aged children." *American Journal Of Optometry And Physiological Optics* 61(3):177-183.
- Hoffman, LG. 1980. "Incidence of vision difficulties in children with learning disabilities." *Journal of the American Optometric Association* 51:447-451.
- Hofstetter, HW. 1944. "A comparison of Duane's and Donders tables of the amplitude of accommodation." *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 21:345-363.

-
- Ilg, FL and LB Ames. 1950. "Developmental trends in reading behavior." *J Genet Psychol* 76:291-312.
 - INECSE. 2007. "Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe español PISA 2006." MEC.
 - Iovino, I, J.M Fletcher, B.G Breitmeyer and B.R Foorman. 1998. "Colored overlays for visual perceptual deficits in children with reading disability and attention deficit/hyperactivity disorder: are they differentially effective?" *J Clin Exp Neuropsychol* 20:791-806.
 - Irlen, H. 1983. "Successful treatment of learning." Ninety-first annual convention of the American Psychological Association.
 - Irlen, H. 1991. *Reading by the colors: overcoming dyslexia and other reading disabilities by the Irlen method.* New York: Avery.
 - Jackson, T W and DA Goss. 1991a. "Variation and correlation of clinical tests of accommodative function in a sample of school-age children." *J . Am. Optom. Assoc* 62:857-866.
 - Jackson, T W and DA Goss. 1991b. "Variation and correlation of standard clinical phoropter test of phorias, vergence ranges, and relative accommodation in a sample of school-age children." *J . Am. Optom. Assoc* 62:540-547.
 - Jimenez, R, M D Gonzalez, M A Perez and J A García. 2003. "Evolution of accommodative function and development of ocular movements in children." *Ophthalmic & Physiological Optics* 23(2):97-107.
 - Jimenez, R, M A Perez, J A Garcia and M D Gonzalez. 2004. "Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children." *Ophthalmic & Physiological Optics* 24(6):528-542.
 - Kapoula, Z, MP Bucci, F Jurion, J Ayoun, F Afkhami and D Brèmond-Gignac. 2007. "Evidence for frequent divergence impairment in French dyslexic children: deficit of convergence relaxation or of divergence per se?" *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 245:931-936.

- Kavale, K. 1982. "Meta-analysis of the relationship between visual perceptual skills and reading achievement." *J Learning Disabilities* 15:42-51.
- Kedzia, B, G Tondel, D Pieczyrak and W C Maples. 1999. "Accommodative facility test results and academic success in Polish second graders." *Journal Of The American Optometric Association* 70(2):110-116.
- Kiely, PM, SG Crewther and DP Crewther. 2001. "Is there an association between functional vision and learning to read?" *Clin. Exp. Optom.* 84:346-353.
- Kragha, IK. 1986. "Amplitude of accommodation:population and methodological differences." *Ophthal. Physiol. Opt.* 6(1):75-80.
- Kulp, M T and P P Schmidt. 1996a. "Visual predictors of reading performance in kindergarten and first grade children." *Optometry And Vision Science: Official Publication Of The American Academy Of Optometry* 73(4):255-262.
- Kulp, MT. 2001. "Survue of perceptual testing among binocular vision/pediatrics faculty." *Journal of Optometric Vision Development* 32:93-98.
- Kulp, Mt and PP Schmidt. 1996b. "Visual predictors of reading performance in kindergarten and first grade children." *Optometry and Vision Science* 73:255-262.
- Kulp, MT and PP Schmidt. 2002. " A pilot study. Depth perception and near stereoacuity: is it related to academic performance in young children?" *Binocular vision & Strabismus Quarterly* 17:129-134.
- Kulp, MT, KE Edwards and GL Mitchell. 2002. "Is visual memory predictive of below-average academic achievement in second through fourth graders?" *Optometry and Vision Science* 79:431-434.
- Kulp, MT and PP Schmidt. 1997. "The relation of clinical saccadic eye movement testing to reading in kindergartners and first grades." *Optomtry and Vision Science* 74:37-42.
- Kvensakul, J, M Rodriguez-Carmona, DF Edgar, FM Barker, W Kópcke, W Schalch and JL Barbur. 2006. "Supplementation with the carotenoids luteinor

zeaxanthin improves human visual performance." *Ophthal. Physiol. Opt.* 26:362-371.

- Larter, SC, PR Herse, TJ Naduvilath and SJ Dain. 2004. "Spatialload factor in prediction of reading performance." *Ophthalmic Physiological Optics* 24:440-449.
- Latvala, ML, TT Korhonen, M Penttinen and P Laippala. 1994. "Ophthalmic findings in dyslexic schoolchildren." *British Journal of Ophthalmology* 78:339-343.
- Letourneau, J E and R Giroux. 1991. "Nongaussian distribution curve of heterophorias among children." *Optom Vis Sci* 68:132-137.
- Livingstone, MS and DH Hubel. 1987. "Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth." *Neuroscience* 7:3415-3468.
- London, Richard. 1991. "Near point of convergence." In *Clinical procedures in optometry*, eds. JB Skridge, JF Amos and Barlett JD. Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
- López-Ibor Aliño, J and M Valdés Miyar. 2002. *DSM-IV-TR. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Texto revisado.* Barcelona Masson.
- Lopez Escribano, C. 2007. "Evaluation of the double-deficit hypothesis subtype classification of readers in spanish." *Journal of Learning Disabilities* 40:319-330.
- Lovegrove, W. 1993. "Do dyslexics have a visual deficit?" In *Facets of dyslexia and its remediation*, eds. SF Wright and R Groner. Amsterdam: Elsevier Science Publishers
- Lovegrove, W, F Martin and W Slaghius. 1986. "A teoretical and experimental case for a visual déficit in specific reading disability." *Cognitive Neuropsychology* 3:225-267.
- Mann, GH. 1969. "Reversal reading errors in children trained in dual directionality." *Reading Teacher* 22:646-649.

- Marran, Lynn F, Paul N De Land and Andrew L Nguyen. 2006. "Accommodative insufficiency is the primary source of symptoms in children diagnosed with convergence insufficiency." *Optometry And Vision Science: Official Publication Of The American Academy Of Optometry* 83(5):281-289.
- McMahon, T T, M Hansen and M Viana. 1991. " Fixation characteristics in macular disease. Relationship between saccadic frequency, sequencing, and reading rate." *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 32:567-574.
- Meares, O. 1980. "Figure/ground, brightness contrast, and reading disabilities." *Visible Language* 14:13-29.
- Menacker, S J, M E Breton, M L Breton, J R Radcliffe and G A Gole. 1993. "Do tinted lenses improve the reading performance of dyslexic children?" *Arch. Ophthalmol.* 111:213-218.
- Motsch, S. and H. Mühlendyck. 2000. "Frequency of reading disability caused by ocular problems in 9- and 10-year-old children in a small town." *Strabismus* 8(4):283-285.
- Mutti, D O, L A Jones, M L Moeschberger and K Zadnik. 2000. "AC/A ratio, age, and refractive error in children." *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 41(9):2469-2478.
- Northway, N. 2003. "Predicting the continued use of overlays in school children – a comparison of the Developmental Eye Movement test and the rate of reading test." *Ophthal. Physiol. Opt.* 23:457-464.
- O'Shea, WF, KJ Ciuffreda, SK Fisher, B Tannen and P Super. 1988. "Relation between distance heterophoria and tonic vergence." *American Journal Of Optometry And Physiological Optics* 65:787-793.
- Oduntan, AO, M Al-Ghamdi and H Al-Dosari. 1998. "Randot stereoacuity norms in a population of Saudi Arabian Children." *Clin. Exp. Optom.* 81:193-197.
- Palomo-Álvarez, C and M C Puell. 2009. "Relationship between oculomotor scanning determined by the DEM test and a contextual reading test in

- schoolchildren with reading difficulties." *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* (in press).
- Palomo-Álvarez, C and M C Puell. 2008. "Accommodative function in school children with reading difficulties." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 246:1769-1774.
 - Pavlidis, G.T. 1981a. "do eye movements hold the key to dyslexia?" *Neuropsychologia* 19:57-64.
 - Pavlidis, G.T. 1981b. "Sequencing, eye movements and the early objective diagnosis of dislexia." In *dyslexya research and its Applications to Education*, eds. G.T Pavlidis and T.R. Miles. New York: John wiley & sons.
 - Perfetti, CA. 1985. *Reading ability*. New York Oxford University Press.
 - Perfetti, CA and AM Lesgold. 1977. "Coding and comprehension in skilled reading and implications for reading instruction." In *Theory and practice of early reading*, eds. LB Resnick and PA Weaver. Erlbaum: Hill-Sdale.
 - Pickwell, D. 1996. "Anomalías de la visión binocular. Investigación y tratamiento (Binocular vision anomalies),". *JIMS*, Barcelona Chap. 3:39-58.
 - Poynter, HL , C Schor, HM Haynes and J Hirsch. 1982. "Oculomotor functions in reading disability." *American Journal Optometric Physiological Optics* 59:116-127.
 - Ramos, JL and F Cuetos. 1999. *Evaluación de los procesos lectores PROLEC-SE*. Madrid.
 - Ray, N J, S Fowler and J F Stein. 2005. "Yellow filters can improve magnocellular function: motion sensitivity, convergence, accommodation, and reading." *Annals Of The New York Academy Of Sciences* 1039:283-293.
 - Reading, VM and RA Weale. 1974. "Macular pigment and chromatic aberration." *J Opt Soc Am* 64:231-234.
 - Real Academia Española, (RAE) 2001. *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima segunda edición Edition. Madrid: Espasa Calpe.

- Richman, JE and RP Garzia. 1987. Developmental Eye Movement Test, version 1. Bernel Corp. South Bend, IN, USA.
- Ritty, MJ, HA Solan and SJ Cool. 1993. "Visual and sensory-motor functioning in the classroom. a preliminary report of ergonomic demands." *J Am Optom Assoc* 64:238-244.
- Roorda, A and DR Willians. 1999. "The arrangement of the three cone classes in the living human eye." *Nature* 397:520-522.
- Rosenfield, M, KJ Ciuffreda, E Ong and S Super. 1995. "Vergence adaptation and the order of clinical vergence range testing." *Optometry and Vision Science* 72:219-223.
- Rosner, J. 1991. Hyperopia. In: Grosvenor T, Flom MC, eds. *Refractive anomalies: Research and Clinical Applications*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Rosner, J and J Rosner. 1987. "Comparison of visual characteristics in children with and without learning difficulties." *American Journal of Optometry and Physiological Optics*. 64:531-533.
- Rosner, J and J Rosner. 1997. "The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: how much plus is enough?" *Journal of the American Optometric Association* 68:648-650.
- Rouse, M. 2006. "Optometric Assessment: Visual Efficiency Problems." In *Optometric Management of Learning-Related Vision Problems*, eds. M Scheiman and M Rouse. Second Edition Edition. Philadelphia: Mosby Elsevier.
- Rouse, MW, E Borsting, L Hyman, M Hussein, S Cotter, M Flynn, M Scheiman, M Gallaway and P N De Land. 1999. "Frequency of convergence insufficiency among fifth and sixth graders." *Optometry and Vision Science* 76(9):643-649.
- Saladin, JJ and JE Sheedy. 1978. "Phorometry and stereopsis." In *Borish's Clinical Refraction*, ed. Benjamin WJ (ed). Philadelphia: Saunders.

-
- Scott, L, H McWhinnie, L Taylor, N Stevenson, P Irons, E Lewis, M Evans, B Evans and A Wilkins. 2002. "Coloured overlays in school: orthoptic and optometric findings." *Ophthalmic Physiological Optics* 22:156-165.
 - Scheiman, M, P Blaskey, EB Ciner, M Gallaway, M Parisi, K Pollack and R Selznick. 1990. "Vision characteristics of individuals identified as Irlen Filters candidates." *Journal of the American Optometric Association* 61:600-604.
 - Scheiman, M, M Gallaway, R Coulter, F Reinstein, E Ciner, C Herzberg and M Parisi. 1996. "Prevalence of vision and ocular disease conditions in a clinical pediatric population." *Journal of The American Optometric Association* 67(4):193-202.
 - Scheiman, M, H Herzberg, K Frantz and M Margolies. 1988. "Normative study of accommodative facility in elementary schoolchildren." *American Journal Of Optometry And Physiological Optics* 65(2):127-134.
 - Scheiman, M, H Herzberg, K Frantz and M Margolies. 1989. "A normative study of step vergence in elementary schoolchildre." *Journal of the American Optometric Association* 60(4):276-280.
 - Scheiman, M and B Wick. 2002. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders. Second Edition.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
 - Scheiman, MM and M Gallaway. 1994. "Visual information processing: assessment and diagnosis." In *Optometric management of learning-related vision problems*, eds. MM Scheiman and MW Rouse. St. Louis: Mosby-Year Book, Inc.
 - Scheiman, MM and MW Rouse. 1994. *Optometric Management of Learning-Related vision Problems.* St. Louis: Mosby-Year Book, Inc.
 - Scheiman, MM and B Wick. 1994. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders.* Philadelphia: J.B. Lippincott Company.

- Shepard, CF. 1941. "The most probable "expecteds"." *Optometry Weekly* 32:538-541.
- Simmers, Anita J., Lyle S. Gray and Arnold J. Wilkins. 2001. "The influence of tinted lenses upon ocular accommodation." *Vision Research* 41(9):1229-1238.
- Simons, HD and JD Grisham. 1987. "Binocular anomalies and reading problems." *Journal of the American Optometric Association* 58:578-587.
- Sivak, JG and WR Bobier. 1978. "Effect a yellow ocular filter on chromatic aberration: the fish eye as an example." *Am. J. Optom. Physiol Opt* 55:813-817.
- Skottun, BC. 2000. "On the conflicting support for the magnocellular-deficit theory of dyslexia." *Trends Cognit Sci* 4:211-212.
- Skottun, BC. 2006. "Attention, reading and dyslexia." *Clin Exp Optom* 89:241-245.
- Skottun, BC and LA Parke. 1999. "The possible relationship between visual deficits and dyslexia: Examination of a critical assumption." *Journal of Learning Disabilities* 32:2-5.
- Skoyles, J and BC Skottun. 2004. "On the prevalence of magnocellular deficits in the visual system of nondyslexic individuals." *Brain and Language* 88:79-82.
- Snowling, M. 2000. *Dyslexia*. Oxford: Blackwells Press.
- Solan, H A, A Ficarra, J R Brannan and F Rucker. 1998a. "Eye movement efficiency in normal and reading disabled elementary school children: effects of varying luminance and wavelength." *Journal Of The American Optometric Association* 69(7):455-464.
- Solan, H and A Ficarra. 1990. "A study of perceptual and verbal skills of disabled readers in grades 4, 5 and 6." *J . Am. Optom. Assoc* 61:628-634.
- Solan, HA, JR Brannan, A Ficarra and R Byne. 1997. "Transient and sustained processing: effects of varying luminance and wavelength on reading comprensión." *Journal of the American Optometric Association* 68:503-510.

-
- Solan, HA and E Ciner. 1989. "Visual perception and learning: issues and answers." *J. Am. Optom. Assoc* 60:457-460.
 - Solan, HA, MA Ficarra, JR Brannan and Rucker F. 1998b. "Eye movement efficiency in normal and reading disabled elementary school children: effects of varying luminance and wavelength." *Journal of the American Optometric Association* 69:455-464.
 - Solman, R T, S J Dain, H S Lim and J G May. 1995. "Reading-related wavelength and spatial frequency effects in visual spatial location." *Ophthalmic & Physiological Optics* 15(2):125-132.
 - Stein, J. 2003. "Visual motion sensitivity and reading." *Neuropsychologia* 41:1785-1793.
 - Stein, J, AJ Richardson and MS Fowler. 2000a. "Monocular occlusion can improve binocular control and reading in dyslexics." *Brain* 123:164-170.
 - Stein, J and V Walsh. 1997. "To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia." *Trends in Neuroscience* 20:147-152.
 - Stein, JF and MS Fowler. 1993. "Unstable binocular control in dyslexic children." *J Res Read* 16:30-45.
 - Stein, JF, JB Talcott and V Walsh. 2000b. "controversy about the visual magnocellular deficit in developmental dyslexics." *Trends in Cognitive Science* 4:209-211.
 - Sterner, Bertil, Martin Gellerstedt and Anders Sjöström. 2004. "The amplitude of accommodation in 6-10-year-old children - not as good as expected!" *Ophthal. Physiol. Opt.* 24:246-251.
 - Sterner, Bertil, Martin Gellerstedt and Anders Sjöström. 2006. "Accommodation and the relationship to subjective symptoms with near work for young school children." *Ophthalmic & Physiological Optics* 26(2):148-155.
 - Stockman, A, DI MacLeod and DD DePriest. 1991. "Temporal properties of human short wavelength photoreceptors." *Vision Research* 31:189-208.

- Sucher, DF and J Stewart. 1993. "Vertical fixation disparity in learning disabled." *Optometry and Vision Science* 70:1038-1043.
- Talcott, JB , PC Hansen, EL Assoku and JF Stein. 2000. "Visual motion sensitivity in dislexia: evidence for temporal and energy integration deficits." *Neuropsychologia* 38:935-943.
- Valle, F. 1989. "Errores en lectura y escritura. Un modelo dual." *Cognitiva* 2:35-63.
- Vellutino, F R, J.M Fletcher, M Snowling and D.M. Scanlon. 2004. "Specific reading disability (dyslexia): what have learned in the past four decades?" *Journal of child Psychology and Psychiatry* 45:2-40.
- Vellutino, F R, J A Steger, L DeSetto and F Phillips. 1975. "Immediate and delayed recognition of visual stimuli in poor and normal readers." *J Exp Child Psychol* 19:223-232.
- Vidal López, J. 2007. "Estudio de los factores que intervienen en los efectos de las lentes coloreadas sobre la velocidad lectora: análisis de tres modelos teóricos explicativos." In *Departamento de Oftalmología, Optometría, Otorrinolaringología y Anatomía Patológica*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Vogel, GL. 1995. "Saccadic eye movements: theory, testing & therapy." *Journal of Behavioral Optometry*. 6:3-12.
- Williams, MC, Lecluyse K and A Rock-Faucheux. 1992. "Effective interventions for reading disability." *Journal of the American Optometric Association* 63:411-417.
- Wilkins, A. 1995. *Visual stress*. Oxford University Press: Oxford.
- Wilkins, A, J Huang and Y Cao. 2004. "Visual stress theory and its application to reading and reading tests." *Journal of Research in Reading* 27:152-162.
- Wilkins, A, N Shira and A Myers. 2005. "Increasing reading speed by using colours: Issues concerning reliability and specificity, and their theoretical and practical implications." *Perception* 34:109-120.

-
- Wilkins, AJ. 1994. "Overlays for classroom and optometric use." *Ophthalmic Physiological Optics* 14:97-98.
 - Wilkins, AJ and E Lewis. 1999. "Coloured overlays text and texture." *Perception* 28:641-650.
 - Williams, MC, BG Breitmeyer, WJ Lovegrove and C Guitierrez. 1991. "Metacontrast with masks varying in spatial frequency and wavelength." *Vision research* 31:2017-2023.
 - Williams, MC, Lecluyse K and A Rock-Faucheux. 1992. "Effective interventions for reading disability." *Journal of the American Optometric Association* 63:411-417.
 - Williams, MC and WJ Lovegrove. 1992. "Sensory and perceptual processing in reading disability." In *Applications of parallel processing in vision*, ed. JR Brannan. New York: Elsevier Science Publishers.
 - Williams, MC, GW Stuart, A Castles and KI McAnally. 2003. "Contrast sensitivity in subgroups of developmental dyslexia." *Vision Research* 43:467-477.
 - Williams, MC and K Lecluyse. 1990. "Perceptual consequences of a temporal processing deficit in reading disabled children." *Journal of the American Optometric Association* 61:111-121.
 - Ygge, J , G Lennerstrand, A Rydberg and al. 1993. "Oculomotor functions in a Swedish population of dislexic and normally reading children." *Acta Ophthalmologica* 71:10-21.
 - Young, FA. 1963. "Reading, measures of intelligence, and refractive errors." *American Journal of Optometry* 49:237-264.
 - Zellers, J A, T L Alpert and M W Rouse. 1984. "A review of the literature and a normative study of accommodative facility." *Journal Of The American Optometric Association* 55(1):31-37.

ANEXOS

ANEXO I. CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El objetivo de este estudio es valorar la influencia de los filtros amarillos en el rendimiento de la lectura y en habilidades visuales en niños de educación primaria con problemas de lectura.

Su participación en este estudio es voluntaria, así como la posibilidad de retirarse del mismo en cualquier momento, siendo sus datos utilizados únicamente con fines de investigación.

Yo..... (Nombre de tutor)

Habiendo recibido suficiente información sobre el estudio, comprendo que la participación de mi hijo/a es voluntaria y presta libremente mi conformidad para que participe en este estudio.

Fecha:

Firma:

Investigador responsable del proyecto: Catalina Palomo Álvarez

Pr^ª. Titula de la Escuela Universitaria de Óptica

Tel. de contacto: 677120827

e-mail: cpalomoa@fis.ucm.es

ANEXO II. HISTORIA CLÍNICA

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

Queja principal.

Historia Ocular. Usa gafas SI / NO Tuvo oclusión SI / NO

Enfermedad ocular SI / NO Traumatismo ocular SI / NO

Historia médica

H. Prenatal. Nació a término SI / NO Peso al nacer normal SI / NO (Incubadora)

H. Post-natal. Enfermedades infantiles.....

Historia del desarrollo

Alergias SI / NO..... Eczema SI / NO

Otros:.....

Exámenes anteriores y tratamientos

Audiología SI / NO

Neurología SI / NO

Optometría SI / NO

Otros.

Historia educacional

Edad de escolarización

Ha repetido algún curso SI / NO ¿Cuál?

Periodos de ausencia escolar SI / NO

Comportamiento y atención

Hiperactividad SI / NO Ansiedad SI / NO

Falta de atención SI / NO Frustración SI / NO

Historia educacional familiar

Antecedentes de problemas de lectura en otros miembros de la familia SI / NO

Nº libros leídos al año por los padres.

Hábito de leer el periódico en casa. Diario SI / NO 1-2 veces en semana SI / NO

ANEXO III. CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

(0 = nunca, 1 = infrecuentemente, 2 = a veces, 3 = Bastante frecuente, 4 = Siempre). Marca con una X lo que corresponda.

	Nunca	Infre- cuenta	A veces	Bastante frecuente	Siempre
1. ¿Siente sus ojos cansados cuando lee o hace tareas de cerca?					
2. ¿Siente incomfort en sus ojos cuando lee o hace tareas de cerca?					
3. ¿Siente dolor de cabeza cuando lee o hace tareas de cerca?					
4. ¿Siente sueño cuando lee o hace tareas de cerca?					
5. ¿Pierde la concentración cuando lee o hace tareas de cerca?					
6. ¿Tiene dificultades en recordar lo que ha leído?					
7. ¿Tiene visión doble cuando lee o hace tareas de cerca?					
8. ¿Las palabras se mueven, saltan o parecen flotar cuando lee o hace tareas de cerca?					
9. ¿Siente que lee lento?					
10. ¿Le duelen los ojos cuando lee o hace tareas de cerca?					
11. ¿Siente sus ojos doloridos cuando lee o hace tareas de cerca?					
12. ¿Siente que “le tira” alrededor de los ojos cuando lee o hace tareas de cerca?					
13. ¿Nota las palabras borrosas o desenfocadas cuando lee o hace tareas de cerca?					
14. ¿Se pierde de lugar mientras lee o hace tareas de cerca?					
15. ¿Tiene que volver a leer la misma línea de palabras cuando lee?					

ANEXO IV. FICHA DE PRUEBAS PRELIMINARES, FUNCIÓN BINOCULAR Y ACOMODATIVA

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

Compensación refractiva actual: gafas lejos gafas cerca todo uso bifocal
L.C.B L.C.G.P. No usa

GAFAS: O.D. esf. cil. X° AV Ad. AV
O.I. esf. cil. X° AV Ad. AV

PRELIMINARES

Avsc lejos OD AV_{AE} O.D. AV sc cerca O.D.

Avsc lejos O I AV_{AE} O. I. AV sc cerca O.I.

C.T. sc/cc lejos/..... C.T. sc/cc cerca/..... Estereopsis

Color (L. Vistas / L. presentadas): Motilidad PPC

REFRACCIÓN / BINOCULARIDAD / ACOMODACIÓN

RET. OD Queratometría OD

Lejos OI O.I.

SUBJ OD AV

VL OI AV

FORIA VL VERGENCIAS VL.: BI // BE

FORIA VP VERGENCIAS VP.: BI // BE

AC/A(-1 D): ARP ARN

AA (L -): OD // O.I.

FLEX. ACOM (+/- 2.00 D) AO.

S. OCULAR (Oftalmoscopia: Medios, E/P, Color, Bordes, A/V, Mácula)

DIAGNÓSTICO / TRATAMIENTO /PRESCRIPCIÓN

	ESF	CIL	EJE	AV	Ad	AV
OD						
OI						

DIP: _____ mm

ANEXO V. FICHA DE MOVIMIENTOS OCULARES (DEM) Y PERCEPCIÓN VISUAL

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

MOTILIDAD OCULAR (DEM)	PUNTUACIÓN	PERCENTIL EQUIVALENTE
DEM Vertical		
DEM Horizontal		
DEM Ratio		
ANÁLISIS VISUAL	PUNTUACIÓN	PERCENTIL EQUIVALENTE
TVPS- Constancia Forma		
TVPS- Memoria Visual		
DIRECCIONALIDAD	PUNTUACIÓN	PERCENTIL EQUIVALENTE
Frecuencia de inversiones de Gardner (Reconocimiento)		

ANEXO VI. FICHA DE REGISTRO DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES (DEM)

Nombre: _____ FN _____ Curso _____

ARTICULATION PRE-TEST Y N NUMBER KNOWLEDGE PRE-TEST Y N
 / = substitution error o = omission error
 a = addition error < or > = transposition error

TEST A		TEST B	
3	4	6	7
7	5	3	9
5	2	2	3
9	1	9	9
8	7	1	2
2	5	7	1
5	3	4	4
7	7	6	7
4	4	5	6
6	8	2	3
1	7	5	2
4	4	3	5
7	6	7	7
6	5	4	4
3	2	8	6
7	9	4	3
9	2	5	7
3	3	2	5
9	6	1	9
2	4	7	8

_____ sec _____ sec

TOTAL TIME: _____ sec
 ADJ TIME: _____ sec
 ERRORS: _____

TEST C				
3	7	5	9	8
2	5	7	4	6
1	4	7	6	3
7	9	3	9	2
4	5	2	1	7
5	3	7	4	8
7	4	6	5	2
9	2	3	6	4
6	3	2	9	1
7	4	6	5	2
5	3	7	4	8
4	5	2	1	7
7	9	3	9	2
1	4	7	6	3
2	5	7	4	6
3	7	5	9	8

TIME: _____ sec
 _____ s errors _____ o errors
 _____ a errors _____ t errors
 ADJ TIME = TIME x $\frac{80}{(80 - o + a)}$
 ADJ TIME = _____ sec
 TOTAL ERRORS (s + o + a + t) = _____

RATIO = $\frac{\text{HORIZONTAL ADJ TIME}}{\text{VERTICAL ADJ TIME}}$ = _____

ANEXO VII. FICHA DE REGISTRO DE CONSTANCIA DE LA FORMA (CF) Y MEMORIA VISUAL (MV)

Nombre: _____ FN _____ Curso _____

Fecha: _____

PUNTUACIONES DEL TVPS	
Constancia Forma (CF)	Memoria Visual (MV)
A _____ 5	A _____ 3
1 _____ 5	1 _____ 2
2 _____ 1	2 _____ 3
3 _____ 4	3 _____ 4
4 _____ 4	4 _____ 1
5 _____ 2	5 _____ 1
6 _____ 2	6 _____ 4
7 _____ 4	7 _____ 5
8 _____ 4	8 _____ 4
9 _____ 4	9 _____ 1
10 _____ 1	10 _____ 1
11 _____ 3	11 _____ 2
12 _____ 5	12 _____ 4
13 _____ 2	13 _____ 2
14 _____ 1	14 _____ 5
15 _____ 2	15 _____ 5
16 _____ 2	16 _____ 1
T _____	T _____
% _____	% _____

ANEXO VIII. FRECUENCIA DE INVERSIONES

ε 3 5 ε 0 6 4 4 2 ε 9 0 7 7 _____

vy eə pg jı mm fı rr ɛa _____

ru ɔɔ tt sz sɛ kκ nn hɪ _____

0 9 4 ε 5 3 7 ε 6 7 ε 4 0 2 _____

u z ɔ t ɛ k d n v f s e m p r j _____

j g r m ł ɛ y h ɛ κ n c u t a z _____

ANEXO IX. REGISTRO LECTURA PROLEC

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

LECTURA DE PALABRAS

			R				R				R
1	(CCV)	0 1	_____	2	(VC)	0 1	_____	3	(CVC)	0 1	_____
4	(CW)	0 1	_____	5	(CCVC)	0 1	_____	6	(CVC)	0 1	_____
7	(CW)	0 1	_____	8	(CVC)	0 1	_____	9	(CCV)	0 1	_____
10	(CVC)	0 1	_____	11	(VC)	0 1	_____	12	(CCVC)	0 1	_____
13	(CW)	0 1	_____	14	(CVC)	0 1	_____	15	(CCVC)	0 1	_____
16	(CCV)	0 1	_____	17	(VC)	0 1	_____	18	(CVC)	0 1	_____
19	(CCVC)	0 1	_____	20	(CVC)	0 1	_____	21	(CW)	0 1	_____
22	(CVC)	0 1	_____	23	(VC)	0 1	_____	24	(VC)	0 1	_____
25	(CCV)	0 1	_____	26	(CW)	0 1	_____	27	(CVC)	0 1	_____
28	(CCVC)	0 1	_____	29	(CVC)	0 1	_____	30	(CCV)	0 1	_____
Puntuación total:			CCV=	VC=	CVC=	CVV=	CCVC=	CVC=			

Nº Palabras leídas correctamente _____ Tiempo _____ (s)

LECTURA DE PSEUDOPALABRAS

			R				R				R
1	0 1	CCV	_____	2	0 1	VC	_____	3	0 1	CVC	_____
4	0 1	CVV	_____	5	0 1	CCVC	_____	6	0 1	CVVC	_____
7	0 1	CVV	_____	8	0 1	CVVC	_____	9	0 1	CCV	_____
10	0 1	CVC	_____	11	0 1	VC	_____	12	0 1	CCVC	_____
13	0 1	CVV	_____	14	0 1	CVVC	_____	15	0 1	CCVC	_____
16	0 1	CCV	_____	17	0 1	VC	_____	18	0 1	CVC	_____
19	0 1	CCVC	_____	20	0 1	CVC	_____	21	0 1	CW	_____
22	0 1	CVVC	_____	23	0 1	VC	_____	24	0 1	VC	_____
25	0 1	CCV	_____	26	0 1	CVV	_____	27	0 1	CVC	_____
28	0 1	CCVC	_____	29	0 1	CVVC	_____	30	0 1	CCV	_____
Puntuación total:			CCV=	VC=	CVC=	CVV=	CCVC=	CVVC=			

Nº Pseudopalabras leídas correctamente _____ Tiempo _____ (s)

Velocidad Lectora. Tiempo _____ (s) _____ (ppm)

COMPRESIÓN DE TEXTOS

			R
1	NL	0 1	_____
2	NI	0 1	_____
3	NI	0 1	_____
4	NL	0 1	_____
5	NL	0 1	_____
6	NI	0 1	_____
7	NI	0 1	_____
8	NL	0 1	_____
9	EL	0 1	_____
10	EI	0 1	_____
11	EL	0 1	_____
12	EI	0 1	_____
13	EL	0 1	_____
14	EI	0 1	_____
15	EL	0 1	_____
16	EI	0 1	_____

Puntuación total: _____

ANEXO X. REGISTRO LECTURA PROLEC-SE

Nombre: _____ F _____ FN _____ Curso _____

LECTURA DE PALABRAS

				R					R					R					R
1	FC	0	1	fuerza	2	FL	0	1	revolución	3	IC	0	1	cuervo	4	IL	0	1	calavera
5	FC	0	1	libre	6	FL	0	1	primavera	7	IL	0	1	embarcadero	8	IC	0	1	vena
9	IL	0	1	cabalgata	10	IC	0	1	junco	11	FC	0	1	doble	12	IL	0	1	aterrizaje
13	IC	0	1	molde	14	IL	0	1	orificio	15	FC	0	1	vientre	16	FL	0	1	humanidad
17	FC	0	1	suave	18	FL	0	1	perspectiva	19	IC	0	1	leño	20	IL	0	1	latifundio
21	IL	0	1	arbitrario	22	IC	0	1	miga	23	FL	0	1	conversación	24	FC	0	1	acto
25	FL	0	1	evolución	26	FL	0	1	imaginación	27	FC	0	1	triste	28	IC	0	1	siervo
29	IC	0	1	grava	30	IL	0	1	manzanilla	31	FC	0	1	actor	32	FL	0	1	experiencia
33	FL	0	1	universidad	34	IL	0	1	pegajoso	35	FC	0	1	crisis	36	IL	0	1	azabache
37	FC	0	1	juicio	38	FL	0	1	individuo	39	IC	0	1	cofre	40	IC	0	1	rosal

Nº Palabras leídas correctamente _____ Tiempo _____ (s)

LECTURA DE PSEUDOPALABRAS

				R					R					R					R			
1	SC	0	1	tugo	2	SL	0	1	caropeto	3	CL	0	1	clasichofa	CCV	4	CC	0	1	criscol	CCVC	
5	CC	0	1	flapa	CCV	6	SL	0	1	roferola	7	CL	0	1	grafelina	CCV	8	CC	0	1	tronfa	CCVC
9	CL	0	1	plascasida	CCVC	10	CC	0	1	claso	CCV	11	SC	0	1	sipa	12	CL	0	1	gridalejo	CCVC
13	CC	0	1	prino	CCV	14	SC	0	1	peta	15	SL	0	1	nujarelo	16	CL	0	1	pritosado	CCV	
17	CL	0	1	trondosica	CCVC	18	SL	0	1	llarenaje	19	SC	0	1	lane	20	CC	0	1	grafel	CCV	
21	CC	0	1	fuercho	CVVC	22	CL	0	1	puendorelo	CVVC	23	CL	0	1	flaperodo	CCV	24	SC	0	1	nuja
25	SC	0	1	llaje	26	SL	0	1	sijapeca	27	SL	0	1	ladesafo	28	SC	0	1	cado			
29	SL	0	1	racosijo	30	SL	0	1	tusomigo	31	SL	0	1	barename	32	SC	0	1	rofo			
33	CL	0	1	fuercarelo	CVVC	34	CC	0	1	puense	CVVC	35	CC	0	1	grisque	CCVC	36	SC	0	1	raco
37	SC	0	1	bane	38	SL	0	1	petesaran	39	CL	0	1	criscolama	CCVC	40	CC	0	1	plasco	CCVC	

Nº Pseudopalabras leídas correctamente _____ Tiempo _____ (s)

Velocidad Lectora. Tiempo _____ (s) _____ (ppm)

COMPRENSIÓN DE TEXTOS

LOS ESQUIMALES				
1	L	0	1	¿QUÉ ESTACIÓN DEL AÑO DESCONOCEN LOS ESQUIMALES?
2	L	0	1	¿DURANTE QUÉ MESES PUEDEN NAVEGAR ENTRE LOS BLOQUES DE HIELO?
3	I	0	1	¿POR QUÉ LOS ESQUIMALES NECESITAN, MÁS QUE OTRO PUEBLO, MATERIALES DE ALUMBRADO?
4	L	0	1	¿DE QUÉ DEPENDE LA SUPERVIVENCIA DE LOS ESQUIMALES?
5	I	0	1	¿POR QUÉ CUANDO SE PRODUCEN MIGRACIONES DE LA FAUNA PUEDEN DESAPARECER COLECTIVIDADES ENTERAS?
6	L	0	1	¿QUÉ HACEN LAS AURORAS BOREALES EN LA NOCHE ÁRTICA?
7	I	0	1	¿POR QUÉ NO PUEDEN UTILIZAR EL KAYAK DURANTE TRES CUARTAS PARTES DEL AÑO?
8	I	0	1	¿POR QUÉ SE DICE QUE LA FAUNA LES PROPORCIONA LO NECESARIO PARA VIVIR?
9	L	0	1	¿QUIÉNES FUERON LOS PRIMEROS EN DAR A CONOCER LA FORMA DE VIDA DE LOS ESQUIMALES?
10	I	0	1	¿POR QUÉ SE DICE QUE LA HISTORIA DE LOS ESQUIMALES ES UNA HISTORIA DE LUCHA CON LA NATURALEZA?

LOS PAPÚES AUSTRALIANOS				
11	L	0	1	¿QUÉ RASGOS TÍPICOS PRESENTAN LOS PAPÚES?
12	I	0	1	¿POR QUÉ NO UTILIZAN CUCHILLOS O ESPADAS?
13	L	0	1	¿PARA QUÉ UTILIZAN LA SENSIBILIDAD DE LAS PLANTAS DE SUS PIES?
14	I	0	1	¿CUÁL CREES QUE PUEDE SER EL CLIMA DEL NORTE DE AUSTRALIA?
15	L	0	1	¿QUÉ HACEN PARA ACERCARSE A LOS ANIMALES QUE VAN A CAZAR SIN SER VISTOS?
16	L	0	1	¿QUÉ PROBLEMAS LES TRAJERON LOS EUROPEOS CUANDO LLEGARON?
17	I	0	1	¿POR QUÉ NECESITAN PERSEGUIR, INCLUSO DURANTE VARIOS DÍAS, A UN CANGURO PARA CAZARLO?
18	I	0	1	¿A QUÉ SE DEBE QUE ALGUNOS CANGUROS PUEDAN ATACAR AL HOMBRE Y CAUSARLE LA MUERTE?
19	L	0	1	¿CON QUÉ SE VISTEN LOS PAPÚES DEL SUR DE AUSTRALIA?
20	I	0	1	¿EN QUÉ SE BASAN PARA DECIR QUE LA DEMOGRAFÍA DE LOS PAPÚES ES DE SIGNO DECRECIENTE?

Puntuación total: _____

ANEXO XI. CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS DERIVADAS DEL DESARROLLO DE LA TESIS DOCTORAL.

En este apartado se recogen las publicaciones en revistas científicas y las contribuciones a congresos que hasta el momento han servido para divulgar los resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis doctoral.

PUBLICACIONES RESULTANTES DEL DESARROLLO DE LA TESIS DOCTORAL

AUTORES (p.o. de firma): Catalina Palomo-Álvarez & María C. Puell.

TITULO: Binocular function in school children with reading difficulties.

REF. REVISTA/LIBRO: Graefes Arch Clin Exp Ophthalmo, 2009 (enviado)

CLAVE: R

AUTORES (p.o. de firma): Catalina Palomo-Álvarez & María C. Puell.

TITULO: Relationship between oculomotor scanning determined by the DEM test and a contextual reading test in schoolchildren with reading difficulties.

REF. REVISTA/LIBRO: Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol DOI 10.1007/s00417-009-1076-8.

CLAVE: R

AUTORES (p.o. de firma): Catalina Palomo-Álvarez & María C. Puell.

TITULO: Accommodative function in school children with reading difficulties.

REF. REVISTA/LIBRO: Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2008; 246:1769–1774. (DOI 10.1007/s00417-008-0921-5).

CLAVE: R

CONGRESOS INTERNACIONALES RESULTANTES DEL DESARROLLO DE LA TESIS DOCTORAL

AUTORES: C. Palomo-Álvarez

TITULO: Study of the effect of colour filters in children with learning difficulties (Estudo do efeito dos filtros em crianças com problemas de aprendizagem).

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Oral

CONGRESO: 5º Congresso Internacional de Optometria e Ciências da Visão.

PUBLICACIÓN: Pages 28-29

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Universidade de Minho, Braga. Portugal

AÑO: Abril 5- 6, 2008

AUTORES: C. Palomo-Álvarez, M.C. Puell

TITULO: Accommodative Function in School – Age Children with Poor Reading Skills

TIPO DE PARTICIPACIÓN: póster

CONGRESO: EVER (European Association for Vision and Eye Research).

PUBLICACIÓN: Program Number: 450

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Portoroz, Slovenia

AÑO: October 1- 4, 2008

AUTORES: C. Palomo-Alvarez and C. Puell Marin

TITULO: Can Yellow Lenses Improve Reading Ability in Poor Readers?

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: ARVO 2007

PUBLICACIÓN: Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2007 48: E-Abstract 1178

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Lauderdale

AÑO: 2007

AUTORES: Catalina Palomo-Alvarez, Maria C. Puell.

TITULO: Effect of a yellow filter on saccadic eye movements in reading impaired children

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: American Academy of Optometry

PUBLICACIÓN: Libro de abstract Program Number 4 – pg 80.

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Denver

AÑO: 2006

ANEXO XII. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS CON LA TESIS DOCTORAL.

En este apartado se recogen los proyectos de investigación que constituyen la fuente de financiación de este trabajo.

TÍTULO DEL PROYECTO: Influencia de los filtros amarillos en el rendimiento de la lectura y en habilidades visuales en niños de tercer y cuarto curso de educación primaria.

TIPO DE CONTRATO: Acogido al artículo 83 de la LOU

ENTIDAD FINANCIADOR: Prats Optical S.A.

ENTIDADES PARTICIPANTES: Universidad Complutense; nº de referencia: 118-2008

DURACIÓN: desde el 1-4-08 hasta el 30-10-09.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Catalina Palomo-Álvarez

NÚMERO DE INVESTIGADORES PARTICIPANTES: 2

TÍTULO DEL PROYECTO: Influencia de los filtros amarillos en el rendimiento de la lectura y en habilidades visuales en niños de educación primaria.

TIPO DE CONTRATO: Acogido al artículo 83 de la LOU

ENTIDAD FINANCIADOR: Prats Optical S.A.

ENTIDADES PARTICIPANTES: Universidad Complutense nº de referencia: 406-2005

DURACIÓN: desde 1-12-2005 hasta 30-7-2007.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Catalina Palomo-Álvarez

NÚMERO DE INVESTIGADORES PARTICIPANTES: 2