

**“ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN
LOS EFECTOS DE LAS LENTES COLOREADAS SOBRE
LA VELOCIDAD LECTORA: ANÁLISIS DE TRES
MODELOS TEÓRICOS EXPLICATIVOS”**

Departamento de Oftalmología, Optometría, Otorrinolaringología
y Anatomía Patológica
Universidad de Murcia
2007

Tesis presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad de Murcia

Joaquín Vidal López

RESUMEN	4
LISTA DE ABREVIATURAS	9
LISTA DE ILUSTRACIONES	11
FIGURAS	11
TABLAS.....	13
I. INTRODUCCIÓN	16
1. LA LECTURA	16
1.1. Las habilidades lectoras	17
1.2. Movimientos oculares durante la lectura	18
1.3. Los sistemas de procesamiento magnocelular y parvocelular	21
2. LA VISIÓN Y LOS PROBLEMAS DE LECTURA.....	26
3. LAS LENTES COLOREADAS PARA LA LECTURA.....	29
3.1. Efectos de las lentes coloreadas.....	31
3.2. Teorías que tratan de explicar cómo afecta el color a la lectura	49
4. IMPORTANCIA DEL EFECTO PLACEBO EN LA LECTURA.....	58
II. PROPÓSITO DEL ESTUDIO Y OBJETIVOS	61
III. METODOLOGÍA	67
1. SUJETOS	67
2. INSTRUMENTOS, APARATOS Y ESTÍMULOS	75
3. DISEÑO Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	84
4. CUANTIFICACIÓN DE RESPUESTAS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	88
IV. RESULTADOS	102
1. EFECTOS DE LOS FILTROS COLOREADOS EN LA VELOCIDAD LECTORA Y SU RELACIÓN CON LA CANTIDAD DE SÍNTOMAS VISUALES	102
2. RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE LECTURA Y LOS EFECTOS DE LOS FILTROS COLOREADOS SOBRE LA LECTURA.....	108

3. RELACIÓN DE ALGUNOS SÍNTOMAS VISUALES CON EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA.....	112
4. FIABILIDAD EN LA ELECCIÓN DEL FILTRO Y EN LAS MEJORAS ENCONTRADAS EN ALGUNOS ALUMNOS AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS	112
5. RELACIÓN DE LAS VARIABLES TONALIDAD Y LA TRANSMISIÓN DEL FILTRO CON LA VELOCIDAD LECTORA	116
6. RELACIÓN ENTRE EL EFECTO DEL COLOR EN LA LECTURA Y LA MOLESTIA VISUAL INFORMADA POR LOS ALUMNOS AL MIRAR PATRONES ENREJADOS	121
7. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS EN LAS MOLESTIAS VISUALES AL MIRAR PATRONES ENREJADOS UTILIZANDO FILTROS COLOREADOS Y EL GRADO DE MOLESTIA VISUAL PRODUCIDA POR LOS ENREJADOS	123
8. RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE MEJORA AL MIRAR PATRONES ENREJADOS CON EL FILTRO COLOREADO ELEGIDO Y EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA.....	124
9. RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE MEJORA AL LEER TEXTOS ESCRITOS Y EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA.....	127
10. RELACIÓN ENTRE LA REDUCCIÓN DE MOLESTIAS AL MIRAR PATRONES ENREJADOS Y TEXTOS ESCRITOS AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS	128
11. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS AL LEER TEXTOS ESCRITOS Y LAS VARIACIONES EN LA SENSIBILIDAD Y EL CRITERIO DE RESPUESTA DEL SUJETO AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS	129
12. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS EN LA VELOCIDAD LECTORA EN DIFERENTES PRUEBAS DE LECTURA Y LAS VARIACIONES EN LA SENSIBILIDAD Y EL CRITERIO DE RESPUESTA AL LLEVAR LOS FILTROS COLOREADOS	132
13. RELACIÓN ENTRE LA MEJORA EN LA VELOCIDAD LECTORA, LOS ERRORES COMETIDOS DURANTE LA LECTURA Y EL GRADO DE MEJORA DE MOLESTIAS AL LEER TEXTOS ESCRITOS	133
V. DISCUSIÓN	136
VI. CONCLUSIONES.....	156
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	172

RESUMEN

El presente estudio tenía como fin investigar los efectos de los filtros coloreados sobre la velocidad lectora. Con este propósito, pusimos a prueba tres modelos teóricos que habían tratado de explicar la razones por las que los filtros coloreados parecían aumentar ligeramente la velocidad lectora en algunos sujetos.

Los estudios que investigaron la eficacia de las lentes coloreadas en el incremento de la velocidad lectora se realizaron tradicionalmente comprobando los efectos de dichas lentes en diferentes parámetros: la sintomatología visual de los sujetos, los problemas optométricos que padecen algunos de ellos, el procesamiento visual espaciotemporal y la calidad de la lectura (Evans y Drasdo, 1991).

Algunos autores (Irlen, 1983; Irlen, 1991a) han propuesto que las lentes coloreadas son beneficiosas porque consiguen eliminar los problemas visuales que tienen los sujetos con el Síndrome de Sensibilidad Escotópica. Este síndrome, también llamado por algunos autores Trastorno de Estrés Visual asociado a la lectura (Wilkins y cols., 2004), se caracteriza porque los sujetos que lo padecen refieren que el material escrito les produce diferentes sensaciones de incomodidad visual: deslumbramiento, visión doble, distorsión de la imagen, e ilusiones de movimiento, color o forma, entre otras (Irlen, 1983; Irlen, 1991a; Wilkins y cols., 2004). Sin embargo, estos síntomas no son específicos de este trastorno sino que son muy frecuentes en otras disfunciones visuales, neurológicas e incluso psiquiátricas (Chester, 1997; Hickie y cols., 1990; Jackson y cols., 1995; Krupp y cols., 1993; Pickwell, 1996; Scheiman y Wick, 1996; Wessely y cols., 1996). Además, sigue sin haber consenso sobre cómo se debe diagnosticar este síndrome, o si existe una ligera asociación entre problemas con la lectura y la respuesta al tratamiento con lentes coloreadas (Evans, 2005; Kriss y Evans, 2005; Singleton y Trotter, 2005).

En la revisión realizada en este trabajo se comprobó que hay casi tantos estudios que documentan mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados (Bouldoukian y cols., 2002; Chase y cols., 2003 -Experimentos 1 y 4; Evans y Joseph, 2002; Harris y MacRow-Hill, 1999; Jeanes y cols., 1997; Kyd y cols., 1992; O'Connor y cols., 1990; Wilkins, Sihra y Myers, 2005; Wilkins, Sihra y Nimmo-Smith, 2005) como estudios que documentan lo contrario (Blaskey y cols., 1990; Chase y cols., 2003 - Experimentos 2 y 3; Cotton y Evans, 1990b; Iovino y cols., 1998; Menacker y cols., 1993; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999a).

Algunos estudios también han documentado mejoras en la precisión de los sujetos durante la lectura (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b) mientras que otros no (Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993) o incluso, han registrado un empeoramiento al utilizar determinados colores (Chase y cols., 2003 – Experimentos 2 y 3).

Lo mismo sucedió al estudiar los efectos de los filtros en la comprensión lectora, ya que algunos estudios han documentado mejoras (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; O'Connor y cols., 1990; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b; Solan y cols., 1997) y otros no (Blaskey y cols., 1990; Chase y cols., 2003 – Experimentos 2 y 3; Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993).

Para explicar los efectos de los filtros coloreados sobre la lectura, actualmente se proponen tres teorías pero, en nuestra opinión, ninguna de ellas explica satisfactoriamente su posible eficacia.

La primera de estas teorías, llamada teoría del *sesgo atribucional* (Cotton y Evans, 1990a; Cotton y Evans, 1990b; Cotton y Evans, 1994) postula que los efectos de las lentes coloreadas en algunos sujetos se producirían por una combinación de factores motivacionales y atribucionales. Los aspectos motivacionales afectarían de manera más intensa a los padres, maestros o profesionales implicados en este tratamiento, aumentando las expectativas de mejora, lo que a su vez induciría una mayor motivación en el alumno. Por otro lado, el efecto atribucional se debería al hecho de que, al empezar a utilizar las lentes, el sujeto atribuye sus problemas de lectura a un agente externo (el problema visual que tienen sus ojos), por lo que podría ser fácilmente solucionado con las lentes del color adecuado. Sin embargo, pese al tiempo transcurrido desde que se formuló esta hipótesis, no hemos encontrado ningún trabajo de investigación que haya demostrado que se cumplen estos supuestos en sujetos que mejoran su lectura al llevar los filtros coloreados.

La segunda teoría, llamada del *déficit en el sistema magnocelular*, defiende que los filtros de color azul mejoran la lectura de los sujetos con problemas en esta actividad porque potencian el funcionamiento del sistema de procesamiento magnocelular que, según esta teoría, se encuentra debilitado en muchos de estos sujetos. Sin embargo, los estudios publicados al respecto ofrecen resultados contradictorios entre sí (Chase y cols., 2003; Solan, 1998; Solan y cols., 1997; Solan y cols., 1998; Solman y cols., 1991; Williams y cols., 1992) y presentan numerosos problemas metodológicos (Skottun, 2004) que deberían ser solucionados para que esta teoría supusiera una explicación válida de los efectos del color sobre la lectura.

La última teoría, la de la *hiperexcitabilidad cortical*, propone que los filtros coloreados redistribuyen la actividad en la corteza visual de tal manera que reducen la activación neuronal en regiones cerebrales localmente hiperexcitables ante patrones de líneas repetidas, como los patrones de enrejados formados por líneas blancas y negras, o las líneas de un texto (Wilkins y cols., 2004). A nuestro juicio, esta teoría también presenta algunas limitaciones. La primera es que no explica por qué no todos los sujetos mejoran con el mismo color. La segunda limitación consiste en que tampoco se ha realizado hasta el momento, que nosotros conozcamos, ninguna medición directa de la hiperexcitabilidad en los sujetos con problemas de lectura, ni se ha encontrado ninguna relación entre dicha hiperexcitación y el grado en el que los sujetos mejoran o empeoran su lectura. La tercera limitación proviene del hecho de que no se hayan descrito hasta el momento alteraciones en la estructura y fisiología cerebral compatibles con esta teoría.

Con el fin de poner a prueba los tres modelos teóricos que tratan de explicar los supuestos efectos beneficiosos de las lentes coloreadas para la lectura, se llevó a cabo un estudio experimental para el cual se empleó inicialmente una muestra invitada de 165 alumnos; 103 chicos y 62 chicas, de 1º, 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria. Para cada alumno se calculó el nivel de inteligencia (IGF; Yuste, 2002), se realizó un chequeo visual, se recogió información en el Departamento de Orientación del centro educativo sobre su rendimiento académico y se midió la cantidad de síntomas visuales relacionados con la lectura (Vidal, 2006). Estos resultados sirvieron para formar dos grupos experimentales según el nivel de sintomatología visual: alumnos con muchos síntomas visuales (n=31) y alumnos con pocos síntomas visuales (n=30) que constituyeron nuestra muestra participante final.

Para comprobar la eficacia de las lentes coloreadas en la lectura se utilizaron cuatro pruebas: a) Lectura de palabras, b) Lectura de pseudopalabras, c) Lectura de un texto inductor de estrés visual y d) Realización de una tarea psicofísica con el ordenador aplicando el paradigma experimental de la Teoría de la Detección de Señales, que proporciona un valor de la sensibilidad visual (d') libre de los sesgos de respuesta provocados por los intereses o motivaciones del sujeto, y otro valor del criterio de respuesta (c) que es independiente de su sensibilidad visual.

Se pidió a los dos grupos de alumnos (con muchos y con pocos síntomas visuales) que eligieran, entre doce pares de lentes coloreadas, aquellas con las que creían que veían mejor al leer. A continuación, debían realizar las pruebas de lectura con las lentes coloreadas elegidas y con unas lentes transparentes que actuaban como condición de control. Se contrabalanceó el orden de utilización de los filtros para evitar el efecto práctica.

En análisis posteriores, se agruparon los alumnos en función de: a) Su nivel de lectura, b) El tipo de filtro escogido: utilizando los parámetros de tonalidad y grado de transmisión de los filtros escogidos, c) El grado de molestias que experimentaban al mirar patrones enrejados y d) El grado de mejora al mirar patrones enrejados y textos escritos utilizando las lentes coloreadas.

Por último, pasada una semana, se pidió a un grupo de alumnos (n=16) de la muestra participante, extraído al azar, que volvieran a elegir el filtro, y a los alumnos que más habían aumentado su velocidad lectora con los filtros coloreados (n=9), que volvieran a leer el texto inductor de estrés visual utilizando el mismo filtro.

En general, los resultados encontrados indicaron que la utilización de las lentes coloreadas producía ligeras mejoras en la velocidad lectora, y que estas mejoras resultaban especialmente significativas en el grupo de alumnos que mejoraban mucho su lectura subjetivamente con los filtros coloreados.

Sin embargo, los alumnos que mejoraban con los filtros coloreados cometían más errores y utilizaban un criterio de respuesta más arriesgado en sus contestaciones, pero no mejoraban su sensibilidad visual.

Como la mejora en la velocidad lectora no se relacionó con la cantidad de síntomas que manifestaban los alumnos, ni con su nivel de lectura, ni con la tonalidad ni la transmisión del color elegido, ni con el grado de molestia inducido por los patrones de enrejados, este cambio pareció depender únicamente de su percepción subjetiva.

Por otro lado, se encontró un grado de concordancia elevado entre el filtro que los alumnos habían elegido la primera vez y el elegido pasada una semana, y aunque los alumnos que habían mejorado mucho su velocidad lectora seguían leyendo algo más deprisa con los filtros coloreados, dicha ventaja tendía a desaparecer en esta segunda evaluación.

Los resultados de este trabajo apoyan la idea de que la teoría del sesgo atribucional es la explicación que más se ajusta a las mejoras encontradas en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados, y que dichas mejoras se producirían porque los alumnos que consideran beneficiosos estos filtros, arriesgan más durante la lectura. Nuestros resultados sugieren además que cuando se mejora una habilidad lectora con la utilización de los filtros coloreados, se hace a cambio de empeorar otra, por lo que el empleo de los filtros coloreados utilizados en el presente estudio no parece ser un tratamiento válido para incrementar la velocidad lectora, debido al origen subjetivo y atribucional de las mejoras encontradas.

Los resultados obtenidos no apoyan la teoría del déficit en el sistema de procesamiento magnocelular en los sujetos con problemas de lectura, porque: a) los alumnos no mejoraban en mayor medida su velocidad lectora con los filtros de color azul, b) los alumnos que mejoraban en mayor medida con los filtros coloreados no eran los que tenían más problemas de lectura ni los que presentaban mayor sintomatología visual.

Por último, nuestros resultados tampoco apoyan la existencia de una hiperexcitabilidad cortical en los sujetos que mejoraban con los filtros coloreados porque: a) los alumnos que mejoraban en mayor medida con las lentes coloreadas no eran los que más molestias tenían al mirar patrones enrejados, b) ni los que más sintomatología visual tenían.

LISTA DE ABREVIATURAS

A´	Sensibilidad del sujeto (libre del criterio de respuesta) utilizando la metodología de análisis no paramétrica
MANCOVA	Análisis multivariado de la covarianza
AV	Agudeza visual
B´´	Criterio de respuesta del sujeto utilizando la metodología de análisis no paramétrica
c	Criterio de respuesta del sujeto utilizando la metodología de análisis paramétrica
cd	Candela, unidad de medida de la intensidad luminosa
CI	Cociente de inteligencia
cil	Cilindro
Cols.	Colaboradores
D	Dioptría
d´	Sensibilidad pura del sujeto (libre del criterio de respuesta) utilizando la metodología de análisis paramétrica
F	Tasa de falsas alarmas / Valor de Fisher, que se define como el resultado de dividir la varianza dentro de las medias de las muestras sobre la varianza entre las medias de la muestra
GI	Grados de libertad
GM	Grado de molestia
GMej.(i)	Grado de mejora para cada enrejado
GMej.M	Grado de mejora medio
GMM	Grado medio de molestia
H	Tasa de aciertos
IDPS	<i>Irlen Differential Perceptual Schedule</i>
IG	Inteligencia General
IGF	Inteligencia General Factorial (Yuste, 2002)
ISV	Inventario de Síntomas Visuales relacionados con la lectura (Vidal, 2006)
M	Magnocelular
m²	Metro cuadrado, unidad de medida de superficie
ms	Milisegundos
MSV	Muchos síntomas visuales
n	Número de sujetos de la muestra
OD	Ojo derecho
OI	Ojo izquierdo
p	Probabilidad

P	Parvoelular
ppm	Palabras por minuto
PROLEC	Prueba de evaluación de los procesos lectores en alumnos de Educación Primaria (Cuetos y cols. 1998)
PROLEC-SE	Prueba de evaluación de los procesos lectores en alumnos de Educación Secundaria (Ramos y Cuetos, 1999)
PSV	Pocos síntomas visuales
R	Coefficiente de correlación de Pearson
Rx	Refracción
S	Segundo
S1	Primera semana
S2	Segunda semana
SMI	Síndrome de Meares-Irlen
SSS	Síndrome de Sensibilidad Escotópica
TDAH	Trastorno por déficit de atención con hiperactividad
TDS	Teoría de la Detección de Señales (Green y Swets, 1966)
TEV	Trastorno de estrés visual asociado a la lectura
TIEV	Texto inductor de estrés visual
VPPI	Visual Processing Problems Inventory (Singleton, en espera de publicación)
Δ	Dioptría prismática
ϕ^{-1}	Inversa de la función Phi

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Dibujo que representa los movimientos oculares y las fijaciones realizadas durante la lectura de un texto formado por cinco líneas.....	20
Figura 2. Fotografía de las transparencias para la lectura comercializadas por la empresa Cerium Visual Technologies.....	30
Figura 3. Fotografía de unas lentes oftálmicas coloreadas para la lectura.....	30
Figura 4. Fotografía de la prueba “Piers-Harris Children’s Self Concept Scale” (Piers, 1984).....	34
Figura 5. Enrejados sinusoidales presentados por Lovegrove y cols. (1980) para evaluar la sensibilidad al contraste.....	40
Figura 6. Fotografía de la prueba de lectura “Neale Analysis of Reading Ability” (Neale, 1988).....	42
Figura 7. Fotografía de la prueba de lectura “Rate of Reading Test” (Wilkins y cols., 1996).....	44
Figura 8. Fotografía de la prueba “Getting the Facts. Specific Skills Series” (SRA División, Macmillan /McGrawHill).....	44
Figura 9. Patrones enrejados capaces de provocar molestias visuales en algunos sujetos..	54
Figura 10. Relaciones que se desean estudiar con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación.....	65
Figura 11. Fotografía de los alumnos del IES Luis García Berlanga realizando la prueba IGF (Yuste, 2002).....	68
Figura 12. Fotografía de los alumnos del IES Luis García Berlanga contestando el Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006).....	68
Figura 13. Estructura del IGF (Yuste, 2002).....	75
Figura 14. Cuestionario utilizado para obtener los síntomas visuales de los alumnos (ISV, Vidal, 2006).....	76
Figura 15. Listas de palabras utilizadas en la primera prueba de lectura.....	77
Figura 16. Listas de pseudopalabras utilizadas en la segunda prueba de lectura.....	78
Figura 17. Texto inductor de estrés visual utilizado en este trabajo.....	79
Figura 18. Secuencia temporal de la presentación utilizada en la prueba que aplica la Teoría de la Detección de Señales.....	80
Figura 19. Colores utilizados en el presente trabajo.....	82

Figura 20. Lentes coloreadas montadas en unos flippers.....	82
Figura 21. Patrones enrejados de onda cuadrada utilizados para comprobar el grado de molestia de los alumnos ante patrones repetitivos y su variación al utilizar filtros coloreados.....	83
Figura 22. Distribución de los análisis estadísticos realizados en los diferentes objetivos....	96
Figura 23. Velocidades lectoras medias (en palabras por minuto) al utilizar un filtro transparente y al utilizar un filtro con el color elegido por los alumnos.....	104
Figura 24. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura utilizadas.....	105
Figura 25. Velocidades lectoras en función del sistema de registro: descontando y sin descontar el tiempo empleado durante los errores.....	105
Figura 26. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura habiendo descontado (D) y sin descontar (SDE) los tiempos durante los errores.....	106
Figura 27. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura en función del grupo al que pertenecían los alumnos.....	107
Figura 28. Velocidades lectoras en función de la prueba de lectura, de la manera de registrar los errores y del filtro utilizado durante la lectura.....	111
Figura 29. Distribución de la mejora media en la velocidad lectora de los alumnos al utilizar los filtros coloreados.....	114
Figura 30. Distribución de las mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados en la primera medición (arriba) y una semana después (abajo).....	115
Figura 31. Variación de la velocidad lectora en función del grado de transmisión de los filtros.....	120
Figura 32. Variación de la velocidad lectora en función de si se había usado el filtro transparente o el elegido por el alumno, de la prueba de lectura y del grado de transmisión del filtro elegido.....	120
Figura 33. Velocidad lectora en función de la prueba de lectura, del grado medio de molestias visuales (bajas y altas) y del tipo de filtro utilizado (transparente y color elegido).....	122
Figura 34. Velocidad lectora en función de las molestias producidas por el enrejado 1 y del tipo de filtro utilizado.....	123
Figura 35. Variaciones en la velocidad lectora en función del grado medio de mejora informado por los alumnos al mirar unos patrones enrejados y de si los alumnos utilizaban o no el filtro coloreado elegido.....	126
Figura 36. Velocidad lectora en función del grado de mejora informado por los alumnos al leer una revista y del uso o no del filtro elegido.....	128
Figura 37. Grado de sensibilidad de los alumnos (A') en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología de análisis no paramétrica.....	129
Figura 38. Criterio de los alumnos (B'') en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología de análisis no paramétrica.....	130

Figura 39. Grado de sensibilidad (d') de los alumnos en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología paramétrica.....	131
Figura 40. Criterio de respuesta de los alumnos (c) en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando empleaban el filtro transparente o el filtro coloreado, utilizando la metodología paramétrica.....	132
Figura 41. Número medio de errores por texto en función del grado de mejora informado por los alumnos al leer un texto y de si los alumnos utilizaban o no el filtro coloreado elegido.....	134

Tablas

Tabla 1. Investigaciones que han estudiado cómo afectan los filtros coloreados a la lectura.....	47
Tabla 2. Investigaciones que han estudiado el efecto placebo al utilizar los filtros coloreados para la lectura.....	59
Tabla 3. Criterios de exclusión empleados para descartar a los alumnos con problemas visuales, psicológicos o familiares de la muestra definitiva.....	70
Tabla 4. Género de los alumnos participantes, medias (mínimos y máximos) de la edad, media de las puntuaciones directas en el Inventario de Síntomas Visuales (ISV) y valores medios de Inteligencia General calculados mediante la prueba IGF (Inteligencia General y Factorial) de los alumnos de ambas muestras.....	70
Tabla 5. Puntuaciones centil medias (y sus desviaciones típicas) de la Inteligencia General, factores de segundo orden y tareas cognitivas realizadas por los alumnos en la prueba de inteligencia IGF (Inteligencia General y Factorial).....	72
Tabla 6. Medias \pm desviaciones típicas de la agudeza visual, diferentes parámetros relacionados con las ametropías, la binocularidad y la acomodación de los alumnos en los grupos con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV).....	74
Tabla 7. Transmisiones medias de los filtros y número de alumnos que eligieron cada filtro en los dos grupos PSV y MSV.....	81
Tabla 8. Filtros coloreados elegidos por los alumnos.....	85
Tabla 9. Procedimiento experimental utilizado en el presente trabajo y distribución temporal de las pruebas.....	87
Tabla 10. Número de alumnos que contestaron en cada alternativa de respuesta del Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006).....	91
Tabla 11. Variables empleadas en los diferentes análisis utilizados para cada uno de los objetivos y análisis estadísticos realizados.....	98
Tabla 12. Velocidades de lectura medias y errores estándar durante las pruebas de "lectura de palabras", "lectura de pseudopalabras" y "texto inductor de estrés visual" (TIEV) en las diferentes condiciones experimentales.....	102

Tabla 13. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar los efectos en la velocidad lectora de los filtros coloreados y su relación con el nivel de sintomatología visual.....	103
Tabla 14. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar los efectos de los filtros coloreados sobre la velocidad lectora, y su relación con el nivel de lectura.....	109
Tabla 15. Velocidades lectoras medias obtenidas, errores estándar y valores de significación en función del tipo de filtro, de la prueba de lectura y de si se habían descontado o no los tiempos empleados durante los errores.....	111
Tabla 16. Frecuencias de colores de filtro elegidos en la primera semana (S1) y en la segunda semana (S2).....	113
Tabla 17. Distribución de los filtros utilizados en función de su tonalidad dominante y del número de alumnos de los grupos con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV) que se incluyeron dentro de cada categoría.....	116
Tabla 18. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre la tonalidad de los filtros coloreados y las mejoras en la velocidad lectora encontradas en algunos alumnos.....	117
Tabla 19. Distribución de los filtros utilizados indicando el grado de transmisión del filtro, y el número de alumnos que escogieron cada filtro en ambos grupos: con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV).....	117
Tabla 20. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de transmisión de los filtros coloreados y las mejoras en la velocidad lectora.....	118
Tabla 21. Diferencias entre las distintas pruebas de lectura en función del grado de transmisión de los filtros.....	119
Tabla 22. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado medio de molestias ante enrejados de onda cuadrada y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados.....	121
Tabla 23. Número total de síntomas visuales y grado de molestia producida por los enrejados en función de si los alumnos empeoraban, no cambiaban o mejoraban en sus molestias al mirar los enrejados con y sin el filtro elegido.....	124
Tabla 24. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora medio al mirar patrones enrejados utilizando el filtro coloreado elegido y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados.....	125
Tabla 25. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora al leer textos escritos utilizando el filtro coloreado elegido y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados.....	127
Tabla 26. Comparación del grado de sensibilidad visual libre de criterio (A') y del criterio de respuesta de los alumnos libre de intereses o motivaciones (B'') entre los grupos con diferentes grados de mejora al leer textos escritos utilizando las lentes coloreadas.....	130
Tabla 27. Relación entre las variaciones en los índices de sensibilidad (A' y d') y criterio de respuesta (B'' y c) al llevar los filtros coloreados y la velocidad lectora en diferentes pruebas al llevar los mismos filtros.....	132
Tabla 28. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora al leer textos escritos utilizando el filtro coloreado elegido y la cantidad de errores cometidos durante la lectura al utilizar los filtros coloreados.....	133

Introducción

I. INTRODUCCIÓN

1. LA LECTURA

Según la primera acepción del Diccionario de la Lengua Española (RAE, 2001), leer consiste en “pasar la vista por lo escrito o impreso comprendiendo la significación de los caracteres empleados”, mientras que la palabra lectura denota la “acción de leer”. A pesar de la aparente sencillez de ambas definiciones, el intento de delimitar el concepto de lectura ha preocupado durante años a numerosos investigadores de diferentes campos como la Psicología Experimental, la Neurociencia o la Filosofía (Jackson y McClelland, 1981; Perfetti, 1986), por la importancia que la lectura tiene en el rendimiento académico de los alumnos.

En el ámbito de la Psicología se puede definir la lectura como el conjunto de actividades perceptivas, lingüísticas y cognitivas que permiten decodificar, comprender e interpretar secuencias de símbolos gráficos de una lengua (Bloch y cols., 1996) o como un conjunto de habilidades y de procesos que el sujeto debe dominar de manera adecuada, entendiendo por habilidades, las capacidades que el sujeto debe tener para realizar determinadas actividades o tareas, y por procesos, cada una de las unidades elementales del funcionamiento mental que pueden agregarse a otras para formar una unidad de orden superior, como por ejemplo, la lectura (Bloch y cols., 1996). El lector debe procesar las palabras del texto, construir configuraciones temporales de significado en la memoria de trabajo y por último, debe crear y actualizar constantemente un modelo mental del texto. Los tres procesos que se acaban de citar se suelen denominar respectivamente: acceso al léxico, codificación de proposiciones y modelado del texto (Perfetti, 1986).

En el primer apartado de esta tesis se van a comentar las habilidades que están implicadas en la lectura y que el sujeto debe dominar para realizar una lectura correcta. A continuación se describirán los movimientos oculares que se producen durante la lectura, y las características principales de los sistemas magnocelular y parvocelular, que constituyen las dos vías fundamentales de transmisión de información visual entre la retina y el córtex visual y que, por lo tanto, se ven implicados en la lectura.

1.1. Las habilidades lectoras

Cuando los niños empiezan a leer, deben dominar una serie de conceptos previos acerca del texto (Clay, 2002). Por ejemplo, deben ser capaces de conocer las formas básicas y la utilidad que tienen los materiales escritos para representar información (dibujos, esquemas, planos, símbolos, etc.). A continuación deben desarrollar otras habilidades, como el conocimiento de la forma, el significado de las letras, las palabras y las frases, o el conocimiento de la dirección del movimiento que se suele utilizar en la lectura (Clay, 2005).

Otro concepto que se aprende temprano es la “conciencia fonémica” (Rvachew y Grawburg, 2006; Treiman, 1992) es decir, el conocimiento de que los sonidos individuales (fonemas) forman palabras que se pueden leer. Por ejemplo, la conciencia fonémica permite que una persona pueda segmentar la palabra “sol” en tres fonemas: /s/, /o/ y /l/, o saber de que la palabra “bicicleta” y “barra” empiezan por el mismo sonido (/b/). Aunque la conciencia fonémica no es especialmente importante para hablar o para entender el lenguaje hablado, es muy necesaria para aprender a leer (Rvachew y Grawburg, 2006).

La habilidad denominada “identificación de palabras” se refiere a la capacidad que tiene cualquier sujeto para pronunciar una palabra aunque desconozca su significado (Harris y Hodges, 1995). La identificación de palabras se divide a su vez en tres categorías: fonética, eidética y análisis estructural (Jannuzi, 1997).

La fonética trata de las relaciones entre los sonidos y los símbolos. El *análisis fonético* permite al lector, en primer lugar, decodificar cualquier palabra (es decir, transformar los diferentes símbolos que forman la palabra escrita en los sonidos que representan) y a continuación reconocerla (Jannuzi, 1997). El *análisis eidético* se utiliza con palabras que aparecen a menudo en el texto o que son conocidas por el lector. Cuando se realiza este análisis, las palabras son reconocidas de manera inmediata como entidades globales (Harris y Hodges, 1995).

El empleo del análisis fonético requiere la lectura de cada una de las letras y sílabas que forman la palabra. Por eso, cuantas más palabras desconocidas para el sujeto contenga un texto, más lentamente leerá. Por el contrario, el análisis eidético permite que el sujeto se esfuerce menos y lea más rápido, por lo que cuantas más palabras conocidas haya en el texto, más rápida y fácilmente leerá.

Por último, el *análisis estructural* permite el reconocimiento de las partes de las palabras, como los sufijos, las terminaciones verbales, las contracciones de artículos, las palabras compuestas y las sílabas que forman las palabras (Pountain, 2006).

Otra capacidad necesaria para leer es la *comprensión lectora* (Tunmer y Hoover, 1992) que consiste en una serie de estrategias mediante las cuales el lector construye el significado de lo que está leyendo utilizando su conocimiento previo. Existen tres tipos principales de comprensión lectora (Day y Park, 2005): la comprensión literal, la comprensión inferencial o interpretativa, y la comprensión crítica. Por *comprensión literal* se entiende la acción de comprender lo que se ha dicho de manera explícita en el texto. Sin embargo, la *comprensión inferencial o interpretativa* requiere que el lector utilice sus conocimientos previos para completar la información que aparece en el texto y obtener representaciones que van más allá de lo que se ha escrito; es lo que se llama coloquialmente “leer entre líneas”. Por último, la *comprensión crítica* requiere que el lector evalúe el material escrito valorando, entre otros aspectos, la credibilidad, el estilo y el propósito del autor (Day y Park, 2005).

Para leer de manera adecuada, el sujeto también debe tener un conocimiento suficiente del vocabulario, definido como el conjunto de palabras que forman un idioma (RAE, 2001). Concretamente, deberá manejar correctamente el *vocabulario receptivo*, que se usa para escuchar a los demás y para leer (Glasney, 2005).

Por último, para que el sujeto pueda leer con normalidad, debe tener una *velocidad lectora* adecuada, definida como el número de palabras por minuto que el sujeto puede leer en condiciones normales (Pavlidis, 1981).

1.2. Movimientos oculares durante la 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 mayoría de la información relevante para la lectura, mientras que cada vez que se realiza un movimiento sacádico se inhibe parte del procesamiento visual, para evitar que el sujeto vea los objetos en movimiento y acabe desorientado. Este mecanismo de inhibición de la información visual durante los movimientos sacádicos se denomina *supresión visual sacádica* (Evans, 2004a; Pavlidis, 1981).

La extensión de texto que es capaz de abarcar el lector en cada fijación se denomina *amplitud perceptiva*. Existe gran variabilidad entre la amplitud de unos sujetos y otros. Además, la amplitud perceptiva depende del grado de desarrollo de la lectura del sujeto y de la dificultad del texto (Pavlidis, 1981).

Durante la lectura de un texto en español, la mayoría de los movimientos sacádicos se realizan de izquierda a derecha, pero a veces, se realiza algún movimiento sacádico en sentido contrario para volver a una parte del texto que ya se ha leído, normalmente porque no se ha acabado de entender. Estos movimientos sacádicos se suelen denominar *regresiones* o *movimientos de regresión* (Evans, 2004b).

Por último, cuando el sujeto va leyendo el texto y llega al final de una línea, suele realizar un movimiento de retorno al principio de la línea siguiente, formado por uno o varios movimientos sacádicos de mayor extensión, llamados *movimientos de recuperación* (Pavlidis, 1981).

En la Figura 1 se representa en color azul la trayectoria que siguen los ojos durante la lectura de un texto. Este tipo de registros se suele obtener mediante un seguidor de movimientos oculares (*EyeTracker*) y los trazos que se observan en la Figura 1 representan, en el eje de ordenadas, el desplazamiento de los ojos (en segundos de arco o en número de píxeles de la pantalla del ordenador) y en el eje de abscisas, el tiempo transcurrido (normalmente en milisegundos).

La lectura de textos más complicados o más difíciles de comprender suele producir un aumento en el número de regresiones y fijaciones, una disminución de la amplitud perceptiva y una reducción de la velocidad lectora (Evans, 2004b; Pavlidis, 1981).

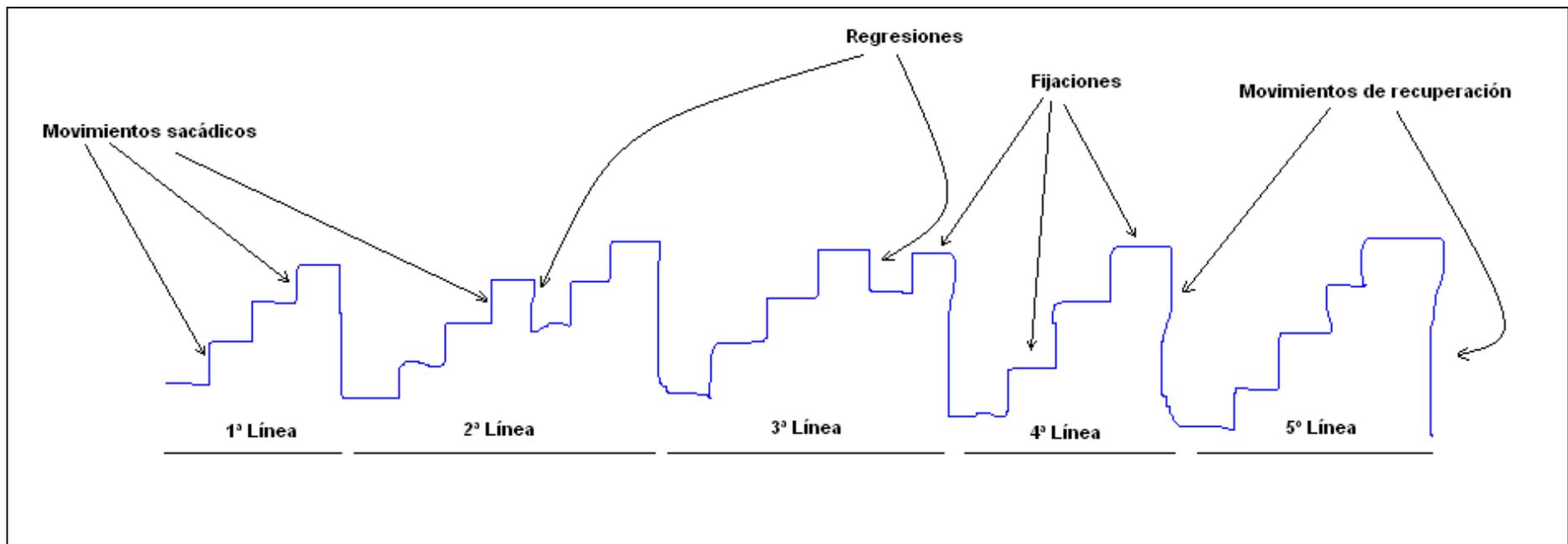


Figura 1. Dibujo que representa los movimientos oculares y las fijaciones realizadas durante la lectura de un texto formado por cinco líneas

1.3. Los sistemas de procesamiento magnocelular y parvocelular

En el sistema visual de todos los primates, aproximadamente el 85% de las proyecciones corticales que provienen de la retina se procesan de manera paralela mediante dos vías de procesamiento: las vías magnocelular y parvocelular. Ambos sistemas de procesamiento se originan en la capa de células ganglionares de la retina y se proyectan a la corteza visual. Estas vías se diferencian claramente en el cuerpo geniculado lateral del tálamo, donde se organizan en seis capas de células, cuatro de ellas formadas por bandas de células pequeñas (parvo) y dos formadas por bandas de células grandes (magno) (De Valois y De Valois, 1988).

Aunque ambas vías (magno y parvocelular) no se consideran subsistemas funcionalmente independientes (para una revisión, ver Livingstone y Hubel, 1987; o Livingstone y Hubel, 1988), algunos estudios fisiológicos (Wiesel y Hubel, 1966) han encontrado que cada vía es más sensible a determinadas características espaciales y temporales de los estímulos visuales.

La vía parvocelular presenta oponencia cromática, transmite la información visual más lentamente y es menos sensible a los cambios de contraste (Merigan, 1989; Schiller y Malpeli, 1978).

La vía magnocelular, formada por neuronas M, responde en mayor medida ante pequeños cambios en el contraste de los estímulos que la vía parvocelular (Purpura, Kaplan y Shapley, 1988), y las señales transmitidas por esta vía llegan antes a la corteza visual (entre 7 y 10 milisegundos antes) que las señales procesadas por la vía parvocelular (Maunsell y Gibson, 1992). Además, destruyendo experimentalmente las capas magnocelulares en monos macaco, se comprobó que la visión de estos animales se hacía menos sensible a estímulos con baja frecuencia espacial que parpadeaban rápidamente, especialmente con tasas de parpadeo de 10 hercios (Merigan y Maunsell, 1993), lo que sugiere que la vía magnocelular es importante en la detección y el seguimiento de objetos en movimiento (Chase, Ashourzadeh, Kelly, Monfette y Kinsey, 2003).

En diversos estudios psicofísicos se emplean también los términos transitorio y sostenido para referirse al procesamiento de los estímulos visuales realizados por los sistemas magnocelular y parvocelular respectivamente (Breitmeyer, 1984).

1.3.1. Relación de los sistemas magnocelular y parvocelular con los problemas de lectura

Livingstone, Rosen, Drislane y Galaburda (1991) fueron los primeros en relacionar de manera consistente la lectura con el funcionamiento del sistema magnocelular. En concreto, encontraron que cinco sujetos disléxicos tenían potenciales evocados visuales de amplitudes más bajas ante estímulos de bajo contraste presentados rápidamente, mientras que sus registros eran normales al presentar los mismos estímulos lentamente o al utilizar estímulos con contrastes elevados. Estos autores concluyeron que estas anomalías en los potenciales evocados encontradas en sujetos disléxicos eran consistentes con la existencia de un déficit en su sistema magnocelular. En el mismo estudio, Livingstone y cols. (1991) realizaron una autopsia a cinco cerebros de pacientes que habían sido diagnosticados previamente como disléxicos y encontraron que las capas magnocelulares del cuerpo geniculado lateral de estos sujetos estaban más desorganizadas, tenían una extensión menor y unos cuerpos celulares más pequeños. Este trabajo corroboraba los resultados encontrados en experimentos psicofísicos anteriores (Lovegrove, Bowling, Badcock y Blackwood, 1980) que habían documentado que casi todos los sujetos con mala lectura presentaban una sensibilidad al contraste reducida para las bajas frecuencias espaciales cuando se presentaban los estímulos durante breves periodos de tiempo (entre 150 y 1000 milisegundos). Otras variables, como la persistencia visual y la sensibilidad al contraste de estímulos parpadeantes, también habían resultado significativamente diferentes entre los sujetos disléxicos y los sujetos normolectores. Todos estos hallazgos apoyaban la existencia de un déficit en el sistema de procesamiento magnocelular (llamado "transitorio" en los estudios psicofísicos), en los sujetos con dificultades para la lectura (Lovegrove y cols., 1980).

Sin embargo, la existencia de problemas en el sistema magnocelular, de los sujetos con problemas de lectura, ha sido cuestionada por distintos motivos. Así, aunque algunos autores (Breitmeyer, 1993) han documentado que entre el 70 y el 80% de los sujetos con problemas de lectura presentan un déficit en el sistema magnocelular, otros estudios posteriores (Ramus, 2004; Ramus y cols., 2003) han documentado que el porcentaje de sujetos con problemas de lectura que presentan un déficit en el sistema de procesamiento magnocelular es significativamente menor o incluso inexistente. Por ejemplo, Ramus y cols. (2003) midieron la sensibilidad al contraste utilizando diferentes frecuencias temporales y espaciales en una muestra

de 16 sujetos disléxicos y 16 sujetos de control, y encontraron este déficit únicamente en dos sujetos disléxicos y en un sujeto de control. Por lo tanto, había sujetos que no parecían tener un déficit en el sistema magnocelular y tenían problemas de lectura, y sujetos con una lectura normal que tenían esta alteración en el procesamiento visual. En relación a esto, otros autores (Borsting y cols., 1996; Ridder, Borsting, Cooper, McNeel y Huang, 1997) han sugerido que el déficit en el sistema magnocelular estaría presente únicamente en un subtipo de dislexia, en la dislexia disfonética, que se caracteriza porque los sujetos que la padecen tienen dificultades para realizar la conversión grafema-fonema, que es necesaria para leer palabras desconocidas, mientras que no tienen problemas para reconocer y leer adecuadamente palabras familiares. También se han publicado estudios que no han encontrado alteraciones oculomotoras ni perceptivo-visuales que sugieran la presencia de problemas en el sistema magnocelular de los sujetos disléxicos (Hutzler, Kronbichler, Jacobs y Wimmer, 2006).

Por otra parte, algunos autores (Breitmeyer, 1984) apoyaban esta teoría porque permitía explicar el origen de los problemas de lectura. Según Breitmeyer (1984, 1993), durante la lectura se alternan periodos de fijación y periodos de menor duración, en los que se realizan los movimientos sacádicos. En los intervalos en los que se realizan las fijaciones, la respuesta sostenida producida por la actividad del sistema parvocelular sería máxima, mientras que durante los movimientos sacádicos habría una respuesta transitoria que se encargaría de inhibir la respuesta sostenida producida en la fijación anterior. Si ambos sistemas (transitorio y sostenido, o magnocelular y parvocelular) funcionaran de manera adecuada, durante la lectura se irían produciendo periodos de extracción de información del texto (respuesta sostenida) y periodos de inhibición de esta actividad, provocada por el funcionamiento del sistema transitorio durante los movimientos sacádicos. Esta inhibición constante de la actividad sostenida precedente es especialmente útil durante la lectura, porque si no se produjera, la percepción de la fijación en un momento determinado se mezclaría con la percepción precedente y daría lugar a numerosas molestias y equivocaciones durante la lectura. La teoría del déficit en el sistema magnocelular postula que, en los sujetos con problemas de lectura no se produce una supresión completa de la respuesta sostenida precedente, lo que se traduce en toda una serie de problemas: sensación de ver el texto doble, percepción de movimiento en las letras o las líneas del texto y realización de numerosas regresiones sobre el material de lectura para comprender lo que se ha leído.

Sin embargo, se ha documentado que durante los movimientos sacádicos, lo que se inhibe especialmente es la actividad del sistema transitorio y no la del sistema sostenido (Burr, Morrone y Ros, 1994; Skottun y Parke, 1999). De hecho, algunos trabajos apuntan a que el sistema de procesamiento dañado en los sujetos disléxicos podría ser el parvocelular (Farrag, Khedr y Abel-Naser, 2002).

También ha sido cuestionada la existencia de diferencias entre buenos y malos lectores en las pruebas de sensibilidad al contraste. Como ya se ha comentado, Skottun (2000) mostró que, tras los trabajos de Lovegrove (Lovegrove y cols., 1980; Lovegrove, Martin y Slaghuis, 1986) se habían publicado tantos trabajos que habían encontrado diferencias en la sensibilidad al contraste entre buenos y malos lectores, como trabajos que no habían encontrado tales diferencias. Sin embargo, las investigaciones que habían mostrado diferencias, habían sido mucho más citadas y por lo tanto, más conocidas por la comunidad científica. Además, muchos de los trabajos que habían encontrado diferencias entre ambos grupos ofrecían resultados contradictorios con la teoría del déficit en el sistema de procesamiento magnocelular. Por lo tanto, la afirmación de que existe un déficit en el sistema magnocelular en los sujetos disléxicos basándose en los estudios sobre la sensibilidad al contraste, debe ser tomada con precaución (Skottun, 2000).

Recientemente, se han propuesto algunas teorías que integran el supuesto déficit en el sistema magnocelular dentro de modelos más amplios, como la hipótesis de Ramus (2004), que defiende que la dislexia consiste en un déficit en el sistema de procesamiento fonológico y que en algunos casos, se da conjuntamente con algunos síndromes sensoriomotores, entre ellos, el déficit en el sistema magnocelular. También hay modelos que explican que las diferencias encontradas entre buenos y malos lectores en el funcionamiento del sistema magnocelular pueden ser debidas a la presencia de problemas de atención. Sin embargo, en este ámbito también existe controversia, ya que algunos trabajos han postulado que es el problema en el sistema magnocelular lo que produce el déficit de atención (Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola y Mascetti, 2000; Facoetti y cols., 2003; Vidyasagar y Pammer, 1999), mientras que otros han propuesto que las diferencias de atención entre ambos grupos son los causantes de las diferencias en el funcionamiento del sistema magnocelular entre ambos grupos (Sperling, Lu, Manis y Seidenberg, 2005; Stuart, McAnally y Castles, 2001).

En resumen, se podría concluir que la relación entre el sistema magnocelular y los problemas de lectura se ha ido haciendo cada vez más débil. Se ha pasado de afirmar en los primeros trabajos (Breitmeyer, 1993; Livingstone y cols., 1991;

Lovegrove y cols., 1980) que los problemas en el sistema magnocelular podrían estar presentes en la mayoría de los sujetos disléxicos a considerar que solamente se daría en un pequeño porcentaje de la población, en el que habría tanto disléxicos como sujetos sin problemas de lectura (Ramus y cols., 2003). Por último, los mecanismos explicativos de cómo el sistema magonocelular afecta a la lectura también han sido cuestionados (Burr, Morrone y Ros, 1994; Skottun, 2000; Skottun y Parke, 1999).

2. LA VISIÓN Y LOS PROBLEMAS DE LECTURA

La relación entre la visión y la lectura sigue siendo un tema controvertido entre los profesionales relacionados con estas áreas. Investigaciones recientes en personas ciegas (Heller y Ballesteros, 2006), han demostrado que la lectura Braille activa determinadas regiones cerebrales relacionadas clásicamente con la visión, como el complejo occipital lateral de la corteza visual extraestriada. Sin embargo, la complejidad de ambos procesos (visión y lectura) hace que resulte difícil determinar con precisión las interrelaciones entre ellos, sin caer en modelos explicativos difíciles de contrastar (como se verá más adelante en esta *Introducción*) o excesivamente reduccionistas como sucede, por ejemplo, al establecer relaciones simples entre dos componentes. Además, algunos de los modelos que se suelen proponer pueden tener explicaciones alternativas relacionadas con la intervención de procesos cognitivos de orden superior, como la motivación, la atención o las estrategias compensatorias que los sujetos con algún tipo de disfunción ponen en marcha para desarrollar su tarea de forma adecuada (Burden y Burdett, 2005).

Resulta evidente que la lectura se ve deteriorada en condiciones de iluminación escasa o excesiva, bajos contrastes o brillos intensos en la superficie del material de lectura; sin embargo, cualquiera es capaz de leer con poca luz o con iluminación cambiante, como por ejemplo, con la luz de una vela, si el texto es especialmente interesante (Hoffman, 1996). Aún así, no se puede descartar que las condiciones de iluminación afecten de manera diferente a cada lector (Vidal, 2003; Vidal y Muiños, 2004; Wilkins, 1995).

Algunos estudios (Eden, Stein, Wood y Wood, 1994; Evans, 1998; Evans, Drasdo y Richards, 1996) defienden que los sujetos con problemas de lectura muestran una incidencia mayor de problemas binoculares, acomodativos y de motilidad ocular que el resto de la población. Sin embargo, muchos sujetos que tienen deterioradas severamente estas habilidades no presentan problemas de lectura (Hodgetts, Simon, Sibila, Scanlon, y Vellutino, 1998; Metzger y Werner, 1984), por lo que es poco probable que estos trastornos visuales sean la causa de la gran mayoría de dificultades de lectura.

Por otro lado, para leer de manera adecuada, es necesario que el procesamiento visual asociado a la lectura (movimientos oculares, procesamiento de la forma, el color, la orientación espacial, el movimiento, etc.) sea lo más eficiente posible. Los sujetos que no logren procesar la información visual de manera rápida y

precisa, deberán utilizar más recursos cognitivos para realizar cualquier tarea con contenido visual, y por lo tanto, podrán prestar menor atención a lo que están leyendo, lo que provocará que los sujetos más inteligentes o con más recursos cognitivos sean capaces de superar muchas de estas dificultades, mientras que los sujetos menos aventajados no consigan leer de manera eficiente hasta una edad más avanzada (Hoffman, 1996).

Los alumnos que experimentan dificultades significativas para aprender a leer, escribir o trabajar con las matemáticas, a pesar de tener unos niveles de inteligencia normales, una escolarización adecuada y un entorno socioemocional estable, se suelen denominar en el ámbito educativo con los términos: “alumnado con necesidades educativas especiales” o “sujetos con problemas de aprendizaje”.

Por otro lado, los trabajos que han estudiado las dificultades de aprendizaje utilizando un enfoque médico, considerando que los problemas de los sujetos podrían deberse a algún déficit neurológico subyacente, han empleado diferentes términos: dislexia, disgrafía o discalculia, para referirse a las dificultades de lectura, de escritura y de cálculo matemático respectivamente (Peña y Barraquer, 1983; Willows, 1996).

La dislexia se define como un trastorno del lenguaje que se manifiesta en la aparición de dificultades especiales en el aprendizaje de la lectura, sin que existan deficiencias intelectuales, sensoriales o neurológicas que lo justifiquen (Critchley, 1981).

La dislexia puede existir desde el nacimiento (dislexia del desarrollo) o puede aparecer como consecuencia de algún traumatismo cerebral o de algún proceso neurodegenerativo (dislexia adquirida). Es mucho más frecuente la dislexia del desarrollo y a menudo se utiliza el término “dislexia” para referirse únicamente a este tipo de dificultad específica para la lectura (Evans, 2004a).

La definición anterior de dislexia implica que se realice el diagnóstico de este trastorno por exclusión, es decir, se dice que un sujeto tiene dificultades de lectura o dislexia cuando no se puede explicar esta falta de habilidad lectora por ninguna alteración biológica, psicológica o social conocida. Para evitar este problema, se viene utilizando en los últimos tiempos una definición más específica, según la cual, tendrían dislexia los sujetos que manifiestan dificultades extremas en la adquisición de habilidades de lectura básicas tales como la identificación de palabras o la decodificación fonológica (Vellutino, Fletcher, Snowling y Scanlon, 2004).

Está generalmente admitido que la dislexia del desarrollo está producida por un trastorno neurológico con un origen genético, pero todavía no se conocen con exactitud las bases fisiológicas y funcionales de este desorden (Ramus, 2001).

La incidencia de la dislexia en la población varía según el criterio utilizado para incluir a los sujetos en este grupo. Se estima que entre un 10 y un 15% de niños en edad escolar tienen este problema (Vellutino y cols., 2004). Sin embargo, cerca de un 30% de los escolares tienen dificultades con la lectura, y se suele utilizar el término “malos lectores” (del inglés *poor readers*) o “sujetos con problemas de lectura” para denominar a aquellos pacientes que tienen dificultades para aprender el lenguaje escrito, pero que no pueden ser clasificados como disléxicos por diferentes motivos (entorno socioeconómico desfavorable, retraso mental, desconocimiento del idioma, etc.). Sin embargo, la distinción entre ambos problemas de lectura resulta difícil en muchas ocasiones (Snow, Burns y Griffin, 1998).

Como se ha comentado en el punto 1.3.1. de esta *Introducción*, hace unos años, algunos autores (Breitmeyer, 1993; Livingstone y cols., 1991; Lovegrove y cols., 1980) propusieron que los sujetos con dislexia podrían tener un problema en el funcionamiento del sistema magnocelular que sería el causante de los problemas de lectura de estos sujetos. Sin embargo, dicho modelo explicativo ha sido criticado por diferentes motivos (Burr, Morrone y Ros, 1994; Skottun, 2000; Skottun y Parke, 1999), por lo que parece poco probable que los problemas en el funcionamiento del sistema magnocelular sean la causa principal de la dislexia, mientras que otros modelos explicativos sobre el origen de la dislexia, como la existencia de un déficit en el sistema de decodificación grafema-fonema parecen contar hoy en día con mucho más apoyo experimental (Vellutino y cols., 2004).

3. LAS LENTES COLOREADAS PARA LA LECTURA

El empleo de lentes coloreadas para mejorar la lectura se viene documentando en la literatura científica desde las primeras décadas del siglo XX (Henning, 1936, citado en: Howell y Stanley, 1988). En los años 20 y 30 del siglo pasado, Henning empezó a utilizar la luz para tratar diferentes problemas optométricos mediante un procedimiento denominado cromo-ortóptica. Unos años más tarde, Critchley (1964) citó un caso en el que un joven disléxico que no podía leer las letras negras que estaban en una tarjeta con un fondo blanco, era capaz de leerlas cuando el fondo de la tarjeta era de diferentes colores.

Sin embargo, no fue hasta los años 80 cuando dicha técnica adquirió cierta popularidad en los países anglosajones, a partir de los trabajos de Meares (1980) sobre la influencia de las características del texto en la habilidad lectora de sujetos con problemas de aprendizaje, y el establecimiento de franquicias de venta de lentes coloreadas para mejorar la lectura, primero en Estados Unidos, a continuación en Australia, y más tarde en Reino Unido. Meares (1980) sugirió que, en algunos sujetos que tenían problemas de lectura, los espacios en blanco entre las palabras escritas y las líneas podrían enmascarar el texto escrito y producir diferentes “efectos visuales anómalos” que dificultarían la lectura. Según esta autora, se podría ayudar a los sujetos con problemas de lectura cambiando el tamaño del material escrito, utilizando papel coloreado o reduciendo el contraste entre el texto y el fondo.

En la actualidad, hay varias empresas que se dedican a comercializar lentes coloreadas específicas para la lectura (Irlen, Cerium Visual Technologies, Chromagen, etc.). Los filtros coloreados que distribuyen estas casas comerciales tienen un espectro de transmisión amplio, es decir, no limitan totalmente el paso de ninguna frecuencia del espectro visible (Chase y cols., 2003) sino que filtran algo más unas frecuencias que otras, produciendo un efecto coloreado en las lentes. Además, la sensación de ver la escena coloreada al utilizar las lentes desaparece al cabo de unos minutos, debido al efecto de adaptación cromática del sistema visual humano (Artigas, Capilla, Felipe y Pujol, 1995).

Los filtros coloreados para la lectura se pueden encontrar en forma de transparencias de plástico para colocar sobre el material de lectura (ver Figura 2), que suelen tener una cara antirreflejante para eliminar los brillos molestos sobre su superficie. También se utilizan en forma de lentes oftálmicas o lentes de contacto tintadas, que se prescriben con la compensación óptica del sujeto.

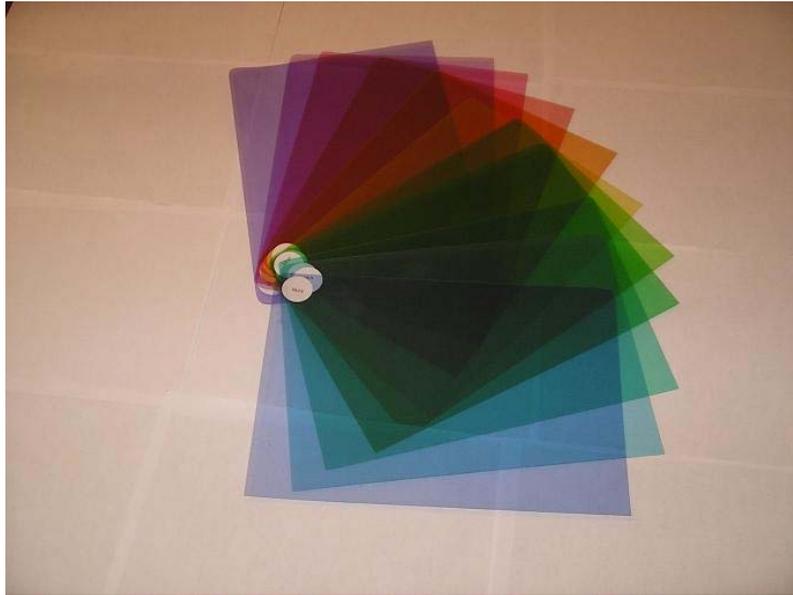


Figura 2. Fotografía de las transparencias para la lectura comercializadas por la empresa Cerium Visual Technologies.

En el apartado siguiente se hace una revisión de algunos de los trabajos que se han llevado a cabo para comprobar el efecto de estas lentes coloreadas sobre la lectura.

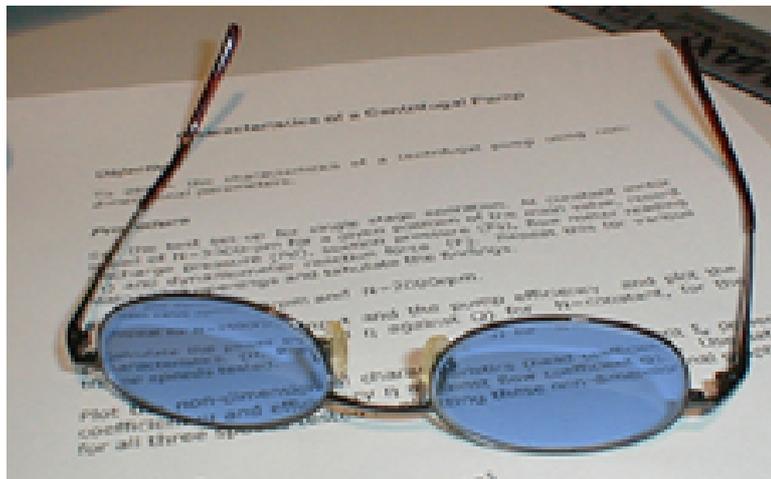


Figura 3. Fotografía de unas lentes oftálmicas coloreadas para la lectura

3.1. Efectos de las lentes coloreadas

Los estudios que han investigado la eficacia del tratamiento de las lentes coloreadas para la mejora de la lectura se han realizado tradicionalmente comprobando los efectos de estas lentes en los síntomas de algunos pacientes, en algunas variables optométricas, en el procesamiento visual espaciotemporal y en la calidad de la lectura (Evans y Drasdo, 1991). Por la relevancia de estos trabajos en el presente estudio, pasamos a hacer una revisión exhaustiva de los mismos.

3.1.1. Estudios basados en los síntomas de los sujetos

Irlen (1983) observó que había algunos individuos que no percibían los textos impresos de la misma manera que los lectores normales. Estos sujetos decían que sentían molestias al leer las letras impresas o el fondo de los textos escritos. Irlen propuso que estos sujetos padecían lo que ella denominó un Síndrome de Sensibilidad Escotópica (SSS), más tarde llamado también síndrome de Meares-Irlen, que se producía porque la retina era altamente sensible a determinadas frecuencias del espectro luminoso. Según Irlen, esta sensibilidad producía una gran cantidad de impulsos eléctricos hacia el cerebro, en presencia de contrastes elevados, como el blanco y negro de una página escrita, provocando distorsiones visuales (Irlen, 1991a).

Según esta autora, los sujetos con el SSS tendían a informar de diferentes sensaciones (Irlen, 1989):

1. Fotofobia: alta sensibilidad al deslumbramiento, a los brillos y a algunas condiciones de iluminación como, por ejemplo, las luces producidas por tubos de neón. Como consecuencia de esta fotofobia, los sujetos manifestaban que tenían problemas para conducir de noche o para leer utilizando luces fluorescentes.

2. Distorsión del fondo del texto: se producía especialmente con los libros de texto, las hojas con números o símbolos matemáticos y las láminas de música que utilizaban pentagramas. Los sujetos con este síntoma se quejaban de que el fondo del material de lectura les deslumbraba o que dominaba sobre las letras escritas, haciendo los caracteres escritos difíciles de leer.

3. Resolución visual o habilidad para ver las palabras, los números o las notas musicales nítidamente y sin distorsiones: los sujetos se quejaban de que el material impreso cambiaba, se movía o desaparecía.

4. Amplitud de foco o habilidad para percibir grupos de letras, notas, números o palabras al mismo tiempo: la dificultad de los sujetos consistía en que únicamente una pequeña área de la página se veía clara, mientras que el resto era vista borrosa.

5. Sostenimiento del foco: los sujetos tenían dificultad para mantener la atención sobre el material de lectura, por lo que realizaban excesivos parpadeos, entornaban los ojos para leer o hacían numerosas pausas durante la lectura como estrategias para restablecer el foco de atención sobre el material de lectura.

6. Problemas de percepción de profundidad y de motricidad gruesa: los sujetos carecían de la habilidad necesaria para calcular las distancias con precisión, lo que se traducía en diferentes limitaciones, por ejemplo, dificultad para subir y bajar escaleras, escasa habilidad en algunos deportes y dificultades para calcular diferencias de peso o profundidad.

En los sujetos con estas distorsiones de la percepción, se producían mayor número de movimientos oculares, mayor número de fijaciones y mayor cantidad de regresiones durante la lectura. Además, estos sujetos trataban de compensar estas limitaciones utilizando únicamente algunos indicios de las palabras que leían, lo que inducía muchos errores de lectura y empeoraba la comprensión lectora. También se producían otras alteraciones en la lectura: menor velocidad lectora, lectura poco eficiente, cansancio o sueño al poco tiempo de empezar a leer, dificultad para continuar leyendo al cabo de un rato y en algunos casos, náuseas y dolores de cabeza (Irlen, 1991a).

Irlen desarrolló un protocolo para el estudio y tratamiento de los sujetos con el SSS que constaba de dos fases (Robinson y Miles, 1987). En la primera fase detectaba la presencia del SSS utilizando una prueba denominada *Irlen Differential Perceptual Schedule* (IDPS). Una vez detectada la presencia del síndrome, daba a elegir entre varias lentes coloreadas, hasta que el sujeto encontrara una o varias lentes superpuestas en la gafa de pruebas, que fueran capaces de eliminar su sintomatología. Con sus trabajos, Irlen (1991a) documentó que el 70% de los sujetos que padecían estos síntomas visuales, notaban una reducción en los mismos cuando utilizaban las lentes coloreadas.

Whiting (1985) postulaba que el efecto de las lentes coloreadas consistía en dejar pasar la máxima cantidad de luz posible, pero excluyendo la parte del espectro

luminoso que pudiera causar problemas en algunos sujetos. Sin embargo, no daba una explicación fundamentada de por qué era necesario eliminar esa parte del espectro ni de cómo afectaba este filtrado a la reducción de síntomas de los sujetos.

El mismo autor (Whiting, 1988) administró un cuestionario a 343 sujetos portadores de lentes Irlen durante más de un año, mediante el cual pretendía conocer qué mejoras encontraban los sujetos al utilizar los filtros. El 52% de los sujetos no contestó, el 6.4% no estaba muy satisfecho, y el resto contestó, en la mayoría de los casos, que las lentes reducían la tensión ocular, las confusiones visuales y los errores al dirigir sus ojos hacia cualquier sitio y que mejoraban su atención, su comprensión y su rapidez durante la lectura.

Wilkins y Neary (1991) documentaron que los sujetos que llevaban las lentes Irlen informaban de una disminución significativa de las ilusiones de movimiento y de cambio de forma de los objetos. Los autores de este trabajo (Wilkins y Neary, 1991) postulaban que las mejoras encontradas eran subjetivas y difíciles de interpretar, ya que dos años antes se había publicado un estudio (Howard y Valori, 1989) en el que se había demostrado que, en una muestra de 20 sujetos usuarios de lentes coloreadas y 20 sujetos de control ingresados en un hospital por diversas causas, había un número significativamente mayor de alteraciones psicopatológicas entre los usuarios de lentes Irlen.

Este hallazgo correlacionaba con el obtenido por Cotton y Evans (1990b) quienes documentaron que los sujetos con puntuaciones altas en el SSS se diferenciaban del grupo de control en que obtenían valores más altos en una escala de neuroticismo (*Junior Eysenck Personality Questionnaire*; Eysenck y Eysenck, 1970), y que tenían puntuaciones más bajas en cuatro sub-escalas de auto-concepto (*Piers-Harris Children's Self Concept Scale*; Piers, 1984; ver Figura 4). Por último, estos sujetos obtuvieron puntuaciones significativamente más altas en la escala de control Interno-Externo (*Nowicki-Strickland Children's Internal- External Control Scale*; Nowicki y Strickland, 1973), lo que indicaba que, en general, atribuían la mayoría de los problemas que se les planteaban a factores externos.

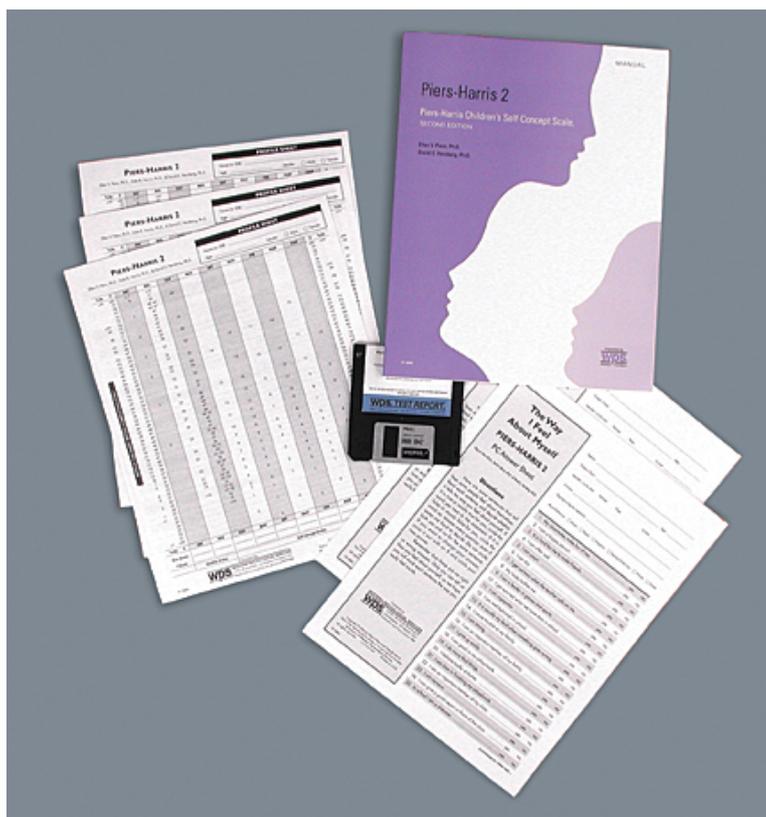


Figura 4. Fotografía de la prueba “Piers-Harris Children’s Self Concept Scale” (Piers, 1984)

Por otro lado, los síntomas que refieren los sujetos con SSS son relativamente frecuentes en numerosas patologías y disfunciones. Por ejemplo, distorsiones en la percepción similares a las referidas por sujetos con SSS son muy frecuentes en pacientes con esquizofrenia, depresión y trastornos bipolares (Jackson, McGorry y Dugdeon, 1995). Otros síntomas como la sensación de tensión ocular, la visión doble, las dificultades para enfocar los objetos, o los dolores de cabeza y de ojos tampoco son específicos del SSS, sino que aparecen a menudo en pacientes con defectos de refracción, con trastornos binoculares o con problemas acomodativos (Pickwell, 1996; Scheiman y Wick, 1996). Por último, estos síntomas visuales también se observan en otros trastornos como el síndrome de fatiga crónica (Hickie, Lloyd, Wakefield y Parker, 1990; Hickie y cols., 1995; Wessely, Chalder, Hirsch, Wallace y Wright, 1996), los trastornos del sueño (Chester, 1997; Jackson y cols., 1995; Krupp, Jandorf, Coyle y Mendelson, 1993; Wessely y cols., 1996) y la ansiedad (Hickie y cols., 1990).

Por lo tanto, todavía no está claro si todas las molestias anteriores pueden ser agrupadas bajo la denominación de SSS o si son producidas por otras alteraciones. Además, los estudios presentados por los autores anteriores (Irlen,

1991a; Whiting, 1988; Wilkins y Neary, 1991) eran puramente subjetivos, por basarse tan sólo en la sintomatología que el paciente refería.

Por otro lado, Wilkins y Nimmo-Smith (1984) comprobaron que había sujetos que al observar algunos patrones de líneas repetidas decían sentirse incómodos y se quejaban de que, al mirar estos patrones de líneas durante un tiempo, sufrían dolor de cabeza y sensación de tirantez en los ojos. Estos patrones de líneas también provocaban en algunos sujetos ilusiones de color, forma y movimiento. Además, comprobaron que estas personas solían tener dolores de cabeza a menudo y si el patrón enrejado se presentaba únicamente en un hemisferio visual (derecho o izquierdo), el dolor de cabeza que se inducía también era unilateral y afectaba a la parte de la cabeza donde llegaban las proyecciones nerviosas del estímulo presentado. Estos autores (Wilkins y Nimmo-Smith, 1984) postularon que la sucesión de líneas de los textos escritos, compuestos normalmente de líneas negras sobre fondo blanco, se asemejaban a los patrones de líneas repetidas y, por tanto, este podría ser el origen de los dolores de cabeza y la tirantez ocular que algunos sujetos referían. Además, comprobaron que reduciendo el número de líneas del texto, se conseguía eliminar gran parte de las molestias de estos sujetos.

En un estudio posterior, Maclachlan, Yale y Wilkins (1993) documentaron que el 86% de los niños que referían menores distorsiones perceptivas al utilizar lentes coloreadas tenían familiares que padecían migrañas. En otra muestra de sujetos, encontraron que los niños que referían ver mejor con unas transparencias coloreadas colocadas sobre el material de lectura tenían con más frecuencia algún familiar que padecía migrañas (60% de los niños que mejoraban con los filtros frente a un 31% en los niños que no mejoraban).

Basándose en estos resultados, Wilkins, Huang y Cao (2004) propusieron la teoría del estrés visual asociado a la lectura según la cual, algunos sujetos con estrés visual tendrían un problema de hiperexcitabilidad cortical ante determinados estímulos visuales (similar al que tienen los sujetos con epilepsia fotosensible) que se produciría por los patrones de líneas repetidas, y que afectaría únicamente a pequeñas áreas de la corteza visual. Según estos autores, los filtros coloreados evitarían que este mecanismo de hiperexcitabilidad se activara, por lo que aportarían mayor comodidad durante la lectura, y esto a su vez contribuiría a que los sujetos leyeran mejor. En un apartado posterior se comentará con mayor detalle este modelo.

Actualmente se postula que el trastorno de estrés visual asociado a la lectura (TEV) y el SSS describen la misma entidad, ya que los sujetos que padecen ambos trastornos presentan los mismos síntomas, aunque el modelo propuesto para explicar el origen de estos cambios sea diferente. Por eso, en los últimos tiempos existe una tendencia cada vez mayor a utilizar los dos términos indistintamente (Evans, 2005; Kriss y Evans, 2005; Singleton y Trotter, 2005).

En resumen, el SSS o TEV se caracteriza porque los sujetos refieren que el material escrito les produce diferentes sensaciones de incomodidad visual: deslumbramiento, visión doble, distorsión de la imagen e ilusiones de movimiento, color o forma, entre otras. Sin embargo, estos síntomas no son específicos de este trastorno sino que son muy frecuentes en otros trastornos visuales, neurológicos y psiquiátricos. Además, sigue sin haber consenso sobre cómo se debe diagnosticar este síndrome, y si existe una asociación, aunque sea ligera, entre la dislexia y la respuesta al tratamiento con lentes coloreadas. Por último, los estudios realizados con lentes de colores hasta el momento se basan en datos subjetivos acerca de apreciaciones de los pacientes, por lo que no aportan información objetiva sobre los beneficios de las lentes coloreadas en algunos sujetos.

3.1.2. Estudios que relacionan las lentes coloreadas con los problemas optométricos

La mayoría de los trabajos que documentan mejoras con las lentes Irlen suelen argumentar que los sujetos que formaban parte de su investigación llevaban adecuadamente compensado su defecto refractivo porque habían sido revisados por el oftalmólogo o el optometrista en los dos últimos años (Robinson y Miles, 1987). Sin embargo, es probable que los síntomas relacionados con el SSS se asocien con algunas alteraciones en la función binocular o acomodativa, que no suelen ser evaluadas en dichas revisiones ni en estos estudios (Solan y Richman, 1990).

Para comprobar esta hipótesis, Scheiman y cols. (1990) trataron de determinar si los síntomas del SSS guardaban algún tipo de relación con las anomalías en la función visual, o si eran trastornos independientes, como había propuesto Irlen (1983).

En el estudio de Scheiman y cols. (1990) se utilizaron 39 sujetos a los que se les realizó una revisión optométrica completa antes de que fueran evaluados por un terapeuta de lentes Irlen. Al comparar los resultados optométricos con la evaluación del SSS se comprobó que el 95% de los sujetos que fueron identificados como

candidatos a usar lentes Irlen, presentaban también diferentes disfunciones visuales y que, aunque el 57% de los sujetos de la muestra habían revisado su visión en el último año, el 90% tenían uno o varios problemas visuales que no habían sido detectados o tratados (Scheiman y cols., 1990), entre ellos, problemas de la visión binocular (el 57%), anomalías en la acomodación (el 34%), disfunciones oculomotoras (el 26%) y otros problemas visuales (errores refractivos no compensados y ambliopía el 29%).

En otro estudio, Blaskey y cols. (1990) intentaron responder a la siguiente cuestión: ¿Constituyen las intervenciones optométricas tradicionales un tratamiento efectivo para aliviar los síntomas que refieren los sujetos que van a utilizar lentes Irlen? Para ello, seleccionaron a 30 sujetos que presentaban el SSS y algún tipo de disfunción visual, y se formaron tres grupos aleatorios: un grupo de lentes Irlen (n=11), un grupo de terapia visual (n=11) y un grupo sin tratamiento o de control (n=8). Únicamente el grupo que siguió los entrenamientos visuales refirió una disminución significativa en la cantidad de síntomas visuales que presentaba y por ello, dejaron de cumplir los requisitos para ser clasificados como candidatos para llevar lentes Irlen (Blaskey y cols., 1990).

Estos resultados apoyaban la opinión de Scheiman y cols. (1990) de que el SSS no era una entidad independiente, sino más bien otra manera de definir los desórdenes de la función visual. Sin embargo, el trabajo anterior (Blaskey y cols., 1990) no logró explicar por qué las lentes Irlen reducían los síntomas visuales.

Wilkins y Neary (1991) no encontraron una asociación consistente entre el empleo de las lentes Irlen y las alteraciones en la función binocular de sujetos que habían llevado las lentes durante al menos tres meses. Tampoco pareció relacionarse el color elegido con el tipo de error refractivo de dichos sujetos. Sin embargo, documentaron que 8 de los 20 sujetos que utilizaron en su estudio tenían una amplitud de acomodación significativamente inferior a la normal para su edad, que mejoraba en más de la mitad de los sujetos tras compensar adecuadamente su ametropía. Los autores postularon que la acomodación podría estar relacionada de alguna manera con los beneficios encontrados al utilizar las lentes coloreadas, aunque no especificaban cuál podía ser el origen de dicha asociación.

En un estudio posterior, Wilkins y cols. (1994) observaron que en una muestra de 68 niños que usaban lentes coloreadas para la lectura, la amplitud de acomodación media estaba algo reducida (12.30 D frente a las 15.20 D esperadas aplicando la fórmula de Hofstetter).

Evans, Busby, Jeanes y Wilkins (1995) estudiaron la función visual de 16 niños diagnosticados con el SSS y de un grupo de 25 niños de control. Al igual que en el estudio anterior, tampoco se habían incluido niños con defectos refractivos sin compensar ni con problemas de coordinación binocular. A pesar de ello, el grupo de niños con el SSS tenía valores de reservas fusionales, amplitudes de acomodación y agudeza visual estereoscópica significativamente menores que los niños del grupo de control. Además, en un análisis posterior de los resultados también se encontró que el punto próximo de convergencia estaba algo más alejado en los niños con SSS (Evans, Wilkins, Busby y Jeanes, 1996). Al igual que en el trabajo precedente (Wilkins y cols., 1994), encontraron diferencias en algunos parámetros de la función visual en los individuos con el SSS y el grupo de control.

A pesar de haber encontrado numerosos problemas optométricos en los usuarios de lentes coloreadas, los autores de los trabajos anteriores (Wilkins y cols., 1994; Evans y cols., 1995; Evans y cols., 1996) postularon que las disfunciones optométricas probablemente no fueran la causa subyacente de esta sintomatología, sino que probablemente estas disfunciones se daban con mayor frecuencia en los sujetos con el SSS (Evans y cols., 1996).

Solan, Ficarra, Brannan y Rucker (1998) registraron con un seguidor de movimientos oculares (Visagraph II) la posición de los ojos de 27 lectores normales y 27 malos lectores mientras leían diferentes textos. Estos autores encontraron que, antes de llevar los filtros coloreados, los sujetos con problemas de lectura realizaban muchas más regresiones y fijaciones sobre el material de lectura que los lectores normales, pero que al llevar unos filtros *Lee* de color azul las diferencias desaparecían.

Otros autores (Ciuffreda, Scheiman, Ong, Rosenfield y Solan, 1997) investigaron si las lentes Irlen modificaban la acomodación de los sujetos. Se encontró 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, aunque hubo mayor variabilidad en la acomodación al utilizar los filtros coloreados.

Los resultados de Ciuffreda y cols. (1997) se pueden explicar atendiendo a dos razones. Una de ellas es que Gray, Winn y Gilmartin (1993) habían encontrado en un trabajo anterior que al reducirse la luminancia normalmente aumentaba la variabilidad de la acomodación, por lo que los resultados encontrados por Ciuffreda

y cols. (1997) eran los esperados al utilizar cualquier tipo de filtro que produjera una reducción en la intensidad de luz transmitida por las lentes del sujeto. La segunda era que Ciuffreda y cols. (1997) habían medido únicamente la acomodación estática, y las mejoras encontradas en los usuarios de lentes coloreadas podrían deberse a otros aspectos de la acomodación, como por ejemplo, la acomodación dinámica.

En otro estudio (Simmers, Bex, Smith y Wilkins, 2001) se analizó la acomodación de usuarios de lentes coloreadas y se encontró que estos sujetos parecían mostrar una acomodación más inestable en ausencia del filtro de absorción. Sin embargo, este resultado parecía depender del nivel de luminancia más que de las características de la transmisión cromática del filtro. Los autores sugirieron que esta inestabilidad de la acomodación podría ser un “indicador sutil” de la incomodidad visual de estos sujetos.

Scott y cols. (2002) diseñaron dos experimentos en los que se realizaba un estudio optométrico de la función visual de 233 niños. En ambos experimentos se encontró que los niños que habían elegido filtros de mayor longitud de onda (es decir, que no dejaban pasar los colores rojizos o anaranjados) tenían una amplitud de acomodación mayor que los que habían elegido filtros de corta longitud de onda (filtros azulados o verdosos), lo que indicaba que la amplitud de acomodación parecía estar relacionada con la elección del color. Estos autores concluyeron que era necesario realizar una revisión de la función visual completa a todos los sujetos con dificultades de lectura y a los que mejoran al llevar filtros coloreados, porque tenían más probabilidades que el resto de padecer disfunciones acomodativas o binoculares.

Evans (2005) presentó tres casos clínicos en los que se sospechaba de la presencia del SSS y en los que los sujetos tenían problemas visuales que estaban provocando esta sintomatología. En este trabajo, el autor concluía que, siempre que haya sospechas de que pueda estar presente el SSS, se debe realizar una evaluación visual completa para descartar que otros problemas visuales sean los causantes de la sintomatología.

Por lo tanto, aunque casi todos los autores comentados en este apartado defienden que las mejoras obtenidas con los filtros coloreados no dependen directamente de la existencia de disfunciones visuales, los sujetos con alteraciones en la acomodación y en menor medida, de la coordinación binocular, suelen preferir con mayor frecuencia las lentes coloreadas, por lo que existe un consenso generalizado en que, antes de prescribir los filtros coloreados, se debe realizar una

revisión visual completa al paciente para descartar la existencia de otros problemas visuales que puedan explicar la presencia de esta sintomatología.

3.1.3. Estudios que relacionan el procesamiento visual espaciotemporal con los efectos de los filtros coloreados sobre la lectura

Como hemos visto en el apartado 1.3.1. de esta *Introducción*, Lovegrove y cols. (1980) publicaron un artículo en el que documentaban que algunos pacientes con problemas de lectura, que tenían una agudeza visual normal, podrían presentar déficits en la sensibilidad al contraste y por lo tanto, en el procesamiento espaciotemporal.

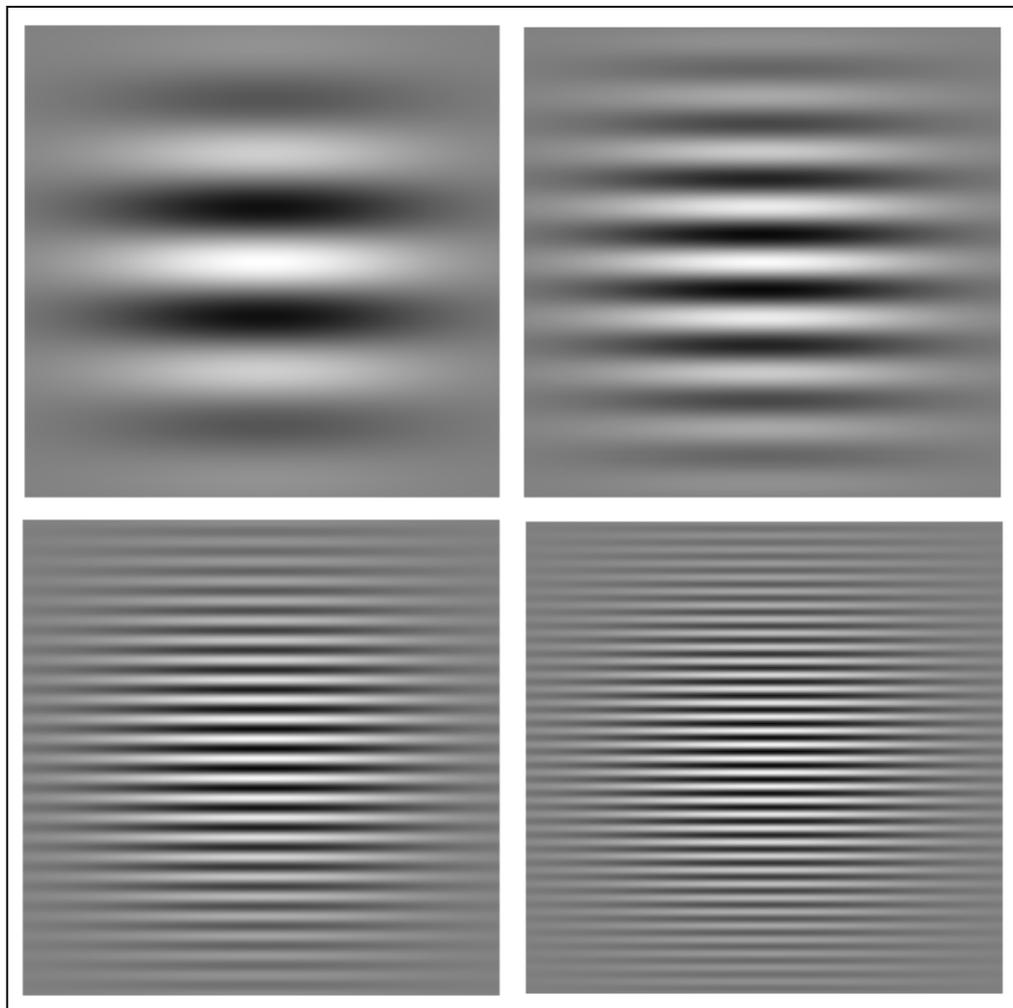


Figura 5. Enrejados sinusoidales presentados por Lovegrove y cols. (1980) para evaluar la sensibilidad al contraste

Para comprobar si las lentes coloreadas afectaban a la calidad del procesamiento espaciotemporal, Wilkins y Neary (1991) midieron la sensibilidad al contraste de 20 sujetos usuarios habituales de lentes coloreadas y comprobaron que los valores de umbral encontrados eran similares al llevar las lentes coloreadas y al llevar unos filtros de densidad neutra con la misma transmisión que sus lentes, por lo que el color de las lentes no parecía afectar al procesamiento de las frecuencias espaciales.

Spafford y cols. (1995) comprobaron que había diferencias en los umbrales de sensibilidad al contraste entre buenos y malos lectores. Sin embargo, dichas diferencias se mantenían con las lentes coloreadas, por lo que estos filtros no parecían alterar la función espaciotemporal de los usuarios de este tipo de lentes.

Por otro lado, Simmers y cols. (2001) documentaron que los sujetos que usaban lentes coloreadas no variaban su función visual espaciotemporal al llevar las lentes coloreadas ni se diferenciaban de manera significativa en esta función de los sujetos que no eran usuarios de estas lentes.

Por lo tanto, la existencia de diferencias en la percepción espaciotemporal de los sujetos disléxicos o con problemas de lectura no está clara, y de hecho, algunos autores opinan que dichas diferencias son producto de un artefacto experimental producido por los problemas de atención que presentan muchos sujetos con problemas de lectura (Skottun, 2000). Además, los resultados de la práctica totalidad de las investigaciones realizadas (Evans y cols., 1995; Simmers y cols., 2001; Spafford y cols., 1995; Wilkins y Neary, 1991) parecen indicar que los filtros coloreados no afectan a la función espaciotemporal de los usuarios de estas lentes. Algunos autores (Spafford y cols., 1995) concluyen que estos resultados son una prueba de que los filtros coloreados para la lectura funcionan simplemente debido al efecto placebo que producen en los sujetos.

3.1.4. Estudios que investigan el efecto de las lentes coloreadas en la ejecución lectora

En 1987, Robinson y Miles estudiaron los efectos de las láminas de Irlen en 40 sujetos con edades comprendidas entre los 9 y los 40 años de edad. Los sujetos fueron evaluados con la prueba IDPS (ver apartado 3.1.1.) y a partir de los resultados en esta prueba se formaron tres grupos: altas, medias y bajas puntuaciones en el SSS. Las medidas se realizaron bajo tres condiciones

experimentales: con un filtro transparente, con una transparencia de color elegida al azar y con la transparencia de color elegida por los sujetos. Robinson y Miles (1987) concluyeron que, al menos a corto plazo, los filtros coloreados podrían ayudar a algunos sujetos a conseguir mejoras significativas al realizar tareas de lectura con material verbal sencillo.

Saint-John y White (1988) también compararon los efectos que provocaba en la lectura el uso de transparencias coloreadas y no hubo diferencias en la velocidad lectora del texto, ni en el número de errores cometidos al realizar las pruebas con y sin los filtros. Además, este trabajo aportó otro resultado interesante: el orden en que se presentaban los textos alteraba los resultados, dándose un efecto práctica, es decir, cada texto (aunque no fuera el mismo en cada ocasión) se leía algo más rápido que el anterior.

Gole y cols. (1989) llevaron a cabo un estudio en el que no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento lector de los grupos experimental y control. Cuando el grupo de control llevó las lentes coloreadas tampoco hubo diferencias en la mejora de la lectura entre el periodo que las había llevado y el periodo en que no. Además, no hubo ninguna relación entre el color que habían elegido los sujetos al utilizar las transparencias y el que después habían elegido al usar las lentes coloreadas.

Robinson y Conway (1990) encontraron que los sujetos que llevaban los filtros coloreados mejoraban su comprensión lectora y su precisión en la lectura, pero no variaban su velocidad lectora.



Figura 6. Fotografía de la prueba de lectura "Neale Analysis of Reading Ability" (Neale, 1988)

Cotton y Evans (1990b) no encontraron diferencias significativas entre llevar y no llevar los filtros coloreados en la velocidad, la precisión y la comprensión lectora.

Blaskey y cols. (1990) investigaron el rendimiento lector de 11 usuarios de lentes Irlen antes y después de llevar las lentes. Las mediciones que realizaron fueron: velocidad lectora, reconocimiento de palabras en un contexto determinado y comprensión lectora. En ninguna de estas tres variables encontraron mejoras en los sujetos al llevar las lentes coloreadas.

O'Connor, Sofo, Kendall y Olsen (1990) documentaron que 17 niños con el SSS mejoraban su velocidad lectora, cometían menos errores durante la lectura y aumentaban la comprensión lectora al utilizar los filtros coloreados elegidos por ellos mismos.

Wilkins y Neary (1991) documentaron que la velocidad lectora en una tarea de búsqueda visual aumentaba significativamente al utilizar filtros coloreados.

Williams, LeCluyse y Rock-Faucheux (1992) evaluaron la comprensión lectora de 32 sujetos con lectura normal y 38 sujetos igualados en edad y en el cociente de inteligencia (CI), pero con un retraso lector de dos años. Según los autores, los resultados demostraban que los filtros azules eran capaces de restablecer el equilibrio entre el funcionamiento de los sistemas de procesamiento transitorio y sostenido.

Kyd, Sutherland y McGettrick (1992) documentaron que los sujetos con SSS leían más rápido la prueba de lectura NARA (Neale Analysis of Reading Ability; Neale, 1988) con los filtros coloreados, pero cometieron más errores y comprendieron menos el texto. Postularon que estos resultados podrían deberse a que los sujetos tenían unas habilidades "inmaduras" para interpretar las palabras.

En un estudio posterior, Menacker, Breton, Breton, Radcliffe y Gole (1993) documentaron que no se producían mejoras en la precisión ni en la velocidad lectora de los sujetos con dislexia con filtros coloreados, ni siquiera cuando el filtro había sido elegido por ellos.

Martin, Mackenzie, Lovegrove y McNicol (1993) documentaron que las lentes Irlen no producían mejoras objetivas significativas en la lectura de una muestra de malos lectores.

En otro estudio (López, Yolton, Col, Smith y Saxerud, 1994) se comprobaron los efectos de los filtros coloreados sobre la búsqueda de palabras en un texto escrito teniendo en cuenta 4 variables: error refractivo, estado acomodativo, posición de los ojos y necesidad de terapia visual. Estos autores documentaron que los sujetos con bajas puntuaciones en el SSS tardaban algo más en realizar la tarea al utilizar el filtro coloreado (1.4 segundos de media), mientras que los sujetos con altas

puntuaciones en el SSS tardaban algo menos en realizarla (1.5 segundos de media). Además, los sujetos que necesitaban terapia visual realizaban la tarea algo más rápido al utilizar los filtros que los sujetos que no necesitaban este tratamiento.

Jeanes y cols. (1997) documentaron en una muestra de 152 sujetos que, tras llevar 10 meses los filtros, el 22% de la muestra seguía llevándolos por voluntad propia. Estos individuos leían más rápido con el filtro (102 ppm vs 99 ppm sin el filtro) y cometían menos errores.



Figura 7. Fotografía de la prueba de lectura "Rate of Reading Test" (Wilkins y cols., 1996).

Por otro lado, Solan, Brannan, Ficarra y Byne (1997) documentaron que los sujetos con problemas de lectura mejoraban su comprensión lectora con filtros de color azul.

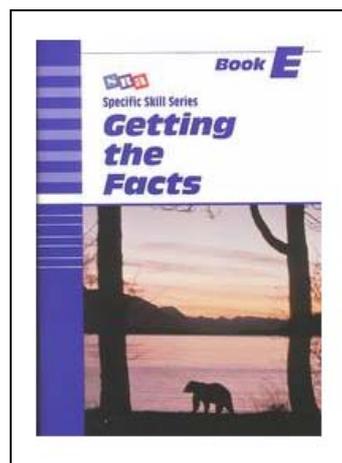


Figura 8. Fotografía de la prueba "Getting the Facts. Specific Skills Series" (SRA División, Macmillan /McGrawHill)

Un año más tarde, Iovino, Fletcher, Breitmeyer y Foorman (1998) documentaron que los sujetos con problemas de lectura y deletreo aumentaban su velocidad y comprensión lectora con filtros azules, aunque los que más mejoraban eran los sujetos con TDAH.

Harris y MacRow-Hill (1999) realizaron un estudio de los efectos del color sobre la velocidad lectora utilizando lentes de contacto coloreadas y lentes placebo. Estos autores documentaron que se obtenían mejoras mayores con las lentes coloreadas que con las lentes placebo, por lo que postularon que el efecto de las mismas era independiente del efecto placebo.

Robinson y Foreman (1999a) diseñaron un experimento para comprobar la eficacia de los filtros utilizando varias subpruebas de NARA (Neale Analysis of Reading Ability; Neale, 1988) y documentaron que los filtros no mejoraban la ejecución, por lo que postularon que dichos filtros podían reducir las distorsiones visuales inducidas por el material escrito, pero que éste no era el único problema en niños con retraso en la lectura, por lo que la mejora en las distorsiones no era suficiente para generar un desarrollo espontáneo de las habilidades lectoras (Robinson y Foreman, 1999a).

Robinson y Foreman (1999b) documentaron que la precisión y la comprensión lectora mejoraban al llevar filtros coloreados y que dichas mejoras se aceleraban cuando los sujetos empezaban a llevar el filtro con la tonalidad óptima para cada sujeto (color elegido). La conclusión a la que llegaron estos autores fue que los filtros coloreados reducen las distorsiones del texto escrito en algunos sujetos, y que dicha reducción facilita el reconocimiento de palabras conocidas pero no aumenta la identificación de palabras basada en el análisis fonético, que se utiliza en mayor medida cuando se presentan palabras sin sentido o no conocidas.

Bouldoukian, Wilkins y Evans (2002) midieron la velocidad lectora con filtros coloreados, controlando el efecto placebo mediante el empleo de un filtro amarillo de control del que se decía a los sujetos que era un tratamiento especial para la lectura. Estos autores documentaron que la tasa de lectura aumentaba con el filtro coloreado y los pacientes en su mayoría preferían éste para leer, por lo que postularon que las mejoras con los filtros coloreados no dependían del efecto placebo.

Evans y Joseph (2002) documentaron que los filtros coloreados incrementaban la velocidad lectora de textos inductores de estrés visual (TIEV) en los que se habían modificado las características tipográficas para hacerlo especialmente molesto. (*Ver apartado de Instrumentos, Aparatos y Estímulos*).

Chase y cols. (2003) documentaron que la luz roja interfiere con la lectura en condiciones normales (fondos blancos con letras negras), mientras que cuando se cambian las características del texto para provocar una mayor activación del sistema parvocelular, se consiguen mayores velocidades de procesamiento con este color.

Wilkins, Sihra y Nimmo-Smith (2005) documentaron que el color óptimo elegido por los sujetos duplicaba la velocidad lectora en estos sujetos, y con cualquier color alejado en 6 diferencias justamente perceptibles del color elegido se producía, por término medio, un incremento de la velocidad lectora del 21% respecto a la condición de control.

Por lo tanto, en la revisión realizada encontramos prácticamente tantos trabajos que documentaban mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados como trabajos que documentaban lo contrario. Entre los primeros cabe destacar trabajos como los de Bouldoukian y cols. (2002), Chase y cols. (2003 - Experimentos 1 y 4), Evans y Joseph (2002), Harris y MacRow-Hill (1999), Jeanes y cols. (1997), Kyd y cols. (1992), O'Connor y cols. (1990) y Wilkins, Sihra y Myers (2005). Entre los segundos destacan los trabajos de Blaskey y cols. (1990), Chase y cols. (2003 - Experimentos 2 y 3), Cotton y Evans (1990b), Iovino y cols. (1998), Menacker y cols. (1993), Robinson y Conway (1990) y Robinson y Foreman (1999a).

También hubo trabajos que documentaban mejoras en la precisión de los sujetos durante la lectura (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b) y trabajos que no encontraron dichas mejoras (Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993), o que incluso registraron un empeoramiento al utilizar determinados colores (Chase y cols., 2003 - Experimentos 2 y 3). Lo mismo sucedió al estudiar los efectos de los filtros en la comprensión lectora, ya que en algunos trabajos se documentaban mejoras (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; O'Connor y cols., 1990; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b; Solan y cols., 1997), mientras que en otros trabajos no (Blaskey y cols., 1990; Chase y cols., 2003 - Experimentos 2 y 3; Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993).

En la Tabla 1 aparecen resumidos los resultados más relevantes de las investigaciones comentadas en este apartado. En el apartado siguiente se comentan las teorías que hasta el momento han tratado de explicar por qué los filtros coloreados mejoran en algunas ocasiones las habilidades lectoras.

Tabla 1. Investigaciones que han estudiado cómo afectan los filtros coloreados a la lectura

Autores	Tarea	¿Hubo mejoras al utilizar los filtros coloreados?	¿Hubo intercambio entre velocidad, precisión y comprensión lectora?
Robinson y Miles (1987)	Emparejamiento de palabras Identificación de palabras familiares Identificación de letras Identificación de números	Sí No Sí Sí	No se estudió en este trabajo
Winter (1987)	Búsqueda visual	No	No se estudió en este trabajo
Saint-John y White (1988)	Tarea de flancos - Velocidad Tarea de flancos - Precisión	No No	No hubo
Gole y cols. (1989)	Edad de lectura	No	No se estudió en este trabajo
Robinson y Conway (1990)	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	No Sí Sí	No hubo
Cotton y Evans (1990b)	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	No No No	No hubo
Blaskey y cols. (1990)	Velocidad lectora Reconocimiento de palabras Comprensión lectora	No No No	No hubo
O'Connor y cols. (1990)	Velocidad lectora Precisión durante la lectura Comprensión lectora	Sí , pero solo en los sujetos con el SSS Sí , pero solo en los sujetos con el SSS Sí , pero solo en los sujetos con el SSS	No hubo
Wilkins y Neary (1991)	Búsqueda visual - Velocidad	Sí (4-6%)	No se estudió en este trabajo
Williams y cols. (1992)	Comprensión de palabras sin movimientos oculares Comprensión de oraciones con movimientos oculares guiados Comprensión de oraciones con movimientos oculares libres	No No Sí	No hubo
Kyd y cols. (1992)	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	Sí, pero solo en los sujetos con el SSS No No	Sí, los sujetos que leían más rápido cometían más errores y entendían peor lo que leían
Menacker y cols. (1993)	Velocidad lectora Precisión	No No	No hubo
Martin y cols. (1993)	Precisión Comprensión lectora Lectura de pseudopalabras Memoria de aglomerados de letras Memorización de oraciones	No No No No No	No hubo
López y cols. (1994)	Búsqueda visual - Velocidad	Ligera mejora en los sujetos con SSS (1.5 s)	No se estudió en este trabajo
Jeanes y cols. (1997)	Velocidad lectora	Mejoras del 3% únicamente en sujetos que habían usado los filtros 10 meses	No hubo

Tabla 1. Investigaciones que han estudiado cómo afectan los filtros coloreados a la lectura (continuación)

Autores	Tarea	¿Hubo mejoras al utilizar los filtros coloreados?	¿Hubo intercambio entre velocidad, precisión y comprensión lectora?
Solan y cols. (1997)	Compresión lectora	Sí	No se estudió en este trabajo
Iovino y cols. (1998)	Velocidad lectora Comprensión lectora	No Sí	Los sujetos que mejoraron su comprensión lectora disminuyeron su velocidad lectora
Harris y MacRow-Hill (1999)	Velocidad lectora	Sí	No se estudió en este trabajo
Robinson y Foreman (1999a)	Similitud fonética Similitud gráfica Accesibilidad sintáctica Accesibilidad semántica Retención del significado Auto-corrección	No No No No No No	No se estudió en este trabajo
Robinson y Foreman (1999b)	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	No Sí Sí	No se estudió en este trabajo
Bouldoukian y cols. (2002)	Velocidad lectora	Sí, mejoró un 4% en los sujetos que preferían el filtro coloreado	No se estudió en este trabajo
Evans y Joseph (2002)	Velocidad lectora	Sí, mejoraron un 3.8% los sujetos que preferían el filtro coloreado	No se estudió en este trabajo
Chase y cols. (2003). Experimento 1	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	Sí Sí Sí	No
Chase y cols. (2003). Experimento 2	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	No No, empeoró con el filtro rojo No	No
Chase y cols. (2003). Experimento 3	Velocidad lectora Precisión Comprensión lectora	No No, empeoró con el filtro rojo No	No
Chase y cols. (2003). Experimento 4	Velocidad lectora	Sí, cuando se utilizaban textos en los que el texto y el fondo estaban igualados en luminancia	No
Wilkins y cols. (2005)	Velocidad lectora	Sí, mejoras del 100% con el color óptimo y del 21% con el resto de colores	No se estudió en este trabajo

3.2. Teorías que tratan de explicar cómo afecta el color a la lectura

En este apartado se comentan los modelos teóricos más relevantes que tratan de explicar a qué se deben los cambios en la lectura inducidos en algunos sujetos al llevar los filtros coloreados.

3.2.1. Teoría del sesgo atribucional

En 1987, Winter propuso que los resultados contradictorios encontrados en las investigaciones llevadas a cabo hasta ese momento, cuestionaban la validez de los filtros coloreados para el tratamiento de los problemas de lectura y que otros factores ajenos a los filtros podían explicar las mejoras encontradas en algunos sujetos. Según este autor, los sujetos a los que se les prescribían las lentes coloreadas podrían leer mejor con ellas simplemente porque sabían que era un tratamiento novedoso, poco conocido y caro en la mayoría de las ocasiones. Por lo tanto, los usuarios de estos filtros podrían estar predispuestos a atender en mayor medida durante la lectura y a continuar esforzándose cuando aparecieran las primeras dificultades (Winter, 1987).

Otros autores (Cotton y Evans, 1990a) propusieron que los filtros coloreados podrían mejorar la lectura de algunos sujetos porque los padres transmitían el entusiasmo por este nuevo tratamiento a sus hijos debido a la gran inversión económica que habían destinado al mismo. Por lo tanto, las mejoras en la lectura encontradas en algunos sujetos al utilizar los filtros coloreados tendrían un origen atribucional. Según estos autores, los sujetos que habían tenido problemas con la lectura durante meses o años podrían atribuir sus dificultades a la existencia de un problema externo (por ejemplo, el SSS) o a la existencia de un problema interno (pereza, falta de constancia con las tareas académicas, retraso lector, dificultades específicas de aprendizaje, etc.). La asunción por parte del sujeto (y de sus padres en muchas ocasiones) de una atribución externa del problema produciría menos malestar subjetivo en el sujeto y en sus padres que la atribución interna.

Como se ha comentado en el apartado 3.1.4., Cotton y Evans (1990b) encontraron diferencias en varias medidas de personalidad entre los sujetos que tenían y que no tenían el SSS. En concreto, los sujetos con el SSS tenían puntuaciones significativamente mayores en la escala de neuroticismo del *Junior*

Eysenck Personality Questionnaire (Eysenck y Eysenck, 1970). Estos sujetos también tenían un peor concepto de sí mismos (medido con el cuestionario: *Piers-Harris Children's Self Concept Scale*. Piers, 1984) y además, tendían a generar, en mayor medida, explicaciones externas a los problemas que se les planteaban (medidas con el cuestionario: *Nowicki-Strickland Children's Internal-External Control Scale*. Nowicki y Strickland, 1973).

Estos resultados fueron interpretados como un indicio de la naturaleza subjetiva de los efectos de las lentes coloreadas. Según estos autores (Cotton y Evans, 1990a), los efectos de las lentes coloreadas en algunos sujetos se producirían por una combinación de factores motivacionales y atribucionales. Los aspectos motivacionales afectarían de manera más intensa a los padres, maestros o profesionales implicados en este tratamiento, y generarían expectativas de mejora que a su vez inducirían mayor motivación en el alumno. Por otro lado, el efecto atribucional se debería al hecho de que, al empezar a utilizar las lentes, el sujeto atribuyera sus problemas de lectura a un agente externo al individuo (sus ojos) que podría ser fácilmente solucionado con las lentes con el color adecuado. Por eso, Cotton y Evans (1990a) concluyeron que este tipo de tratamiento no debería considerarse por el momento como una intervención fiable.

Estos mismos autores (Cotton y Evans, 1994) aportaron datos adicionales obtenidos en la investigación que se acaba de comentar (Cotton y Evans, 1990b) en los que se demostraba que casi todos los padres y los niños en los que se había encontrado el SSS consideraban, de manera poco realista, que las lentes coloreadas podían ayudar mucho a la lectura (el 91.9% de los padres y el 86.5% de los niños respectivamente).

Por lo tanto, la teoría del sesgo atribucional ofrece una explicación sencilla de cómo pueden afectar los filtros coloreados a la lectura pero, en nuestra opinión, presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, los autores que la defienden encontraron que los sujetos con el SSS que tenían diferentes puntuaciones en algunas escalas de personalidad, no mejoraban la lectura al utilizar los filtros coloreados. Esto podría indicar que las características de personalidad de los sujetos que participaron en su investigación no tenían por qué ser necesariamente las mismas que las de los sujetos que sí mejoran su velocidad lectora. Además, esta teoría ha despertado poco interés en las investigaciones posteriores y no tenemos constancia de que se haya realizado hasta el momento ningún estudio que la corrobore o la desmienta.

3.2.2. Efectos del color en el funcionamiento del sistema magnocelular

Dado que el déficit en el funcionamiento del sistema magnocelular se ha relacionado con los problemas de lectura, algunos autores han investigado el efecto de los filtros sobre dicho sistema. Algunos estudios fisiológicos (De Monasterio, 1978; Dreher, Fukuda y Rodieck, 1976; Kruger, 1977; Reid y Shapley, 1992; Schiller y Malpeli, 1978; Wiesel y Hubel, 1966) y psicofísicos (Breitmeyer, 1984; Breitmeyer y Breier, 1994; Breitmeyer y Williams, 1990) documentaron que la vía magnocelular se inhibe cuando se emplean longitudes de onda largas (luz roja). Esta hipótesis concuerda con la de Breitmeyer y Breier (1994), quienes documentaron que los tiempos de reacción para detectar unos estímulos en una pantalla de ordenador eran mayores cuando se utilizaban fondos rojos y menores cuando se utilizaban fondos azules, pero únicamente cuando se utilizaban estímulos de tamaño superior a 32 minutos de arco. Como las neuronas magnocelulares tienen campos receptivos mayores que las neuronas parvocelulares, los autores concluyeron que los resultados parecían apoyar la idea de que la luz roja suprime el procesamiento del sistema magnocelular. Por otro lado, otros autores (Stromeyer, Chaparro, Tolia, y Kronauer, 1997; Swanson, Pokorny y Smith, 1988) documentaron que los fondos rojos reducen la sensibilidad a estímulos parpadeantes. Dado que estos estímulos son procesados por la vía magnocelular, esta reducción fue interpretada por estos autores como una reducción de la actividad de este sistema de procesamiento por efecto de la luz roja.

De Monasterio (1978) documentó que los campos receptivos de algunas células de la vía magnocelular tenían un centro ON con una periferia inhibitoria en la que dominaban las conexiones con los conos L (con sensibilidad máxima a la luz roja). Estos estudios fueron confirmados por Reid y Shapley (1992) quienes documentaron que la mayoría de las neuronas magnocelulares estudiadas tenían conexiones con los conos L en su campo periférico.

Otros estudios (Dreher y cols., 1976; Kruger, 1977; Schiller y Malpeli, 1978; Wiesel y Hubel, 1966) documentaron que la luz difusa roja suprimía la activación del sistema magnocelular y deterioraba algunas tareas de percepción visual en las que se cree que está implicado el funcionamiento del sistema magnocelular (Breitmeyer, 1984; Breitmeyer y Breier, 1994; Breitmeyer y Williams, 1990). Pammer y Lovegrove (2001) replicaron parcialmente estos resultados y documentaron que la percepción del movimiento no se veía afectada por el color, pero la función de metacontraste se

veía reducida por el empleo de luz roja, mientras que Edwards, Hogben, Clark y Pratt (1996) encontraron que la luz roja reducía las funciones de metacontraste en adultos normolectores y en adolescentes con y sin problemas de lectura.

Chase y cols. (2003) concluyeron que la luz roja deterioraba el procesamiento de las bajas frecuencias espaciales de los textos que, según ellos, eran procesadas de manera preferente por la vía magnocelular, y que este deterioro en el procesamiento dificultaba el análisis del patrón global de información contenida en el texto.

En el año 2004, Skottun documentó que el empleo de luz roja era una técnica experimental inadecuada para aislar el sistema magnocelular, ya que al calcular la contribución de los conos S, M y L (azul, verde y rojo respectivamente) a las vías magno y parvocelular, ambas vías recibían conexiones de los conos L, y no era posible modificar el sistema magnocelular sin producir cambios similares en la vía parvocelular.

A la vista de los efectos de la luz roja sobre el sistema magnocelular, algunos autores (Solan, 1998; Solan y cols., 1997; Solan y cols., 1998; Solman, Cho y Dain, 1991; Williams y cols., 1992) han investigado los efectos del color sobre la lectura desde la perspectiva del funcionamiento del sistema magnocelular.

En general, en estas investigaciones se documentó que la luz azul (es decir, luz en la que se habían eliminado las longitudes de onda largas, entre ellas el rojo) aumentaba la ejecución lectora tanto en los lectores normales como en los sujetos con problemas de lectura. Sin embargo, los resultados de unos estudios y otros son contradictorios entre sí.

Por ejemplo, Williams y cols. (1992) encontraron que los filtros de color azul mejoran la comprensión lectora en un 80% de los sujetos con problemas de lectura, por lo que los autores concluyeron que los sujetos con problemas de lectura debían tener un déficit en el sistema de procesamiento transitorio (del que es responsable el sistema magnocelular) y que al eliminar la luz roja del material de lectura se conseguía que dicho sistema funcionara en mejores condiciones y por lo tanto la lectura fuera más efectiva.

Solan y cols. (1997) encontraron que la comprensión lectora de los malos lectores era mejor que la de los sujetos normolectores cuando ambos utilizaban filtros azules. Estos mismos autores (Solan y cols., 1998) documentaron que los sujetos con problemas de lectura reducen el número de fijaciones y regresiones, y aumentan la tasa de lectura al utilizar filtros de color azul.

Chase y cols. (2003) documentaron que los filtros azules o verdes no afectaban de manera especial a la lectura, mientras que la luz roja deterioraba la lectura de textos en condiciones normales de contraste y luminancia. Por tanto, los filtros azules o grises serían efectivos para mejorar la lectura, porque eliminarían la luz roja de la fuente de iluminación y en consecuencia, el procesamiento de la forma de las palabras o letras no se deterioraría.

Sin embargo, teniendo en cuenta el trabajo de Skottun (2004) citado anteriormente, la hipótesis de que la luz roja o los filtros que eliminan dicha luz (verdes o azules) afectan al funcionamiento del sistema magnocelular y al rendimiento lector, debe ser tomada con precaución ya que se basa en estudios cuyos resultados han sido puestos en cuestión.

3.2.3. Teoría de la hiperexcitabilidad cortical

Wilkins y cols. (1984) observaron que algunos patrones enrejados inducían ilusiones de color, forma y movimiento, y que dichas ilusiones se producían principalmente durante las fijaciones. También comprobaron que las personas que padecían con frecuencia dolores de cabeza tendían a informar de mayor número de ilusiones visuales al mirar estos patrones y que el dolor de cabeza aparecía en el lado en el que habían dicho previamente que habían tenido las ilusiones al mirar estos patrones visuales molestos.

Los patrones inductores de incomodidad visual (ver Figura 9) presentaban, en la mayoría de sujetos, una serie de características distintivas: eran enrejados de onda cuadrada con contraste elevado (normalmente negro sobre blanco); la frecuencia espacial óptima para provocar incomodidad visual variaba ligeramente de un sujeto a otro pero, en general, solía producirse entre los 3 y los 4 ciclos/grado; la molestia era mayor cuando el ancho de banda de las líneas negras era similar al ancho de banda de las líneas blancas; con contrastes por encima de 0.3, las molestias no aumentaban de manera significativa; el grado de molestia inducida dependía del factor de magnificación cortical, es decir, en el centro de la retina bastaban pequeñas áreas de exposición, mientras que en la periferia las áreas de exposición debían ser mayores, posiblemente como consecuencia de que la fóvea está ampliamente representada en la corteza cerebral, mientras que la retina periférica utiliza áreas corticales menores.

Además, los parámetros de los patrones enrejados que inducían incomodidad visual eran muy similares (casi idénticos) a los patrones que provocaban anomalías electroencefalográficas epileptiformes en sujetos con epilepsia fotosensible (ver Vidal, 2003 para una revisión).

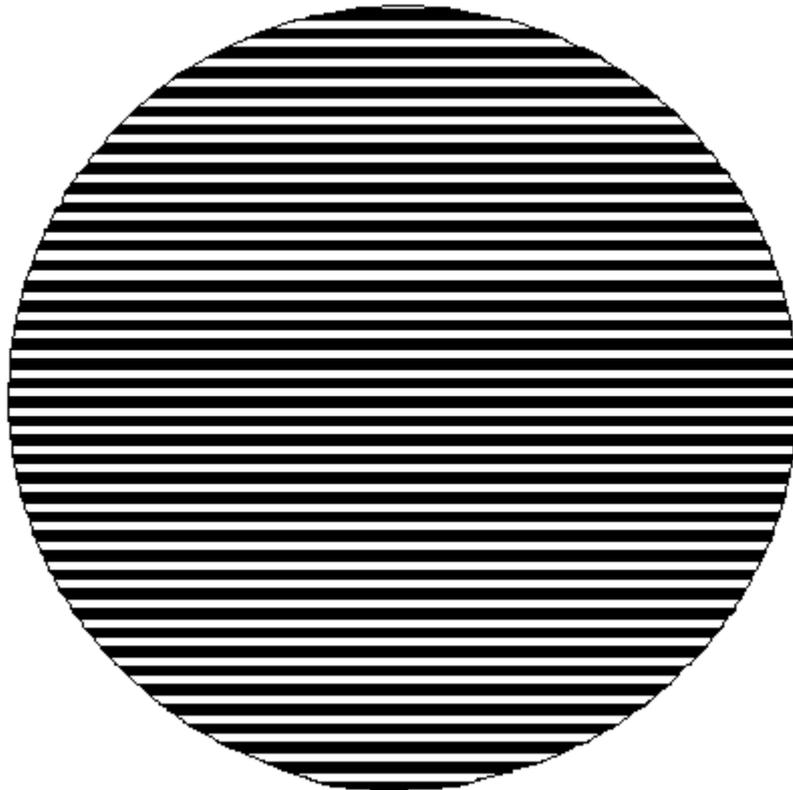


Figura 9. *Patrones enrejados capaces de provocar molestias visuales en algunos sujetos*

Wilkins y cols. (1984) propusieron que los procesos neurales subyacentes a las ilusiones inducidas por patrones enrejados inductores de incomodidad visual debían ser similares a las que provocaban el comienzo de las alteraciones en el funcionamiento cerebral de la epilepsia. La estimulación sensorial que produce excitación cortical intensa (posiblemente mediante ciertos patrones de líneas o enrejados) podría causar un fallo en los mecanismos inhibitorios cerebrales que permitiría registrar descargas eléctricas neuronales anormales. El fallo en los mecanismos inhibitorios podría estar localizado en una pequeña región cerebral, o ser generalizado. Si la descarga se produjera únicamente en el córtex visual, algunas neuronas podrían ser excitadas de manera inapropiada y producir los efectos visuales anómalos observados en algunos sujetos, aunque debido a la

pequeña extensión de la activación, no se podrían registrar variaciones en la respuesta eléctrica cerebral global mediante electroencefalografía. Por el contrario, si la descarga eléctrica se extendiera a otras regiones cerebrales, se producirían alteraciones en los registros electroencefalográficos y acabaría apareciendo un ataque epiléptico (Wilkins y cols., 1984).

Pero faltaba explicar cómo se relacionaba esta teoría con la lectura. Ese mismo año, Wilkins y Nimmo-Smith (1984) comentaron que las líneas sucesivas que forman cualquier texto impreso tienen una forma global similar a la de un patrón enrejado de líneas repetidas, y que dicha forma podría provocar fatiga ocular y dolor de cabeza en algunos sujetos. Además, si el texto provocaba estos síntomas debido a la presencia de líneas repetidas, sería posible reducir la presencia de estos síntomas disminuyendo el número de líneas del texto. Al hacerlo, comprobaron que los sujetos comentaban que tenían menor deslumbramiento y fatiga ocular. También se observó una reducción del número de regresiones, así como mejoras en la atención y la concentración.

Por último, Wilkins y cols. (2004) propusieron la teoría del estrés visual aplicada a la lectura o teoría de la hiperexcitabilidad cortical. Para formular esta teoría, partieron de la observación de que las distorsiones perceptuales que se producen en algunos sujetos al leer un texto, se reducen a menudo cubriendo el texto con un filtro coloreado o iluminando el texto con una luz de una cromaticidad determinada (Wilkins, 2003). El argumento central de esta teoría es el siguiente: en la epilepsia fotosensible, los pacientes son especialmente sensibles a patrones de líneas dentro de un rango limitado de orientación, indicando que, al menos en esos pacientes, la excitabilidad cortical puede ser local y estar confinada a un número limitado de columnas cerebrales de orientación. Además, se ha sugerido que en la migraña, la excitabilidad cortical también sería local (Wilkins y cols., 1984; ver Vidal y Muiños, 2004 para una revisión). Así, según esta teoría, es razonable deducir que los filtros coloreados pueden cambiar la distribución de los patrones de descarga de las neuronas en la corteza visual. Por lo tanto, la teoría de la hiperexcitabilidad cortical propone que los filtros coloreados redistribuyen la actividad en la corteza visual de tal manera que reducen la cantidad de excitación en regiones cerebrales localmente hiperexcitables (Wilkins y cols., 2004).

Para apoyar esta teoría, los autores (Wilkins y cols., 2004) presentaban una serie de resultados que trataban de confirmar esta hipótesis: en una paciente con migrañas estudiaron la activación cerebral mediante la técnica de medición del flujo sanguíneo cerebral y comprobaron que al utilizar las lentes coloreadas se

normalizaban las respuestas de activación cerebral del área cortical V3 (Huang, Cooper, Satana, Kaufman y Cao, 2003). Además, en otros trabajos anteriores (Maclachlan, y cols., 1993), los niños que se beneficiaban en mayor medida del uso de filtros coloreados eran los que normalmente tenían mayor incidencia de migrañas o tenían más probabilidad de tener familiares que padecieron migrañas. Sin embargo, como comentaron los autores de este trabajo (Maclachlan y cols., 1993), la información proporcionada por los participantes en el estudio era insuficiente para realizar una clasificación formal de los sujetos que sufrían migrañas (únicamente se les preguntó si tenían dolores de cabeza).

Riddell, Wilkins y Hainline (2006) documentaron cambios al llevar lentes coloreadas en los registros obtenidos mediante potenciales evocados visuales en 10 niños con el SSS.

En nuestra opinión, la teoría de la hiperexcitabilidad cortical como mecanismo explicativo de los efectos de los filtros coloreados sobre la lectura presenta importantes limitaciones. La primera es que dicha teoría no explica por qué algunos sujetos mejoran con unos colores y otros sujetos con otros (Wilkins y cols., 2004). La segunda, es que no tenemos constancia de que se haya realizado, hasta el momento, ninguna medición directa de dicha hiperexcitación en los sujetos con problemas de lectura, ni que se haya encontrado ninguna relación entre dicha hiperexcitación y el grado en el que los sujetos mejoran o empeoran su lectura.

Por lo tanto, hasta el momento se han propuesto principalmente tres teorías para explicar por qué son efectivos los filtros coloreados para la lectura, pero ninguna de las tres teorías ha explicado satisfactoriamente dicha eficacia, por los siguientes motivos:

1. Con la teoría del sesgo atribucional (Cotton y Evans, 1990a; Cotton y Evans, 1990b; Cotton y Evans, 1994) se realizaban una serie de predicciones sobre cómo actuarían los filtros en algunos sujetos, y los autores que formularon esta teoría (Cotton y Evans, 1990b) realizaron la prueba sobre una muestra de sujetos que “no” mejoraban su lectura con los filtros. Sin embargo, para demostrar que dicha teoría era cierta, debería haberse comprobado en sujetos en los que los filtros hubieran sido efectivos. Pese al tiempo transcurrido desde que se formuló esta hipótesis, no ha habido ningún trabajo de investigación que haya tratado de confirmar la validez de los supuestos en los que se basaba.

2. La teoría del déficit del sistema magnocelular de los sujetos con problemas de lectura ha sido puesta a prueba en numerosas investigaciones (Borsting y cols.,

1996; Breitmeyer, 1984; Burr y cols., 1994; Chase y cols., 2003; Facoetti y cols., 2000; Facoetti y cols., 2003; Hutzler y cols., 2006; Livingstone y cols., 1991; Lovegrove y cols., 1980; Lovegrove y cols., 1986; Lovegrove, Garzia y Nicholson, 1990; Ramus, 2004; Ramus y cols., 2003; Skottun, 2000; Skottun y Parke, 1999; Sperling y cols., 2005; Stuart y cols., 2001; Vidyasagar y Pammer, 1999) y hasta el momento, se han obtenido resultados poco consistentes y contradictorios entre sí.

3. Por último, la teoría de Wilkins y cols. (2004) que defiende que los filtros coloreados mejoran la velocidad lectora de los pacientes porque evitan que se produzcan descargas eléctricas anormales causadas por la hiperexcitabilidad cortical ante determinados estímulos visuales, debe ser contrastada empíricamente antes que podamos pronunciarnos sobre su validez.

4. IMPORTANCIA DEL EFECTO PLACEBO EN LA LECTURA

Se sabe desde hace tiempo (Howell y Stanley, 1988) que el efecto placebo aparece con frecuencia en los sujetos con problemas de lectura, porque muchos niños y adultos con este problema son conscientes de la importancia de la lectura y de las dificultades que presenta en la sociedad actual no leer correctamente, y tienden a buscar tratamientos que mejoren su rendimiento lector.

A menudo, estos sujetos utilizan terapias novedosas aunque resulten poco creíbles o escasamente contrastadas científicamente.

Las expectativas y el entusiasmo que provocan los nuevos tratamientos suelen producir ligeras mejoras en la velocidad lectora independientemente de su nivel de lectura, que acaban por desaparecer al cabo de un tiempo (Howell y Stanley, 1988). Dejando a un lado el elevado coste económico de estos tratamientos, el problema es que pueden llegar a ser perjudiciales para los pacientes porque en muchas ocasiones sustituyen a otras intervenciones que sí podrían ser efectivas (Cotton y Evans, 1994), prometiendo soluciones sencillas para problemas complejos (Cotton y Evans, 1990a). Por eso, es necesario valorar, en la medida de lo posible, el efecto placebo de este tipo de tratamientos.

Sin embargo, el control de dicho efecto ha sido tenido en cuenta en muy pocas investigaciones sobre los efectos de las lentes coloreadas en la lectura (como se muestra en la Tabla 2) y los resultados obtenidos hasta el momento no permiten descartar que la aparente eficacia de dichos filtros sea debida a este efecto.

Una manera de cuantificar el grado en que el efecto placebo está contribuyendo en las mejoras producidas por un entrenamiento o tratamiento, es aplicando los procedimientos de análisis propuestos por la Teoría de la Detección de Señales (Green y Swets, 1966; Hajian-Tilaki, Hanley, Joseph y Collet, 1997; Logan, 2004; Pastore, Crawley, Berens y Skelly, 2003; Stanislaw y Todorov, 1999). Esta teoría apareció para solucionar los problemas que planteaba la psicofísica clásica en la detección de los umbrales y postula que el umbral de respuesta del sujeto no es un valor fijo, sino que varía en función del estado de atención del sujeto, de su motivación, de sus expectativas, etc., por lo que propone el cálculo de dos parámetros: el primero informa de la sensibilidad pura del sujeto (d'), independientemente de sus intereses o motivaciones; el segundo parámetro, denominado criterio de respuesta del sujeto (c) es independiente de su sensibilidad.

Tabla 2. Investigaciones que han estudiado el efecto placebo al utilizar los filtros coloreados para la lectura

Autores	¿Se controló el efecto placebo?
Robinson y Miles (1987)	No
Winter (1987)	No
Saint-John y White (1988)	No
Gole y cols. (1989)	No
Robinson y Conway (1990)	No
Cotton y Evans (1990b)	No
Blaskey y cols. (1990)	No
O'Connor y cols. (1990)	No
Wilkins y Neary (1991)	No
Williams y cols. (1992)	No
Kyd y cols. (1992)	No
Menacker y cols. (1993)	No
Martin y cols. (1993)	No
López y cols. (1994)	No
Jeanes y cols. (1997)	No
Solan y cols. (1997)	No
Iovino y cols. (1998)	No
Harris y MacRow-Hill (1999)	Sí, hubo mejoras tanto con el filtro placebo (6.5 ppm) como con la lente coloreada (12.2 ppm)
Robinson y Foreman (1999a)	Sí, mejoró el grupo que utilizaba las lentes coloreadas
Robinson y Foreman (1999b)	Sí, únicamente mejoró la velocidad lectora el grupo de placebo. Tanto la precisión como la comprensión lectora fueron mayores en los grupos experimental y placebo, aunque las mejoras fueron mayores en el grupo que usaba las lentes coloreadas.
Bouldoukian y cols. (2002)	Sí, mejoró el grupo que utilizaba las lentes coloreadas
Evans y Joseph (2002)	No
Chase y cols. (2003) - Experimento 1	No
Chase y cols. (2003) - Experimento 2	No
Chase y cols. (2003) - Experimento 3	No
Chase y cols. (2003) - Experimento 4	No
Wilkins y cols. (2005)	No

En el presente trabajo de investigación se han utilizado los postulados de la Teoría de la Detección de Señales con el fin de comprobar si los filtros coloreados son un tratamiento adecuado para mejorar la lectura.

PROPÓSITO DEL ESTUDIO Y OBJETIVOS

II. PROPÓSITO DEL ESTUDIO Y OBJETIVOS

Analizada la literatura pertinente nos planteamos estudiar cuál de las tres teorías propuestas para explicar los supuestos beneficios de las lentes coloreadas sobre la lectura (la teoría del sesgo atribucional, la teoría del déficit en el sistema magnocelular y la teoría de la hiperexcitabilidad cortical), lograba explicar mejor dichas mejoras. Para ello, utilizamos un diseño experimental de medidas repetidas en el que equilibramos el tratamiento mediante la alternancia del uso de lentes coloreadas en dos grupos (diseño AB y BA).

Si se comprobara que las mejoras se deben a la presencia de un sesgo atribucional en las respuestas, se debería considerar que el tratamiento con lentes coloreadas mejora la lectura de los sujetos simplemente porque potencia la subjetividad del paciente, es decir, se propicia la aparición de efecto placebo, y dicho tratamiento se debería desaconsejar a los pacientes porque se desperdicia tiempo y recursos económicos que podrían ser empleados en intervenciones que han demostrado su eficacia (Spafford y cols., 1995).

Por el contrario, si se demostrara que, o bien la teoría del déficit en el sistema magnocelular de los sujetos con problemas de lectura, o bien la teoría de la hiperexcitabilidad cortical pueden explicar de manera adecuada los efectos de los filtros coloreados sobre la lectura, quedaría demostrado que este tratamiento resulta eficaz y los profesionales dedicados al tratamiento de los problemas de lectura podrían contar con una nueva herramienta de trabajo para incorporar en su práctica profesional.

Por eso se formularon los objetivos específicos que se exponen a continuación.

Objetivo 1

Investigar si los filtros coloreados mejoraban la velocidad lectora de la mayoría de alumnos de la muestra participante en nuestro estudio.

Objetivo 2

Investigar si los alumnos con muchos síntomas visuales se beneficiaban en mayor medida del uso de los filtros coloreados.

Objetivo 3

Investigar si los alumnos que leían peor se beneficiaban en mayor medida del empleo de filtros coloreados.

Objetivo 4

Investigar si algunos síntomas visuales se relacionaban de manera específica con la posible mejora en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados.

Objetivo 5

Investigar si, en caso de producirse mejoras en la velocidad lectora de algunos alumnos al utilizar las lentes coloreadas, los alumnos volvían a elegir el mismo filtro y los beneficios se mantenían al cabo de una semana.

Objetivo 6

Investigar si era cierto que los filtros azulados (que eliminan en mayor medida las longitudes de onda largas) eran los únicos que podían mejorar la velocidad lectora, como postula la teoría del déficit del sistema de procesamiento magnocelular en los alumnos con problemas de lectura.

Objetivo 7

Investigar si los filtros coloreados mejoraban en mayor medida la lectura de alumnos con molestias visuales al mirar patrones enrejados de onda cuadrada, como postula la teoría de la hiperexcitabilidad cortical.

Objetivo 8

Investigar si, en el caso de que hubiera filtros que redujeran la molestia al mirar los patrones enrejados, dicha reducción se producía principalmente en los alumnos que habían informado de un grado de molestias mayor, como postula la teoría de la hiperexcitabilidad cortical.

Objetivo 9

Investigar si, en el caso de producirse mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados, dichas mejoras se producían en los alumnos que reducían sus molestias visuales al mirar patrones enrejados utilizando estos filtros, como postula la teoría de la hiperexcitabilidad cortical.

Objetivo 10

Investigar si, en el caso de producirse una reducción en las molestias al leer textos escritos utilizando las lentes coloreadas, dicha reducción se relacionaba con las mejoras en velocidad lectora al utilizar estos filtros.

Objetivo 11

Investigar si, en el caso de que se produjeran mejoras subjetivas al leer textos escritos (informadas por los alumnos al utilizar los filtros coloreados), dichas mejoras se relacionaban con una reducción en la molestia visual al mirar patrones de enrejados de onda cuadrada.

Objetivo 12

Investigar si, en el caso de que se produjeran mejoras subjetivas informadas por los alumnos al leer textos escritos utilizando los filtros coloreados, dichas mejoras se relacionaban con cambios en la sensibilidad visual o en el criterio de respuesta (independiente de la sensibilidad) de los alumnos.

Objetivo 13

Investigar si, en el caso de encontrarse mejoras en la velocidad lectora de los alumnos al utilizar los filtros coloreados, dichas mejoras se relacionaban con cambios en la sensibilidad o en el criterio de respuesta (independiente de la sensibilidad) de los alumnos.

Objetivo 14

Investigar si, en el caso de encontrarse incrementos en la velocidad lectora de los alumnos que dicen mejorar mucho con los filtros coloreados, dichos alumnos mejoraban su velocidad lectora pero cometían más errores.

En la Figura 10 se recogen de manera gráfica las relaciones que se van a estudiar en cada uno de los objetivos anteriores.

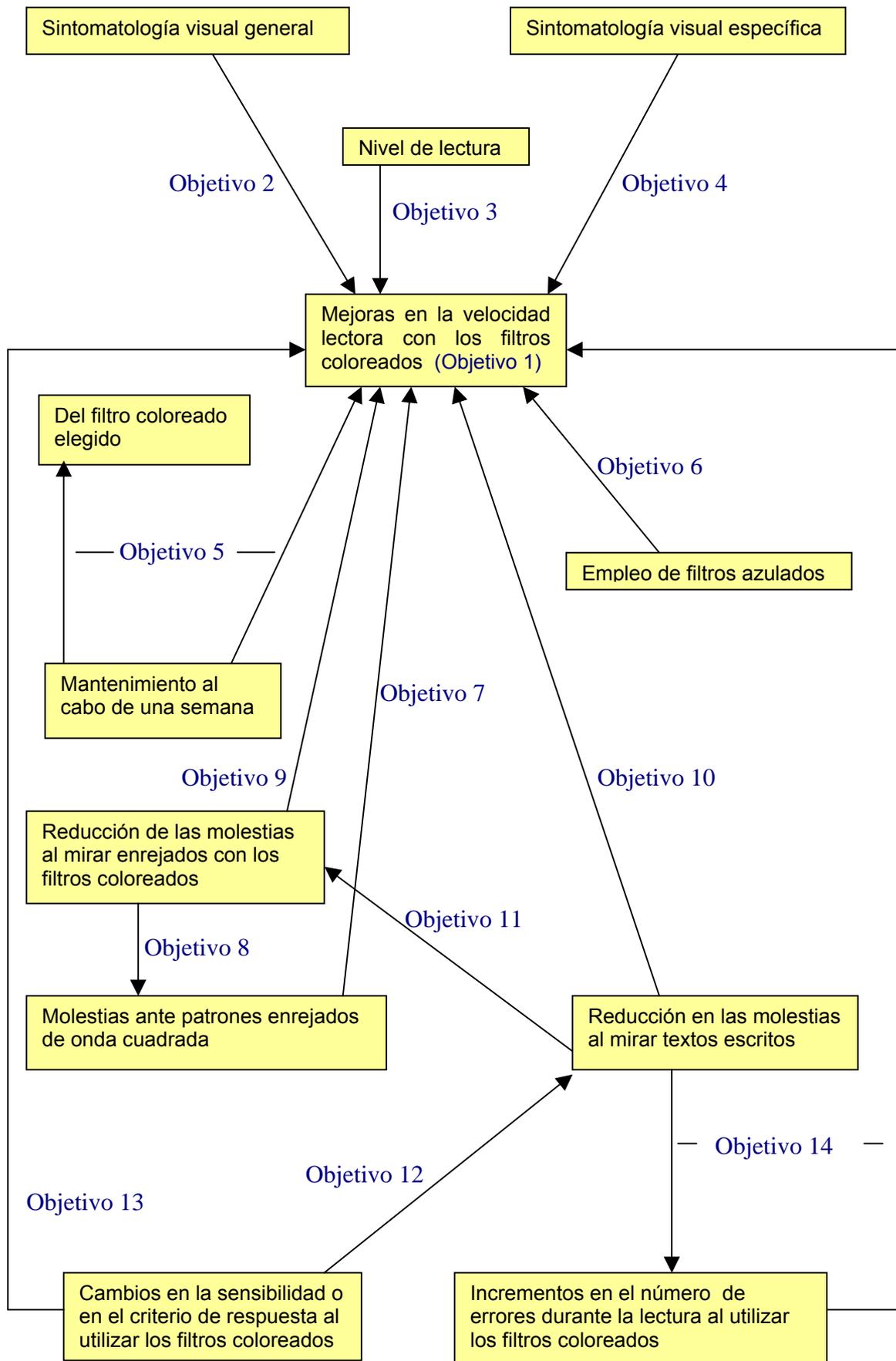


Figura 10. Relaciones que se desean estudiar con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación

METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

1. SUJETOS

La muestra invitada a nuestro estudio estuvo formada por 165 alumnos; 103 chicos y 62 chicas, de 1º, 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria del Instituto Luis García Berlanga de San Juan de Alicante que se reclutaron entre el 10 de noviembre de 2004 y el 15 de enero de 2005. Las pruebas fueron realizadas entre el 16 de enero y el 30 de mayo de 2005. Los alumnos pertenecían en su mayoría a familias con un nivel socioeconómico medio-alto, según consta en el Proyecto Educativo del Centro.

Antes de comenzar el estudio, informamos a los padres de los alumnos de la investigación que íbamos a realizar y obtuvimos la aprobación verbal de la Asociación de Madres y Padres de Alumnos del centro. Además, obtuvimos por escrito la aprobación del Consejo Escolar y de la Comisión de Coordinación Pedagógica del centro educativo.

En todos los alumnos de la muestra invitada calculamos el nivel de Inteligencia General (IG), realizamos un chequeo visual, conseguimos información del Departamento de Orientación del Instituto y obtuvimos una puntuación directa del número de síntomas visuales presentes en los alumnos.

El nivel de IG se obtuvo mediante la prueba de Inteligencia General Factorial de Yuste (2002). Para realizar el chequeo visual se seleccionaron las pruebas que aparecen recogidas en la Tabla 6. La recogida de datos con el Biotop Vision Test se realizó siguiendo las indicaciones proporcionadas por el fabricante (Stereoptical, Inc.) mientras que para realizar el resto de pruebas se utilizaron los procedimientos descritos por Carlson (1994).

El chequeo visual de los alumnos permitió excluir, en una fase posterior del estudio, a los alumnos que se alejaban en más de una desviación típica de los valores esperados para su edad en alguna de las variables de la función visual medidas en el presente estudio. A todos los alumnos participantes (165 en total) se les entregó un informe escrito con los resultados obtenidos y se les recomendó que acudieran a su optometrista y oftalmólogo una vez al año para que les realizara una revisión en mayor profundidad. También se descartó la posible presencia de aniseiconías o anisometropías con el fin de eliminar de la muestra participante final a

los alumnos con una diferencia en la compensación esférica o cilíndrica en gafas o lentes de contacto superior a 2 dioptrías entre ambos ojos.



Figura 11. Fotografía de los alumnos del IES Luis García Berlanga realizando la prueba IGF (Yuste, 2002)

En el Departamento de Orientación del centro educativo, recogimos información de cada alumno sobre: su rendimiento académico, sus antecedentes familiares y sobre si habían detectado algún trastorno de personalidad o de conducta que pudiera afectar a la fiabilidad de los datos obtenidos. Al tener en cuenta toda esta información pretendíamos descartar, antes de analizar los datos, la posibilidad de que algún problema psicológico o familiar pudiera interferir en los resultados del estudio.



Figura 12. Fotografía de los alumnos del IES Luis García Berlanga contestando el Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006)

Por otro lado, evaluamos los síntomas visuales de los alumnos (ver Figura 12) mediante un Inventario de Síntomas Visuales asociados a los problemas de lectura (ISV; Vidal, 2006). Con esta prueba obtuvimos una puntuación directa de la cantidad de síntomas visuales asociados a la lectura de cada sujeto, que más tarde fue transformada en puntuaciones centiles. A partir de los resultados de los alumnos de nuestra muestra inicial en esta prueba, formamos dos grupos:

- a) Alumnos con pocos síntomas visuales (PSV), que correspondía a los alumnos que tenían una puntuación centil inferior a 25 y
- b) Alumnos con muchos síntomas (MSV), que correspondía a los alumnos que tenían una puntuación centil superior a 75.

Cada uno de estos grupos quedó formado inicialmente por 41 alumnos, descartándose los 83 alumnos que obtuvieron puntuaciones entre los centiles 25 y 75 en la prueba aplicada.

En ambos grupos (PSV y MSV) aplicamos los criterios de exclusión que aparecen reflejados en la Tabla 3. Los alumnos remitidos al especialista por sospechar que pudieran tener problemas visuales fueron eliminados de los grupos definitivos (8 alumnos en total). También descartamos la inclusión de otros alumnos por diferentes motivos:

- a) Por presentar algún tipo de anomalía cromática (1 alumno).
- b) Por ser alumnado de procedencia extranjera con poco conocimiento del castellano (10 alumnos).
- c) Por presentar un trastorno de conducta y de personalidad (1 alumno).
- d) Por haber abandonado sus estudios antes de que concluyera esta investigación (1 alumno).

Tabla 3. *Criterios de exclusión empleados para descartar a los alumnos con problemas visuales, psicológicos o familiares de la muestra definitiva*

<p>Puntuaciones alejadas en más de una desviación típica de los valores esperados para su edad en:</p> <p>Agudeza visual</p> <p>Ametropías sin compensar</p> <p>Desviaciones latentes de los ejes visuales (heteroforias)</p> <p>Valores de reservas fusionales positivas y negativas (tanto en visión de lejos como en visión próxima)</p> <p>Pruebas de acomodación</p>
<p>Presencia de estrabismo</p>
<p>Diferencia de graduación esférica o cilíndrica entre ambos ojos superior a 2 dioptrías</p>
<p>Deficiencias cromáticas</p>
<p>Problemas familiares o de integración escolar severos, valorados por el Departamento de Orientación del centro</p>
<p>Problemas de comunicación (escaso conocimiento del español)</p>
<p>Presencia de trastornos de personalidad o conducta detectados por el Departamento de Orientación del centro</p>
<p>Abandono de la escolarización durante la realización de las pruebas</p>

Los dos grupos de alumnos que finalmente participaron en este estudio estuvieron formados por 30 (grupo PSV) y 31 (grupo MSV) alumnos respectivamente. Las características principales de cada grupo, obtenidas mediante las distintas pruebas realizadas, aparecen en la Tabla 4.

Tabla 4. *Género de los alumnos participantes, medias (mínimos y máximos) de la edad, media de las puntuaciones directas en el Inventario de Síntomas Visuales (ISV) y valores medios de Inteligencia General calculados mediante la prueba IGF (Inteligencia General y Factorial) de los alumnos de ambas muestras. Grupo PSV: grupo de alumnos con pocos síntomas visuales; Grupo MSV: grupo de alumnos con muchos síntomas visuales.*

	Grupo PSV	Grupo MSV	p
Género ^a	Varones = 19 Mujeres = 11	Varones = 20 Mujeres = 11	0,58
Edad (en meses) ^b	157,17 (145-178)	158,26 (144-185)	0,80
Síntomas visuales ^a	2,63 (0-4)	17,94 (13-29)	<0,001
Inteligencia General ^b	101,30 (76-133)	83,74 (58-121)	<0,001

*P < 0.001 (bilateral)

^at de Student para muestras independientes

^bU de Mann-Whitney para muestras no-paramétricas independientes

Como se puede ver en la columna “p” de la Tabla 4 en la que se recoge el nivel de probabilidad alcanzado por la prueba estadística para comparar los grupos participantes en el experimento, ambos grupos estuvieron igualados en las variables género y edad, mientras que diferían significativamente en la cantidad de síntomas visuales que presentaban. Los grupos también mostraron diferencias significativas en su nivel de Inteligencia General: los alumnos con muchos síntomas visuales (grupo MSV) tuvieron una Inteligencia General media significativamente menor que los alumnos con pocos síntomas visuales ($p < 0.001$).

Como se verá en el apartado de *Instrumentos, Aparatos y Estímulos*, los valores de Inteligencia General se obtuvieron al promediar diferentes habilidades intelectuales medidas con una prueba de inteligencia. En esta investigación se utilizó el cálculo de un valor de Inteligencia General y Factorial (Yuste, 2002) que permitió obtener, además de una puntuación de Inteligencia General (IG), puntuaciones de diferentes factores cognitivos de segundo grado (factor verbal, factor numérico, factor espacial y razonamiento lógico) y puntuaciones directas de rendimiento en diferentes tareas (analogías verbales, completar oraciones, series numéricas, problemas numéricos, matrices lógicas y encajar figuras).

Las diferencias significativas en inteligencia entre los grupos PSV y MSV (ver Tabla 5) se produjeron en el valor de Inteligencia General, en todos los factores de segundo grado y en casi todas las tareas cognitivas realizadas por los alumnos. La única tarea en la que no hubo diferencias significativas entre ambos grupos fue en la de encajar figuras, obteniendo el grupo MSV puntuaciones más bajas que el grupo PSV que mostraba una tendencia a la significatividad ($p = 0.09$). Por lo tanto, las diferencias en inteligencia entre ambos grupos de alumnos no fueron específicas de una o varias tareas, sino que fueron generalizadas. Dado que los distintos niveles de inteligencia entre ambos grupos podían producir diferencias en la ejecución de las tareas que no fueran un efecto directo del empleo de filtros para la lectura, en el análisis de los resultados se utilizó como covariable las puntuaciones de Inteligencia General.

Se puede ver en la Tabla 5 que había algunos alumnos (en concreto 4) en el grupo MSV que tenían puntuaciones de Inteligencia General muy bajas (por debajo de 70). Al contrastar nuestra información con el Departamento de Orientación del centro, se vio que dichos alumnos no reunían el resto de requisitos necesarios para ser clasificados como alumnos con ligero retraso mental, por lo que los resultados parecían deberse a su bajo rendimiento académico o a que mostraran una baja motivación para realizar las pruebas. Como las variaciones en la motivación de los

alumnos al llevar los filtros coloreados podía aportar información relevante para nuestro estudio, se decidió no eliminar a estos alumnos de la muestra participante. Además, la media en puntuaciones de Inteligencia General en el grupo con MSV estuvo alejada en más de una desviación típica de los valores esperados para su edad. Por lo tanto, al menos en nuestra muestra participante hubo una fuerte relación entre sintomatología visual asociada a la lectura y nivel de inteligencia. Sin embargo, el estudio de las causas de esta asociación se alejaba de los objetivos del presente trabajo y se dejó para investigaciones posteriores. En nuestra investigación únicamente tomamos la precaución de utilizar la Inteligencia General como covariable para evitar que el nivel de inteligencia afectara a la validez de los resultados.

Tabla 5. Puntuaciones centil medias (y desviaciones típicas) de la Inteligencia General, factores de segundo orden y tareas cognitivas realizadas por los alumnos en la prueba de inteligencia IGF (Inteligencia General y Factorial)

	Grupo PSV	Grupo MSV	Diferencia de medias
Inteligencia General ^a	61,00 (28,36)	30,42 (27,25)	30,58***
Factor verbal ^a	53,53 (27,74)	28,29 (26,23)	25,24 ***
Factor numérico ^a	66,43 (25,14)	35,00 (23,04)	31,43***
Factor espacial ^a	60,20 (28,27)	40,42 (31,52)	19,78*
Razonamiento lógico ^a	56,70 (30,20)	30,16 (29,14)	26,54**
Analogías verbales ^a	50,03 (28,86)	29,42 (27,96)	20,61**
Completar oraciones ^a	65,43 (24,27)	38,65 (26,18)	26,78***
Series numéricas ^a	68,77 (25,46)	37,94 (29,02)	30,83***
Problemas numéricos ^a	65,00 (24,42)	40,90 (26,90)	24,10*
Matrices lógicas ^b	57,93 (31,21)	35,58 (30,34)	22,35**
Encajar figuras ^a	63,53 (26,57)	49,94 (31,19)	13,59

*P < 0.05 (bilateral) **P < 0.01 (bilateral) ***P < 0.001 (bilateral)

^a U de Mann-Whitney para muestras no-paramétricas independientes

^b t de Student para muestras independientes

Para comprobar si ambos grupos de alumnos eran equivalentes en cuanto a su funcionamiento visual, realizamos un contraste de medias teniendo en cuenta las puntuaciones obtenidas en la revisión visual que se había realizado a los alumnos antes de comenzar la fase experimental (ver Tabla 6). Los resultados mostraron que ambos grupos presentaban unos valores de agudeza visual (número de letras leídas en los optotipos de visión de lejos y visión de cerca del Biotop Vision Test), ametropías, forias horizontales, reservas fusionales y amplitud de acomodación muy similares. El único valor que mostró diferencias significativas entre ambos grupos fue la rotura de la reserva fusional negativa en visión de lejos (ver Tabla 6). Sin

embargo, era muy poco probable que las diferencias entre ambos grupos en este valor pudieran explicar las diferencias de síntomas entre ellos por dos motivos:

a) Los alumnos con problemas en la visión binocular asociados a las bajas reservas negativas en visión de lejos suelen presentar, entre otros, valores altos de endoforia en visión de lejos; sin embargo, este resultado no se encontró en nuestra muestra,

b) Los alumnos sintomáticos (grupo MSV) fueron precisamente los que tenían los valores de rotura de la reserva fusional negativa más altos, y

c) Los valores de reserva fusional negativa fueron encontrados solamente en visión de lejos, mientras que la lectura es una actividad que se desarrolla principalmente en visión próxima, por lo que estos valores anómalos en visión de lejos no eran relevantes para nuestro estudio.

Por lo tanto, se puede concluir que los alumnos de ambos grupos estaban prácticamente igualados en las variables de la función visual medidas en este estudio, y que no era probable que las diferencias que se pudieran encontrar en la lectura entre ambos grupos se debieran a ningún problema asociado a la función visual.

Tabla 6. *Medias ± desviaciones típicas de la agudeza visual, diferentes parámetros relacionados con las ametropías, la binocularidad y la acomodación de los alumnos en los grupos con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV).*

	Grupo PSV	Grupo MSV	Diferencia de medias
Agudeza visual (letras leídas correctamente con el <i>Bioptor Vision Test</i> de Stereo Optical) ^{1,2}			
AV en visión de lejos – OD ^b	22,50 ± 7,27	23,52 ± 5,40	-1,02
AV en visión de lejos – OI ^b	22,40 ± 7,00	23,48 ± 6,05	-1,08
AV binocular en visión de lejos ^b	26,23 ± 5,81	26,97 ± 3,95	-0,74
AV en visión de cerca – OD ^b	23,93 ± 2,57	22,94 ± 3,50	0,99
AV en visión de cerca – OI ^b	23,87 ± 3,08	23,61 ± 3,84	0,26
AV binocular en visión de cerca ^b	24,90 ± 2,56	24,39 ± 2,88	0,51
Ametropías (en dioptrías)			
¿Lleva gafas o lentes de contacto?	Sí = 7 No = 23	Sí = 11 No = 20	
Rx habitual OD ^b (esfera)	-0,48 ± 1,50	-0,04 ± 1,14	-0,44
Rx habitual OD ^b (cilindro)	-0,05 ± 0,20	-0,13 ± 0,48	0,08
Rx habitual OI ^b (esfera)	-0,48 ± 1,72	-0,16 ± 1,24	-0,32
Rx habitual OI ^b (cilindro)	-0,05 ± 0,14	-0,11 ± 0,44	0,06
Autorrefractómetro - OD ^a (esfera)	-0,88 ± 1,72	-0,05 ± 1,40	-0,83
Autorrefractómetro - OD ^b (cilindro)	-0,32 ± 0,15	-0,41 ± 0,36	0,09
Autorrefractómetro - OI ^b (esfera)	-0,75 ± 1,74	-0,19 ± 1,31	-0,56
Autorrefractómetro - OI ^b (cilindro)	-0,34 ± 0,28	-0,44 ± 0,42	0,10
Retinoscopía - OD ^b (esfera)	-0,35 ± 1,63	0,46 ± 1,61	-0,81
Retinoscopía - OD ^b (cilindro)	-0,23 ± 0,32	-0,41 ± 0,42	0,18
Retinoscopía - OI ^b (esfera)	-0,30 ± 1,86	0,21 ± 1,41	-0,51
Retinoscopía - OI ^b (cilindro)	-0,28 ± 0,28	-0,44 ± 0,36	0,16
Forias horizontales (BI: base interna; BE: base externa)			
Foria horizontal en visión de lejos ^a (Puntuaciones directas con el <i>Bioptor Vision Test</i> ; valores esperados=5±2) ³	5,10 ± 1,92	5,52 ± 2,61	-0,42
Foria horizontal en visión de cerca ^a (Puntuaciones directas con el <i>Bioptor Vision Test</i> ; valores esperados=5±2) ³	5,97 ± 1,45	6,19 ± 2,09	-0,22
Foria horizontal en visión de lejos ^b (Medidas con barras de prismas; BI; valores esperados=1±2) ⁴	0,63 ± 2,06	0,18 ± 4,63	0,45
Foria horizontal en visión de cerca ^b (Medidas con barras de prismas; BI; valores esperados=3±3) ⁴	1,58 ± 2,65	2,71 ± 4,89	-1,13
Reservas fusionales (en dioptrías prismáticas; BI: base interna; BE: base externa)			
Positiva en visión de lejos-rotura ^a (BE; valores esperados=18±7) ⁵	18,97 ± 8,53	22,07 ± 15,39	-3,1
Positiva en visión de lejos-recobro ^a (BE; valores esperados=11±5) ⁵	10,30 ± 5,70	10,67 ± 5,05	-0,37
Negativa en visión de lejos-rotura ^a (BI; valores esperados=7±2) ⁵	8,87 ± 3,27	13,45 ± 12,87	-4,58*
Negativa en visión de lejos-recobro ^b (BI; valores esperados=5±2) ⁵	4,37 ± 2,34	5,90 ± 4,25	-1,53
Positiva en visión de cerca-rotura ^b (BE; valores esperados=16±9) ⁵	12,60 ± 6,79	14,23 ± 11,79	-1,63
Positiva en visión de cerca-recobro ^b (BE; valores esperados=12±7) ⁵	7,70 ± 5,23	8,16 ± 7,98	-0,46
Negativa en visión de cerca-rotura ^b (BI; valores esperados=10±3) ⁵	8,77 ± 5,94	9,39 ± 5,17	-0,62
Negativa en visión de cerca-recobro ^b (BI; valores esperados=7±3) ⁵	5,43 ± 4,60	4,84 ± 3,93	0,59
Punto próximo de convergencia (centímetros) ^b (valores esperados=4,5±2,9) ⁵	3,89 ± 4,18	4,98 ± 7,42	-1,09
Acomodación (en dioptrías; valores esperados=13,67) ⁶			
Amplitud de acomodación por acercamiento-OD ^a	15,46 ± 5,83	13,33 ± 5,61	2,13
Amplitud de acomodación por acercamiento-OI ^a	15,26 ± 4,83	12,82 ± 5,47	2,44

*P < 0.01 (bilateral) ^aU de Mann-Whitney para muestras no-paramétricas independientes ^bt de Student para muestras independientes

¹ Los valores de agudeza visual con el *Bioptor Vision Test* en visión de lejos están comprendidos entre 0 (valor mínimo) y 30 (valor máximo)

² Los valores de agudeza visual con el *Bioptor Vision Test* en visión de cerca están comprendidos entre 0 (valor mínimo) y 27 (valor máximo)

³ Los valores de ortoforia tanto en visión de lejos como en visión próxima con el *Bioptor Vision Test* corresponden, según el fabricante, al número 8. Sin embargo, en una revisión reciente (Sobrado y Vidal, 2005) hemos comprobado que los valores medios de la población escolar española obtenía valores comprendidos entre 3 y 7 (media=5, desviación típica=2).

⁴ Valores esperados obtenidos de Scheiman y Wick (1996)

⁵ Valores esperados para 12 años de edad obtenidos de Jiménez, Pérez, García y González (2004)

⁶ Valores esperados aplicando la fórmula de Hoffstetter (amplitud de acomodación=18-1/3*edad) para una edad de 13 años

2. INSTRUMENTOS, APARATOS Y ESTÍMULOS

Para la depuración de la muestra participante en nuestro estudio se utilizaron dos pruebas estandarizadas:

- a) Inteligencia General Factorial (Yuste, 2002; Figura 13).
- b) Inventario de Síntomas Visuales relacionados con la lectura (Vidal, 2006; Figura 14).

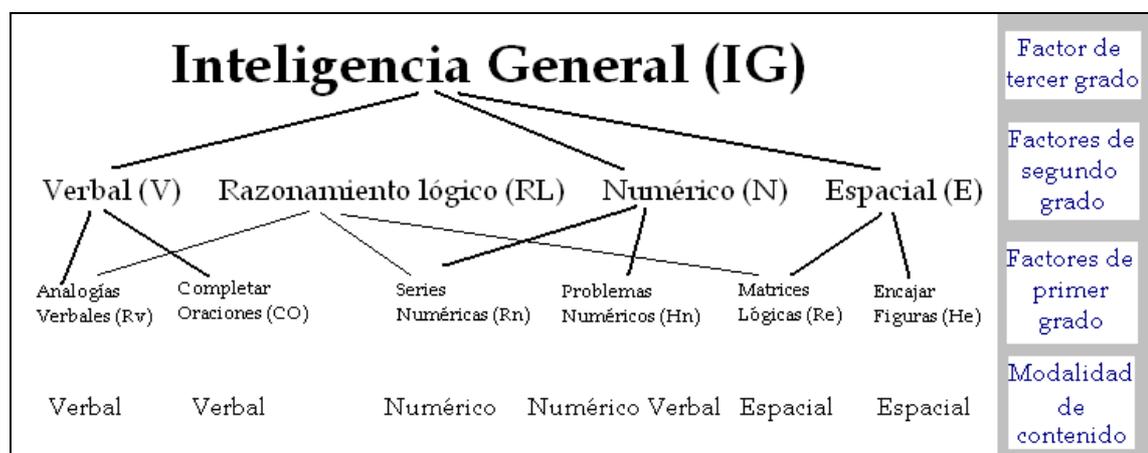


Figura 13. Estructura del IGF (Yuste, 2002)

A lo largo de nuestro estudio experimental, se utilizó la prueba 4 de la batería estandarizada de lectura de palabras y pseudopalabras (PROLEC-SE, Ramos y Cuetos, 1999) de la que se extrajeron algunos de los elementos necesarios para las cuatro pruebas de lectura que empleamos para evaluar la calidad de la velocidad lectora de los alumnos. En concreto, nuestras cuatro pruebas consistieron en:

- a) Dos listas de palabras (Figura 15)
- b) Dos listas de pseudopalabras (Figura 16)
- c) Un texto inductor de estrés visual (Figura 17) y
- d) Una presentación de estímulos visuales utilizando el paradigma de la Teoría de la Detección de Señales (Figura 18)

INVENTARIO DE SÍNTOMAS VISUALES relacionados con la lectura
(Por Joaquín Vidal López)

Nombre y apellidos: _____ Curso: _____
 Día: _____ Hora: _____ Fecha de nacimiento: _____ Lleva gafas o
 lc? _____ Graduación _____ Fecha aproximada de la última
 revisión _____

	Sí	A veces	No
1. Me canso cuando llevo un rato mirando de cerca			
2. Me duele la cabeza cuando llevo un rato leyendo			
3. Veo borroso cuando intento leer			
4. Cuando leo, veo doble			
5. En mi familia hay personas que tienen dolores de cabeza a menudo			
6. Cuando leo, me lloran los ojos			
7. Me cuesta concentrarme cuando empiezo a leer			
8. Cuando leo, noto que se mueven las letras, las palabras o las líneas			
9. Cuando leo, me da sueño			
10. Cuando llevo un rato leyendo, me cuesta más comprender			
11. Leo demasiado lento			
12. Creo que tuerzo un ojo al leer			
13. Cierro un ojo para ver mejor			
14. Me mareo cuando voy en coche			
15. Siento tensión en los ojos cuando estoy mirando algo durante un rato			
16. Cuando estoy leyendo un rato, me distraigo con facilidad			
17. Me acerco o alejo mucho para leer			
18. Debo mover la cabeza para poder leer			
19. Me pierdo cuando estoy leyendo			
20. Cuando leo, me salto algunas palabras o líneas			
21. Me resulta difícil copiar de la pizarra			
22. Me parecen muy difíciles las matemáticas			
23. Me duele la cabeza a menudo			
24. Siento dificultad para mirar de la pizarra a la libreta o al revés			
25. Me molesta mucho la luz			
26. Siento que me arden los ojos al leer			

Figura 14. Cuestionario utilizado para obtener los síntomas visuales de los alumnos (ISV; Vidal, 2006)

Cada lista de palabras (Figura 15) y pseudopalabras (Figura 16) estuvo formada por 40 elementos extraídos de las pruebas de evaluación de los procesos

lectores: Evaluación de los procesos lectores en alumnos de tercer ciclo de Educación Primaria y en alumnos de Educación Secundaria (PROLEC-SE; Ramos y Cuetos, 1999) y la Batería de evaluación de los procesos lectores de los niños de educación primaria (PROLEC; Cuetos, Rodríguez y Ruano, 1998). Las palabras y pseudopalabras se distribuyeron en las listas de manera que:

- a) No estuvieran repetidas
- b) Hubiera el mismo número de palabras (o pseudopalabras) largas y cortas en cada una de las listas
- c) Hubiera el mismo número de palabras muy frecuentes y poco frecuentes en cada lista y
- d) Hubiera el mismo número de palabras o pseudopalabras con sílabas complejas (formadas por consonante-consonante-vocal, consonante-consonante-vocal-consonante o consonante-vocal-vocal-consonante) en cada una de las listas.

1ª Lista de palabras				2ª Lista de palabras			
grano	olmo	fuelle	revolución	salto	boca	cuervo	calavera
pueblo	tronco	libre	primavera	fuerza	trabajo	embarcadero	vena
tierra	duende	cabalgata	junco	prisa	pensamiento	doble	aterrizaje
culpa	este	molde	orificio	cristal	par	vientre	humanidad
viaje	pierna	suave	perspectiva	planta	sol	leñoso	latifundio
droga	arco	arbitrario	miga	tarta	vid	conversación	acto
grande	disco	evolución	imaginación	piedra	longaniza	triste	siervo
siempre	ancho	grava	manzanilla	isla	problema	actor	experiencia
clase	fuego	universidad	pegajoso	gente	flan	crisis	azabache
blando	viento	juicio	individuo	pluma	narración	cofres	rosal

Figura 15. Listas de palabras utilizadas en la primera prueba de lectura

Cada lista de 40 palabras se presentó impresa en tinta negra sobre papel blanco (impresora Epson Stylus Color 680, impresión en blanco y negro de calidad). Las palabras o pseudopalabras de cada lista se presentaron en una matriz formada por 4 columnas y 10 filas. La separación entre columnas fue de 3.5 centímetros y la separación entre filas fue de 3 líneas (Figuras 15 y 16). El tipo de letra utilizado fue Times New Roman, tamaño 12, minúsculas, alineado a la izquierda.

1ª Lista de pseudopalabras				2ª Lista de pseudopalabras			
gralo	olto	clasichofa	criscol	salfo	tropenio	tugo	caropeto
pueclo	trondo	grafelina	tronfa	fuerpa	abatelación	flapa	roferola
tiella	duenje	sipa	grisdalejo	priga	gratlamorio	plascasida	claso
culsado	esbetar	nujarelo	pritosado	crispal	joz	prino	peta
viadera	pierta	lanejado	grafel	planca	pel	trondosica	llarenaje
droma	arfoneo	flaperodo	nuja	tarba	flen	fuercho	puendorelo
granse	dispo	ladesafo	cadona	piegra	neca	llaje	sijapecca
siendre	ampo	barename	rofos	ischa	dol	racosijo	tusomigo
claje	fueco	grisque	raco	gense	pajoniza	fuercarelo	uense
blanso	vienfo	criscolama	plasco	pluca	majento	bane	petesaran

Figura 16. Listas de pseudopalabras utilizadas en la segunda prueba de lectura

La prueba de lectura que denominamos *texto inductor de estrés visual* (Figura 17) estuvo formada por un texto sin sentido de 340 palabras distribuidas en 21 líneas. Las palabras utilizadas se distribuyeron al azar dentro del texto, todas tenían sentido y fueron muy similares (casa, cama, caja, cana, cata, cava, cada y cara; Figura 17). Elegimos palabras que tuvieran la misma duración y forma global, de manera que el sujeto debiera mantener durante más tiempo la atención en el texto para distinguir unas palabras de las otras. Además, modificamos las características del texto para que resultara especialmente molesto: tipografía Times New Roman, tamaño 10.5, negrita, espacio entre caracteres comprimido 1.2 puntos,

alineación justificada, espaciado anterior y posterior de 0 puntos, interlineado exacto de 9 puntos, seleccionando únicamente la opción “conservar líneas juntas” (ver la Figura 17). Las características morfológicas y tipográficas del texto (líneas y letras muy juntas) lo hacían especialmente incómodo de leer, por lo que era razonablemente previsible que las molestias visuales aparecieran antes que al utilizar un texto convencional (Bouldoukian y cols., 2002; Wilkins, 1993; Wilkins, 1995; Wilkins y Lewis, 1999; Wilkins y Nimmo-Smith, 1984; Wilkins y cols., 1984; Wilkins y cols., 1992; Wilkins, Jeanes, Pumfrey y Laskier, 1996; Wilkins y cols., 2004).

cama capa cana caja cara cava capa cama cada cana cara casa cama caja casa
cama cana casa cara caja cada cara cata casa cana casa cata cama capa casa
caja capa cata caja casa cata casa capa cana cata caja cava capa caja cada cama capa
cava caja cata cana casa cata cava cana cada cata capa caja cana casa cada cana
capa caja cata capa casa cava capa casa cana capa caja cava capa cama cada capa
cada cama capa cava caja cata cana casa capa casa cada cata cama cata capa caja
cava casa cana cata cana cava capa cama cada capa cama cara capa cana capa cara
cava capa casa cana casa cara cama cada cara cana casa cana casa cata caja capa
cata casa caja capa cata casa cata casa capa cana cata caja cava capa caja cada casa
cana cana casa cata capa cava casa capa casa cana cata caja cava capa casa cada capa
caja cava casa cana cata caja cava capa cama cada capa caja cana casa cama casa
cana casa cara caja cada cara cata casa cana casa cata caja capa cata casa caja capa
cana caja casa cata casa capa cana cama caja cava capa caja capa casa cada cana
cana casa cara cana casa cata cana casa cara caja cada cara cata casa caja cana casa
cana caja capa cama casa caja capa cara casa cata casa capa cana cata caja cava
capa caja cana cata caja cava capa cana cada capa caja cava capa cama cada capa
cada cama capa cava capa cama cana casa capa casa cada cama casa caja capa cara

Figura 17. *Texto inductor de estrés visual utilizado en este trabajo*

La cuarta prueba de lectura (llamada TDS en la presente investigación; Figura 18) consistió en una presentación de estímulos visuales que se basaba en el paradigma experimental de la Teoría de la Detección de Señales (TDS). Para llevarla a cabo utilizamos una aplicación informática desarrollada previamente (Vidal, Sobrado, Vargas y Muiños, 2006) que consistía en dos presentaciones elaboradas con el programa *Easy GIF Animator*, en la que se repetía 60 veces la misma secuencia (ver Figura 18). Las contestaciones de cada sujeto fueron registradas en una plantilla y analizadas más tarde con el programa de análisis de datos EXPER (Reales y Ballesteros, 1997a y b).

Todos los estímulos empleados en la prueba TDS se presentaron en un ordenador portátil (AIRIS; Infinity System, S.L.; NO 200, AMD Processor) con pantalla TFT de 15 pulgadas.

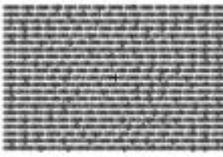
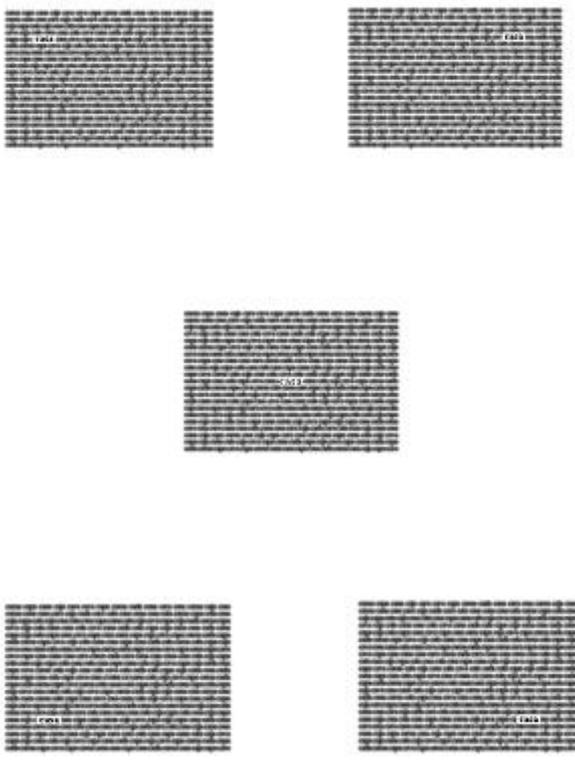
<p>1º Pantalla con un texto al que se le ha aplicado un filtro Gabor que ha eliminado las altas frecuencias espaciales y que tiene una cruz central que sirve de punto de fijación. t = 5000 ms</p>	
<p>2º Pantalla con el mismo texto, pero con una palabra a la que no se le ha realizado el filtrado espacial, que puede aparecer en cinco posiciones diferentes. La palabra puede ser: caja, cana, cara o casa. t = 250 ms</p>	
<p>3º Estímulo enmascarador formado por trazos irregulares t = 250 ms</p>	
<p>4º Pregunta. El sujeto debe contestar "sí" o "no". t = 5000 ms</p>	<div data-bbox="957 1758 1268 1960" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>La palabra que has visto, ¿era "casa"?</p> </div>

Figura 18. *Secuencia temporal de la presentación utilizada en la prueba utilizada que aplica la Teoría de la Detección de Señales*

En la realización de todas las pruebas de lectura, para obtener las variables dependientes de nuestro estudio se utilizaron distintos filtros coloreados pertinentemente elegidos por el alumno.

Tabla 7. *Transmisiones medias de los filtros y número de alumnos que eligieron cada filtro en los dos grupos PSV y MSV*

	Transmisión media (en %)	Grupo PSV	Grupo MSV
Amarillo	95,72	3	8
Azul A	77,92	3	3
Azul AZ	52,26	2	1
Frambuesa	79,08	0	0
Lila A	86,56	5	3
Malva	69,56	0	0
Naranja A	88,36	1	0
Naranja	74,89	0	3
Rosa A	88,65	1	1
Rosa B	64,93	1	0
Turquesa A	88,55	14	12
Verde A	84,85	0	0
Cristal	96,67%	0	0
Transmisión media de los filtros por grupos ¹		84.66%	86.69%

¹ Las diferencias en transmisión media de los filtros elegidos por ambos grupos no resultaron significativas ($t = -0,80$, $gl=59$, $p=0,43$).

Los filtros coloreados que se emplearon en este estudio eran de la empresa “Panóptica” (Panóptica Dely Orgaz, S.L.; Óptica profesional; Barcelona-España) y producían diferentes transmisiones de luminancia que iban de 52.26% la más baja a 95.72% la más elevada (ver Tabla 7), por lo que se podían utilizar en espacios cerrados con iluminación media. Las medidas de control se llevaron a cabo con una lente del mismo material que el resto pero carente de coloración, denominada “cristal” por la casa comercial “Panóptica” que se encarga de distribuirlos (ver Figura 19), aunque nosotros lo denominaremos, a partir de ahora, “filtro transparente”.

 Rosa A	 Rosa B	 Frambuesa	 Malva	 Amarillo
 Naranja A	 Naranja	 Azul A	 Azul AZ	 Lila
	 Verde A	 Turquesa	 Cristal	

Figura 19. Colores utilizados en el presente trabajo

Las lentes coloreadas fueron recortadas y montadas en unos *flippers* que consistían en unos aros de plástico de 37 mm de diámetro que llevaban un mango que permitía sostener las lentes delante de ambos ojos con facilidad.

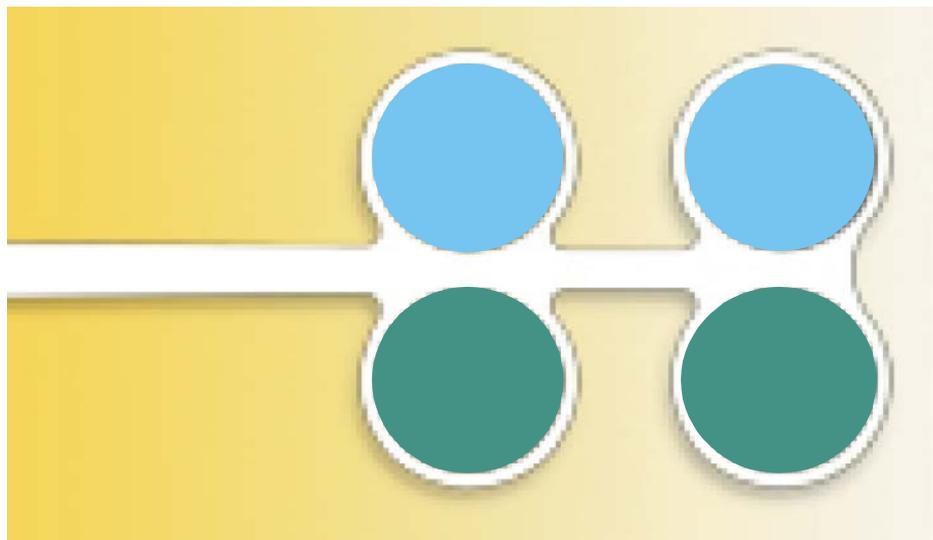


Figura 20. Lentes coloreadas montadas en unos *flippers*.

Estos filtros coloreados fueron utilizados también para mirar tres patrones enrejados de onda cuadrada. Dichos patrones enrejados estaban formados por

líneas paralelas de colores blanco y negro (Ver Figura 21) que se presentaron cada uno de ellos en una lámina de papel blanco.

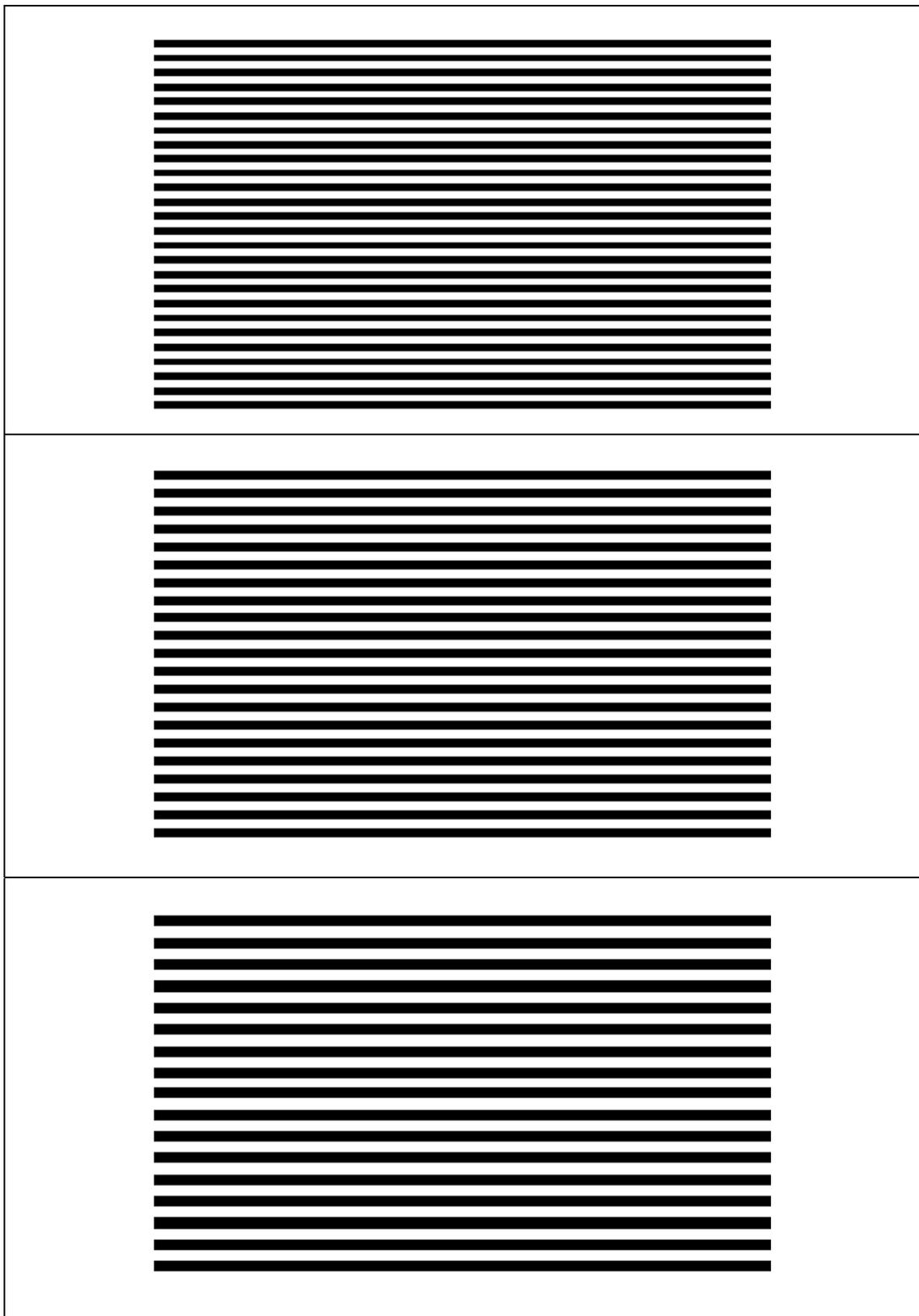


Figura 21. Patrones enrejados de onda cuadrada utilizados para comprobar el grado de molestia de los alumnos ante patrones repetitivos y su variación al utilizar filtros coloreados

3. DISEÑO Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Una vez que habíamos realizado las pruebas preliminares [IGF de Yuste (2002), chequeo visual, recogida de información en el Departamento de Orientación, registro de los síntomas visuales], hubimos formado los grupos MSV y PSV, y depuramos la muestra siguiendo los criterios de exclusión de la Tabla 3, pedimos a los alumnos que eligieran los filtros coloreados.

La luminancia media del lugar donde realizamos las pruebas era de 58 cd/m², medida con un fotómetro digital (Nikon Corporation, Ltd.; Tokio-Japón), y para iluminar el material de lectura se utilizaron 4 tubos fluorescentes de 18 vatios situados en el techo de la habitación, colocados a 2.40 metros sobre el material de lectura.

Con el fin de limitar al máximo el efecto placebo al utilizar los filtros coloreados, dijimos a los alumnos que se iba a realizar un estudio sobre la iluminación en las aulas, por lo que al realizar las pruebas desconocían el propósito real de la investigación.

Cuando terminó el estudio, informamos a los alumnos y a los tutores de cada grupo del propósito real de la investigación y de los resultados que cada alumno había obtenido.

Antes de comenzar la tarea experimental, entregábamos al alumno una revista escrita con letra negra sobre fondo blanco y, colocándole los distintos filtros consecutivamente delante de ambos ojos, le pedíamos que eligiera entre los doce colores probados (colección de filtros coloreados de Panóptica, ver Figura 19).

Para la elección del filtro coloreado por parte de los alumnos, seguimos el procedimiento descrito por Griffiths (2003) en el que los alumnos iban probando todos los filtros y dejaban a un lado los que les resultaban más cómodos, hasta que eligieran uno en concreto. Si a algún alumno le resultaba difícil decidirse entre varios, se realizaban comparaciones sucesivas dos a dos hasta que quedaba un único filtro. A continuación, la mitad de los alumnos empezaban a leer la lista de palabras con el filtro elegido, mientras que la otra mitad leían la lista de palabras con la lente control transparente, llamada "cristal", que era una lente del mismo material que el resto, sin ninguna coloración, y del mismo tamaño (diámetro del aro= 37 mm) que las lentes coloreadas. Los que leían la primera lista de palabras con el filtro coloreado, a continuación leían la segunda lista con el filtro transparente o viceversa. El mismo orden de utilización de los filtros se mantenía constante para la lectura de

pseudopalabras, el texto inductor de estrés visual y la presentación elaborada aplicando la Teoría de la Detección de Señales.

Como se puede ver en la Tabla 7, las características de transmisión de los filtros elegidos por ambos grupos (PSV y MSV) fue muy parecida, por lo que ambos estuvieron muy igualados en la luminancia objetiva con la que veían los estímulos.

En la Tabla 8 se muestra el número de alumnos que eligió cada uno de los filtros para la lectura. La mayoría de los alumnos eligieron filtros con tonalidades verde-azuladas (Turquesa A) seguidos de los alumnos que preferían los tonos amarillos o naranjas. Sin embargo, hubo cuatro filtros que no fueron elegidos por ningún alumno, entre ellos el filtro “cristal” o transparente utilizado en este experimento como condición de control.

Tabla 8. *Filtros coloreados elegidos por los alumnos*

Color del filtro	Número de alumnos que lo eligieron
Rosa A	2
Rosa B	1
Frambuesa	0
Malva	0
Amarillo	11
Naranja A	1
Naranja	3
Azul A	6
Azul AZ	3
Lila A	8
Verde A	0
Turquesa A	26
Cristal	0

En todas las pruebas, pedimos a los alumnos que trataran de leer lo más rápidamente posible sin equivocarse. Para registrar el tiempo empleado en la lectura y el número de errores en las tres primeras pruebas utilizamos una grabadora. De esta forma podíamos descontar el tiempo empleado durante los errores de lectura.

También aplicamos la presentación TDS (Vidal y cols., 2006) siguiendo el procedimiento que se muestra en la Figura 18.

A continuación, aplicamos a la muestra participante de 61 alumnos (formada por los alumnos con muchos y con pocos síntomas visuales), la prueba 4 del PROLEC-SE, en la que los alumnos debían leer un texto en voz alta (sin utilizar en esta ocasión ningún filtro), y registramos el tiempo total de lectura siguiendo las instrucciones que aparecían en el manual de aplicación (Ramos y Cuetos, 1999).

También calculamos el grado de molestia asociada a los patrones enrejados de onda cuadrada y su variación al llevar los filtros coloreados. Para ello, preguntamos a los alumnos, en primer lugar, qué nivel de molestia experimentaban al mirar cada uno de los patrones enrejados formados por líneas paralelas de colores blanco y negro (ver Figura 20) utilizando el filtro transparente, y apuntamos las contestaciones de los alumnos en una escala de 1 (muy poca) a 5 (mucho).

A continuación, pedimos a los alumnos que utilizaran el filtro coloreado y volvieran a decir qué grado de molestia sentían al mirar los patrones enrejados de nuevo.

Por último, pedimos a los alumnos que leyeran, durante unos cinco minutos aproximadamente, la revista del Instituto de Secundaria sin ningún filtro y con los filtros coloreados. Los alumnos debían decir si creían que su lectura con los filtros mejoraba o no, contestando en una escala de 1 (nada) a 5 (muchísimo).

Pasada una semana seleccionamos al azar a 16 alumnos de la muestra anterior y les pedimos que volvieran a elegir el filtro con el que veían mejor (siguiendo el mismo procedimiento que en la primera semana). Además, llamamos a los alumnos que más habían mejorado su velocidad lectora con los filtros coloreados (n=9) y les pedimos que leyeran de nuevo el *texto inductor de estrés visual* con el filtro elegido registrando, como la vez anterior, el tiempo empleado en su lectura en ambas condiciones (con el filtro coloreado y con el filtro transparente) y contrabalanceando el orden de utilización de los filtros.

En la Tabla 9 se presenta un resumen del procedimiento experimental utilizado en este trabajo de investigación, los tiempos empleados en las pruebas y el momento en que se realizaron cada una de ellas.

Tabla 9. *Procedimiento experimental utilizado en el presente trabajo y distribución temporal de las pruebas*

Pruebas realizadas		Cuándo se realizaron
<p>Muestra inicial de 165 alumnos a los que se aplicó:</p> <p>Una prueba de inteligencia (IGF, Yuste, 2002). Tiempo empleado: 50 minutos</p> <p>Chequeo visual. Tiempo empleado: 25 minutos</p> <p>Recogida de información del Departamento de Orientación</p> <p>Inventario de Síntomas Visuales asociados a la lectura (Vidal, 2006). Tiempo: 5 minutos</p>		En varios días
<p>Formación de dos grupos de alumnos</p> <p>(y eliminación de la muestra final de los alumnos que presentaban algún criterio de exclusión):</p> <p>Alumnos con muchos síntomas visuales (MSV; n=31)</p> <p>Alumnos con pocos síntomas visuales (PSV; n=30)</p>		En varios días
<p>Elección del filtro coloreado (Griffiths, 2003) y realización de las siguientes pruebas con un filtro transparente y con el filtro de color elegido por el alumno:</p> <p>Lectura de palabras (2 listas de 40 palabras cada una)</p> <p>Lectura de pseudopalabras (2 listas de 40 pseudopalabras cada una)</p> <p>Lectura de un <i>texto inductor de estrés visual</i> (TIEV; 340 palabras con la tipografía modificada para hacer la lectura especialmente molesta)</p> <p>Prueba de la Teoría de la Detección de Señales</p>		Todas estas pruebas se realizaron en una única sesión que duró aprox. 1 hora
<p>Aplicación a todos los alumnos de la muestra participante (n=61) de la prueba 4 del PROLEC-SE</p> <p>(Ramos y Cuetos, 1999)</p>		
<p>Pregunta sobre el grado de molestia al mirar 3 patrones enrejados de onda cuadrada con el filtro transparente</p>	<p>Contestaciones posibles de los alumnos:</p> <p>1. Muy poca</p> <p>2. Poca</p> <p>3. Regular</p> <p>4. Bastante</p> <p>5. Mucha</p>	
<p>Pregunta sobre el grado de molestia al mirar 3 patrones enrejados de onda cuadrada con el filtro coloreado elegido</p>		
<p>Lectura durante 5 minutos de una revista con el filtro transparente y otros 5 minutos con el filtro de color elegido.</p> <p>A continuación debían decir si con el filtro coloreado:</p> <p>No mejoraban</p> <p>Mejoraban poco</p> <p>Mejoraban algo</p> <p>Mejoraban mucho</p> <p>Mejoraban muchísimo</p>		
<p>Pasada una semana:</p> <p>16 alumnos de la muestra anterior (n=61) escogidos al azar debían volver a elegir el filtro con el que veían mejor</p> <p>Los alumnos que más habían mejorado su lectura con los filtros coloreados (n=9) debían volver a leer el TIEV</p>		En una única sesión que duraba entre 10 y 15 minutos

4. CUANTIFICACIÓN DE RESPUESTAS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

A lo largo del estudio medimos la velocidad lectora de los alumnos en tres pruebas (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y texto inductor de estrés visual) utilizando el filtro transparente (o control) y el del color elegido por el alumno.

Para obtener los valores de la velocidad lectora a partir de las puntuaciones en las pruebas de lectura de los alumnos, calculamos el número de palabras que los alumnos leían por minuto de dos maneras: a) antes de descontar el tiempo empleado en leer los errores y b) tras descontar el tiempo empleado en los errores.

La velocidad lectora en las pruebas “lectura de palabras” y “lectura de pseudopalabras” se calculó aplicando la fórmula:

$$\text{Velocidad lectora en palabras por minuto (ppm)} = \frac{60 \text{ s} \cdot 40 \text{ palabras}}{\text{Tiempo tardado en la prueba (s)}}$$

Dado que la longitud media de las palabras de las listas de palabras y pseudopalabras era de 6.5 letras y que la longitud de las palabras del TIEV era de 4 letras, aplicamos una corrección a la fórmula anterior para el cálculo de la velocidad lectora en el TIEV para poder comparar los resultados obtenidos en estas tres pruebas. La fórmula aplicada quedó como sigue:

$$\text{Velocidad lectora}^a \text{ (ppm)} = \frac{4 \cdot 60 \text{ s} \cdot 340 \text{ palabras}}{6.5 \cdot \text{Tiempo tardado en la prueba (s)}}$$

La velocidad lectora media fue registrada de dos maneras: descontando y sin descontar el tiempo empleado mientras se cometían los errores de lectura.

Así, en un primer momento, el diseño experimental incluyó 3 variables independientes de medidas repetidas intrasujeto:

- a) Color del filtro: transparente y color elegido por el sujeto
- b) Prueba de lectura: lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y texto inductor de estrés visual y

^a Estimada para una longitud de 6.5 letras por palabra.

- c) Errores (descontando el tiempo durante los errores de lectura y sin descontar el tiempo empleado en los errores).

Se consideró como variable intersujetos el grupo de síntomas al que pertenecían los alumnos (PSV y MSV) y se utilizó como covariable el nivel de Inteligencia General (IG).

Para realizar el análisis de nuestros datos utilizamos el paquete estadístico SPSS 11.5.

Consideramos significativos los factores y las interacciones cuando aparecieron valores de significatividad mayores del 95% ($p < 0.05$).

Los datos medios de velocidad lectora fueron estimados teniendo en cuenta la covariable IG y considerando que la puntuación media de Inteligencia General de la muestra (IG media) era 92.38.

Antes de realizar los contrastes de medias utilizamos la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de significatividad de Lilliefors. Si el conjunto de datos cumplía el supuesto de normalidad se procedía a utilizar los métodos de análisis paramétricos; en caso contrario, se empleaban los estadísticos no paramétricos.

En todos los análisis de covarianza multivariados realizados, además de utilizar como covariable el nivel de inteligencia, en la porción intrasujeto del análisis se interpretó el resultado del estadístico multivariado Traza de Pillai como razón F.

Para comprobar si los filtros coloreados mejoraban la velocidad lectora de la mayoría de alumnos de la muestra estudiada (objetivo 1) y si los alumnos con muchos síntomas se benefician en mayor medida de este tipo de lentes (objetivo 2), realizamos un análisis de covarianza multivariado (MANCOVA) mixto con una variable intersujetos (cantidad de síntomas visuales: grupos PSV y MSV) y una covariable (Inteligencia General). Las variables intrasujetos estudiadas fueron tres: color (con el filtro transparente y con el filtro coloreado), prueba de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV) y errores (descontando y sin descontar el tiempo empleado durante los errores).

Cuando estudiamos si el nivel de lectura de los alumnos estaba relacionado de alguna manera con los supuestos efectos de los filtros coloreados en la lectura (objetivo 3), utilizamos un MANCOVA mixto similar al anterior, pero en el que variábamos el factor intersujetos, que en este caso fue el nivel de lectura de los alumnos de la muestra, que obtuvimos a partir de los datos recogidos en la prueba 4

del PROLEC-SE. Utilizando estas puntuaciones, calculamos los percentiles de la muestra en función de la velocidad lectora y formamos tres grupos: malos lectores (n=14), en los que la velocidad lectora era inferior al percentil 25; lectores normales (n=31), en el que estuvieron todos los alumnos con puntuaciones comprendidas entre los percentiles 25 y 75; y buenos lectores (n=16), en el que se incluyeron los alumnos con puntuaciones por encima del percentil 75.

En otro análisis estudiamos si había algunos síntomas visuales que se relacionaban de manera específica con las posibles mejoras en la velocidad lectora al utilizar las lentes coloreadas (objetivo 4). Por ello, realizamos 26 MANCOVAs mixtos con dos variables intrasujeto: color (con el filtro transparente y con el filtro coloreado) y prueba de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV), y con una variable intersujetos con tres niveles según sus contestaciones (sí, no y a veces) en cada uno de los ítems del Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006). En el MANCOVA del ítem 24 se utilizaron solamente dos niveles porque no hubo ningún alumno que contestara afirmativamente. Lo mismo sucedió con los ítems 3, 12, 18 y 21, en los que solamente hubo un alumno que contestó “sí”, por lo que dicho nivel fue eliminado del análisis posterior. El número de alumnos de cada uno de los grupos formados aparece en la Tabla 10. Por último, se utilizó como covariable la Inteligencia General.

Tabla 10. *Número de alumnos que contestaron en cada alternativa de respuesta del Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006).*

Número de ítem	Número de alumnos que contestaron cada opción del ISV (Vidal, 2006)		
	Sí	A veces	No
1	7	18	36
2	7	16	38
3	1	8	52
4	3	7	51
5	13	15	33
6	3	13	45
7	13	11	37
8	4	7	50
9	10	22	29
10	10	12	39
11	7	9	45
12	1	3	57
13	3	5	53
14	12	15	34
15	6	19	36
16	16	15	30
17	2	12	47
18	1	11	49
19	2	22	37
20	4	17	40
21	1	14	46
22	11	17	33
23	5	12	44
24	0	9	52
25	4	16	41
26	6	6	49

Para comprobar si, en caso de producirse mejoras en la velocidad lectora, dichos beneficios se mantenían al cabo de una semana (objetivo 5), analizamos en primer lugar si los alumnos que habían elegido un filtro determinado, elegían el mismo filtro una semana después y calculamos el coeficiente de fiabilidad Kappa con los resultados obtenidos. En segundo lugar, calculamos el coeficiente alfa de Cronbach con la velocidad lectora obtenida en el TIEV en ambas ocasiones para conocer la estabilidad temporal de las mejoras obtenidas, y dos *t* de Student para saber si tanto la primera como la segunda semana se obtenían mejoras significativas en la velocidad lectora.

Para analizar si era cierto que los filtros azulados eran los únicos que podían mejorar la velocidad lectora (objetivo 6), realizamos dos MANCOVAs mixtos con dos factores: color (filtro transparente y filtro coloreado) y prueba de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV). El factor intersujetos fue, en el primer análisis, la tonalidad dominante de los filtros (amarillo, azulado, rojizo y verde) y en el segundo, el grado de transmisión de los filtros coloreados (alta: por encima del

88.56%, media: entre el 88.55 y el 86.56%, y baja: por debajo del 86.55%). En este análisis, volvimos a utilizar como covariable, el nivel de Inteligencia General de los alumnos (IG).

Para comprobar si los filtros coloreados mejoraban la lectura de los alumnos con molestias visuales al mirar enrejados de onda cuadrada (objetivo 7), llevamos a cabo cuatro MANCOVAs con dos condiciones cada uno: color (filtro transparente y filtro del color elegido) y prueba de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV). Tomando como base la distribución de puntuaciones de los alumnos en el grado de molestia asociada a los patrones de onda cuadrada, formamos dos grupos: alumnos con molestia alta (por encima de la media de la muestra) y alumnos con molestia baja (por debajo de la media de la muestra). Esta división la realizamos tanto para el grado medio de molestia (GMM), como para cada uno de los enrejados (GM1, GM2 y GM3).

Los factores intersujetos de estos cuatro análisis fueron: el GMM de los enrejados (en el primer análisis), el GM con el enrejado 1 (en el segundo análisis), el GM con el enrejado 2 (en el tercer análisis) y el GM con el tercer enrejado (en el cuarto análisis). La covariable empleada en todos los casos fue el nivel de Inteligencia General (IG).

El GMM fue calculado aplicando, a las contestaciones de los alumnos ante la pregunta de qué grado de molestia experimentaban al mirar tres patrones de enrejados formados por líneas paralelas blancas y negras utilizando los filtros transparentes, la fórmula:

$$\text{Grado medio de molestia (GMM)} = \frac{\text{GM en el enrejado 1} + \text{GM en el enrejado 2} + \text{GM en el enrejado 3}}{3}$$

Por otro lado, para comprobar si en el caso de haber filtros que redujeran la molestia al mirar patrones enrejados, dichos filtros lo hacían principalmente en los alumnos que habían informado de un grado de molestias mayor (objetivo 8), formamos tres grupos: alumnos que empeoran con los filtros coloreados, alumnos que no cambian y alumnos que mejoran. A continuación realizamos un contraste de medias para muestras independientes (t de Student), en el que la variable estudiada era el grado de molestia producida por los enrejados, mientras que la variable de agrupamiento era el grado de mejora en las molestias visuales con los filtros coloreados.

A partir de las puntuaciones del grado de molestia ante los enrejados con filtro transparente y con el filtro de color elegido, calculamos el grado medio de mejora de los alumnos con los filtros coloreados (GMej.M).

$$\text{GMej.M} = \text{GMM con el filtro transparente} - \text{GMM con el filtro elegido}$$

Además, calculamos el grado de mejora para cada enrejado (i), siendo:

$$\text{GMej.(i)} = \text{Grado de molestia con el filtro transparente en el enrejado (i)} - \text{Grado de molestia con el filtro de color elegido en el enrejado (i)}$$

Cuando el grado de mejora era un valor positivo, consideramos que el alumno mejoraba su molestia ante el enrejado. Cuando el valor de GMej.M o GMej.(i) era un valor negativo, consideramos que el alumno había aumentado su molestia visual ante el enrejado (empeora al utilizar el filtro). Mientras que si GMej.M o GMej.(i) valían 0, considerábamos que el alumno tenía las mismas molestias.

Para comprobar si, en el caso de producirse mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados, dichas mejoras se producían en los alumnos que reducían sus molestias visuales al mirar patrones enrejados (objetivo 9), realizamos 4 MANCOVAs de mixtos con dos variables: color (filtro transparente y filtro del color elegido) y prueba de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV) y utilizamos la Inteligencia General (IG) como covariable. La variable intersujetos fue, en el primer MANCOVA, el grado medio de mejoras con los filtros al mirar los patrones enrejados, y en los otros tres análisis se utilizó el grado de mejora ante cada uno de los enrejados.

Para ver si, en el caso de producirse una reducción en las molestias al leer textos escritos utilizando las lentes coloreadas, dichas mejoras se relacionaban con un incremento en la velocidad lectora al utilizar las lentes coloreadas (objetivo 10), realizamos un MANCOVA con las mismas características que los anteriores (dos factores: color y prueba de lectura, y una covariable: Inteligencia General) y en el que la variable intersujetos fue el “grado de mejora al leer un texto escrito”.

Para comprobar si, en el caso de producirse mejoras subjetivas al leer textos escritos utilizando los filtros coloreados, dichas mejoras se relacionaban con la reducción en la molestia visual al mirar patrones enrejados de onda cuadrada (objetivo 11), calculamos el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables “grado de mejora” y “molestia ante enrejados”.

Para analizar si, en el caso de producirse mejoras subjetivas al leer textos escritos cuando los alumnos llevaban las lentes coloreadas, dichas mejoras se relacionaban con cambios en la sensibilidad visual (d') o en el criterio de respuesta

(c) independiente de la sensibilidad del sujeto (objetivo 12), realizamos, en primer lugar, un análisis no paramétrico de los resultados utilizando los índices A' (sensibilidad del sujeto) y B'' (criterio de respuesta), que equivalen respectivamente, en la metodología paramétrica, a las variables d' (sensibilidad del sujeto) y c (criterio o sesgo de respuesta del sujeto) comentados en la *Introducción*.

Para el cálculo del parámetro A' utilizamos la fórmula (Stanislaw y Todorov, 1999):

$$A' = \begin{cases} 0,5 + \frac{(H - F) \cdot (1 + H - F)}{4 H (1 - F)} & \text{cuando } H \geq F \\ 0,5 - \frac{(F - H) \cdot (1 + F - H)}{4 F (1 - H)} & \text{cuando } H < F \end{cases}$$

Para calcular el criterio de respuesta (B'') utilizamos la fórmula (Stanislaw y Todorov, 1999):

$$B'' = \begin{cases} \frac{H (1 - H) - F (1 - F)}{H (1 - H) + F (1 - F)} & \text{cuando } H \geq F \\ \frac{F (1 - F) - H (1 - H)}{F (1 - F) + H (1 - H)} & \text{cuando } H < F \end{cases}$$

Donde H era la tasa de aciertos y F la tasa de falsas alarmas (es decir, las veces que el sujeto decía que se había presentado el estímulo sin que realmente se hubiera mostrado).

Una vez que disponíamos de los valores no paramétricos de la sensibilidad del alumno (A') y de su criterio de respuesta (B''), dividimos a los alumnos en cuatro grupos (ninguna mejora al leer textos escritos con los filtros, poca mejora, alguna mejora y mucha mejora) y comparamos en cada uno de los cuatro grupos de alumnos la sensibilidad (A') y el criterio de respuesta (B'') al llevar las lentes coloreadas o al utilizar el filtro transparente. Para ello empleamos el Test de contraste de medias para muestras relacionadas de Wilcoxon (unilateral). Además, el criterio de respuesta fue comparado entre los grupos (ninguna mejora, poca

mejora, alguna mejora y mucha mejora) en dos análisis independientes, uno para los filtros transparentes y otro para los filtros coloreados. Para ello utilizamos el Test de Montecarlo unilateral para muestras independientes.

A continuación volvimos a repetir el análisis utilizando la metodología de análisis paramétrica (se comentan las razones de esta duplicidad en la *Discusión*).

El valor d' se calculó aplicando la fórmula:

$$d' = \phi^{-1}(H) - \phi^{-1}(F)$$

Donde ϕ^{-1} era la inversa de la función Phi, H era la tasa de aciertos obtenida y F era la tasa de falsas alarmas.

El valor de c o criterio se obtuvo mediante la expresión:

$$c = [\phi^{-1}(H) - \phi^{-1}(F)]/2$$

De nuevo realizamos un contraste de medias para muestras relacionadas (t de Student unilateral), en los grupos: ninguna mejora, poca mejora, alguna mejora y mucha mejora, en el que comparamos la sensibilidad del sujeto (d') y el criterio de respuesta con el filtro transparente y con el filtro coloreado.

Para comprobar si, en caso de que hubiera alumnos que mejoraban su lectura con los filtros coloreados, dichos alumnos cambiaban su sensibilidad o su criterio de respuesta al utilizar los filtros coloreados (objetivo 13), calculamos 12 regresiones lineales en las que consideramos como variables independientes, los cambios en la sensibilidad del sujeto al llevar los filtros coloreados elegidos (A' y d') y los cambios en el criterio de respuesta (B'' y c). Las variables dependientes fueron los cambios en la velocidad lectora en las tres pruebas de lectura (lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV).

Por último, para comprobar si los alumnos del grupo que decían mejorar mucho al utilizar los filtros coloreados durante la lectura, leían más deprisa al mismo tiempo que cometían más errores con el filtro (objetivo 14), realizamos un MANCOVA mixto para la variable dependiente número de errores durante la lectura de palabras. Utilizamos como variable intersujetos el grado de mejora subjetiva del alumno (ninguna, poca, alguna y mucha) al leer textos con los filtros (coloreados y transparentes) y como covariable, el nivel de Inteligencia General (IG).

En la Figura 22 presentamos un resumen de los análisis estadísticos que se fueron realizando para poner a prueba cada uno de los objetivos planteados.

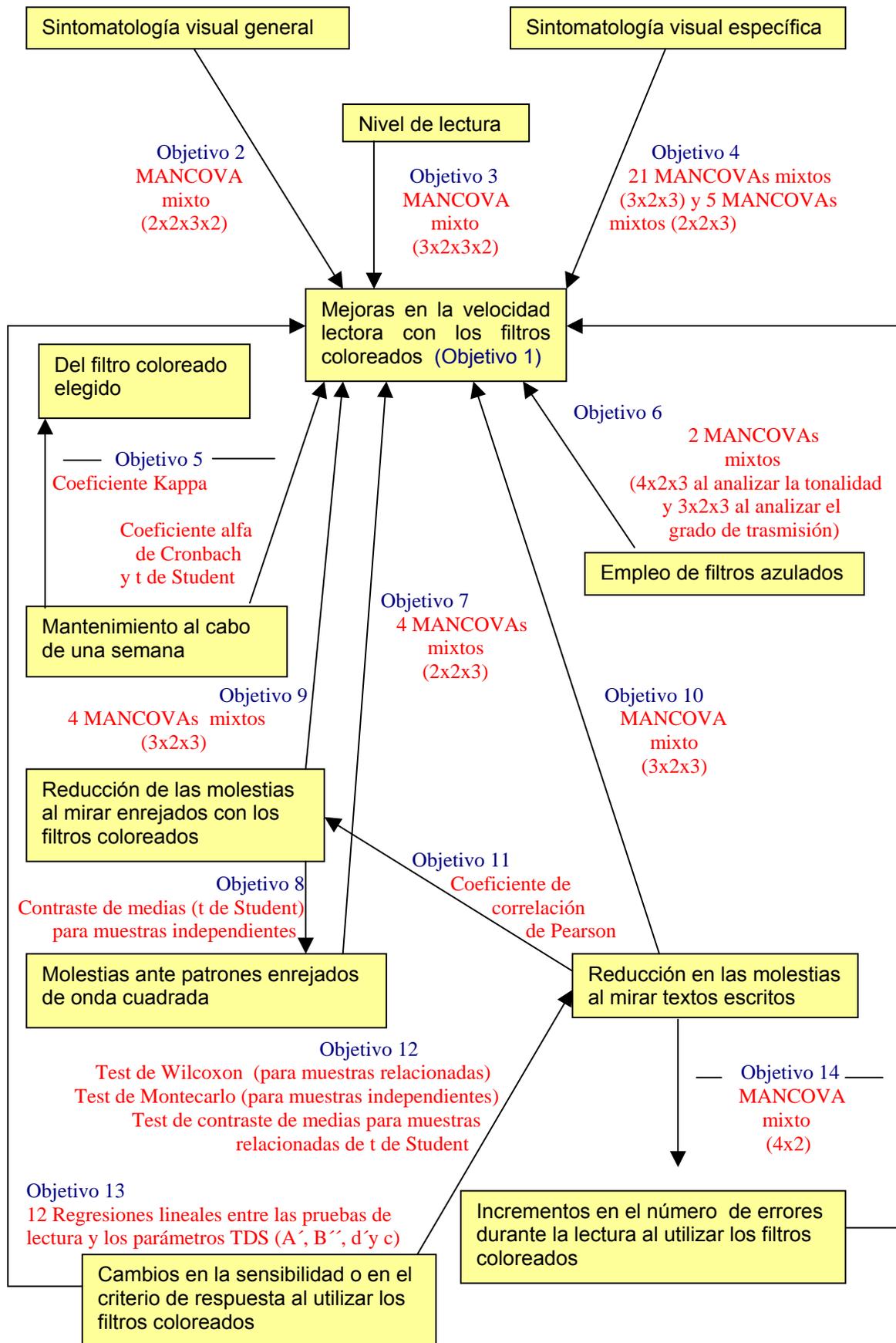


Figura 22. Distribución de los análisis estadísticos realizados en los diferentes objetivos.

En todos los casos en los que se produjeron interacciones significativas entre factores durante los análisis de covarianza, se realizaron comparaciones post-hoc utilizando el método de comparaciones múltiples de Bonferroni, que también fue utilizado para determinar la naturaleza de la significación de los efectos principales de más de dos niveles.

En la Tabla 11 se ofrece un resumen de las variables dependientes e independientes analizadas para cada uno de los objetivos, para facilitar la comprensión del lector.

Tabla 11. Variables empleadas en los diferentes análisis utilizados para cada uno de los objetivos y análisis estadísticos realizados

Objetivo(s)	Variable dependiente	Variabes intersujetos	Variabes intrasujetos	Covariable	Análisis
1 y 2	Velocidad lectora	Presencia de sintomatología visual en general Dos niveles: alumnos con puntuaciones altas en el ISV (MSV) y alumnos con puntuaciones bajas (PSV)	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV; dos condiciones: descontando el tiempo empleado en los errores y sin descontar el tiempo durante los errores	Inteligencia General	MANCOVA mixto 2x2x3x2
3	Velocidad lectora	Presencia de dificultades con la lectura Tres niveles: puntuaciones altas, medias y bajas en velocidad lectora durante la prueba de lectura de palabras del PROLEC-SE	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV; dos condiciones: descontando el tiempo empleado en los errores y sin descontar el tiempo durante los errores	Inteligencia General	MANCOVA mixto 3x2x3x2
4	Velocidad lectora	Presencia de sintomatología (sí, no, a veces)	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV	Inteligencia General	21 MANCOVAs mixtos (3x2x3) y 5 MANCOVAs mixtos en los ítems 3, 12, 18, 21 y 24 (2x2x3)
5	Velocidad lectora en el TIEV		Filtro coloreado o transparente	Paso del tiempo (una semana)	Coefficientes Kappa y alfa de Cronbach t de Student
6	Velocidad lectora	Primer análisis: alumnos agrupados por la tonalidad dominante de los filtros coloreados elegidos (4 niveles) Segundo análisis: alumnos agrupados por el grado de transmisión de los filtros coloreados elegidos (3 niveles)	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV	Inteligencia General	MANCOVA mixto 4x2x3 (tonalidad) MANCOVA mixto 3x2x3 (transmisión)

Tabla 11 (continuación). *Variables empleadas en los diferentes análisis utilizados para cada uno de los objetivos y análisis estadísticos realizados*

7	Velocidad lectora	Primer análisis: grado de molestia medio de los enrejados Segundo análisis: grado de molestia del enrejado 1 Tercer análisis: grado de molestia del enrejado 2 Cuarto análisis: grado de molestia del enrejado 3	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV	Inteligencia General	4 MANCOVAs mixtos 2x2x3
9	Velocidad lectora	Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado (Tres grupos: empeora, no varía y mejora)	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV	Inteligencia General	4 MANCOVAs mixtos 3x2x3
10	Velocidad lectora	Grado de mejora subjetiva al leer un texto escrito con el filtro coloreado (Tres grupos: empeora, no varía y mejora)	Filtro coloreado o transparente Tres pruebas de lectura: lectura de palabras, de pseudopalabras y TIEV	Inteligencia General	MANCOVA mixto 3x2x3
12	A', B'', d' y c	Grado mejora al leer un texto escrito con los filtros coloreados (Cuatro grupos: ninguna mejora, poca mejora, alguna mejora y mucha mejora)	Filtro coloreado o transparente		Test de contraste de medias para muestras relacionadas de Wilcoxon t de Student
13	Velocidad lectora en la lectura de palabras, lectura de pseudopalabras y TIEV		Cambios en A', B'', d' y c al utilizar los filtros coloreados elegidos Lectura de palabras, pseudopalabras y TIEV		12 regresiones lineales

Tabla 11 (continuación). *Variables empleadas en los diferentes análisis utilizados para cada uno de los objetivos y análisis estadísticos realizados*

14	Errores durante la lectura de palabras	Grado mejora al leer un texto escrito con los filtros coloreados (Cuatro grupos: ninguna mejora, poca mejora, alguna mejora y mucha mejora)	Filtro coloreado o transparente	Inteligencia General	MANCOVA mixto 4x2
	Variable(s) estudiada(s)	Variable de agrupamiento			Análisis
8	Grado de molestia producida por los enrejados	Grado de reducción de las molestias al mirar los enrejados con los filtros coloreados			t de Student
	Correlación entre variables				Análisis
11	Grado de mejoras subjetivas al leer textos utilizando los filtros y reducción de la molestia visual al mirar enrejados con los filtros				Coefficiente de correlación de Pearson

RESULTADOS

IV. RESULTADOS

1. EFECTOS DE LOS FILTROS COLOREADOS EN LA VELOCIDAD LECTORA Y SU RELACIÓN CON LA CANTIDAD DE SÍNTOMAS VISUALES

Al analizar la velocidad lectora y el número de errores cometidos encontramos una correlación negativa estadísticamente significativa ($r=-0.97$, $p<0.001$), lo que indica que no hubo intercambio entre velocidad y precisión en el total de datos analizados, es decir, que los alumnos cometían menos errores cuanto más deprisa leían.

Tabla 12. Velocidades de lectura medias^a y errores estándar durante las pruebas de "lectura de palabras", "lectura de pseudopalabras" y "texto inductor de estrés visual" (TIEV) en las diferentes condiciones experimentales. (D:descontando el tiempo empleado durante los errores, SDE: sin descontar el tiempo empleado en los errores, ppm: palabras por minuto, PSV: pocos síntomas visuales, MSV: muchos síntomas visuales).

Color	Prueba	Errores	Grupo PSV (ppm)	Grupo MSV (ppm)
Filtro transparente	Palabras	D	105.37 ± 3.55	86.04 ± 3.49
		SDE	101.89 ± 3.75	83.29 ± 3.68
	Pseudopalabras	D	66.45 ± 3.17	59.99 ± 3.12
		SDE	58.16 ± 2.83	51.30 ± 2.77
	TIEV	D	51.33 ± 1.75	50.56 ± 1.72
		SDE	51.35 ± 1.80	50.43 ± 1.76
Filtro con el color elegido	Palabras	D	106.85 ± 3.89	87.86 ± 3.82
		SDE	104.36 ± 4.18	84.26 ± 4.10
	Pseudopalabras	D	66.56 ± 2.94	61.07 ± 2.88
		SDE	58.09 ± 2.62	52.83 ± 2.58
	TIEV	D	50.65 ± 1.69	51.22 ± 1.66
		SDE	50.60 ± 1.80	51.73 ± 1.77

Las medias^a correspondientes a las palabras leídas por minuto en cada una de las condiciones aparecen en la Tabla 12. En la Tabla 13 se muestran los

^a Las velocidades lectoras medias que aparecen en la tabla fueron estimadas teniendo en cuenta la covariable IG y considerando en cada caso que la puntuación media de inteligencia general era 92.38.

resultados del MANCOVA mixto “Color x Prueba de lectura x Errores x Síntomas Visuales” (2x2x3x2) realizado para estudiar las interacciones anteriores, en el que se incluyó las puntuaciones de IG como covariable.

Tabla 13. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar los efectos en la velocidad lectora de los filtros coloreados y su relación con el nivel de sintomatología visual. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Síntomas visuales	5.74	1	58	0.020
Color	5.44	1	58	0.023
Prueba de lectura	8.04	2	57	0.001
Errores	5.66	1	58	0.021
Puntuaciones IGF	8.84	1	58	0.004
Color x Síntomas visuales	0.37	1	58	0.544
Prueba de lectura x Síntomas visuales	8.33	2	57	0.001
Errores x Síntomas visuales	0.001	1	58	0.982
Color x Prueba de lectura	0.23	2	57	0.795
Color x Errores	1.66	1	58	0.203
Prueba de lectura x Errores	9.73	2	57	<0.001
Color x Prueba de lectura x Errores	2.08	2	57	0.134
Color x Prueba de lectura x Síntomas visuales	0.23	2	57	0.798
Color x Errores x Síntomas visuales	0.05	1	58	0.826
Prueba de lectura x Errores x Síntomas visuales	0.06	2	57	0.940
Color x Prueba de lectura x Errores x Síntomas visuales	1.51	2	57	0.231

Al analizar las velocidades de lectura medias resultó significativo el efecto principal “Color” $F(1,58)=5.44$, $p=0.02$, indicando que los alumnos leían, por término medio, 0.83 palabras por minuto más con el filtro elegido que con el filtro transparente (68.84 ± 1.54 y 68.01 ± 1.56 palabras por minuto, respectivamente). Ver Figura 23.

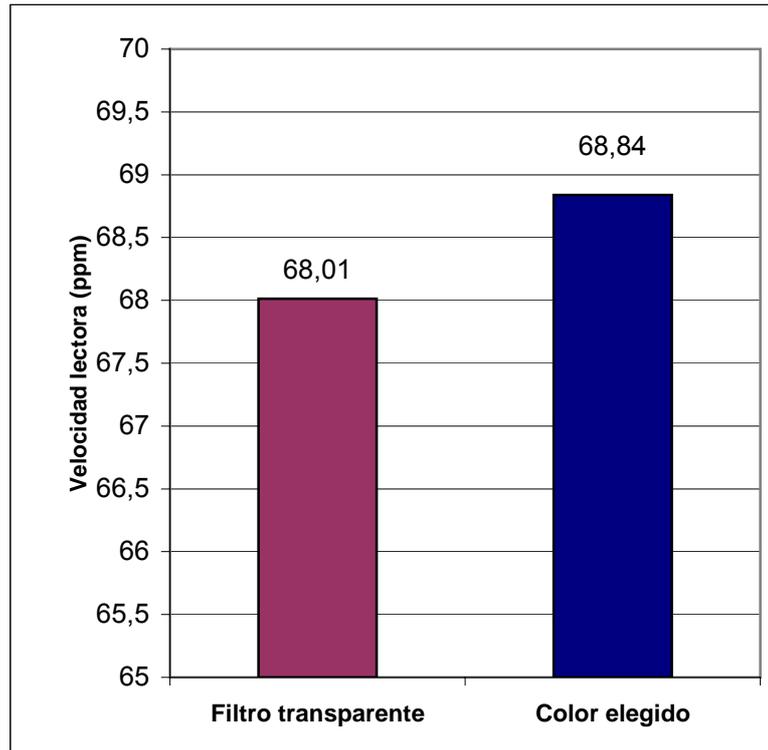


Figura 23. Velocidades lectoras medias (en palabras por minuto) al utilizar un filtro transparente y al utilizar un filtro con el color elegido por los alumnos.

También resultó significativo el efecto principal “Prueba de lectura” $F(2,57)=8.04$, $p=0.001$, indicando que los alumnos leyeron, por término medio, significativamente más rápido en la prueba de lectura de palabras (94.99 ± 2.41 ppm), obtuvieron velocidades de lectura intermedias en la prueba de lectura de pseudopalabras (59.31 ± 1.80 ppm) y consiguieron velocidades más bajas durante la lectura del texto *inductor de estrés visual* (50.98 ± 1.05 ppm). La prueba post-hoc de ajuste de comparaciones múltiples de Bonferroni mostró diferencias significativas entre las tres pruebas ($p<0.001$ en todos los casos; Figura 24).

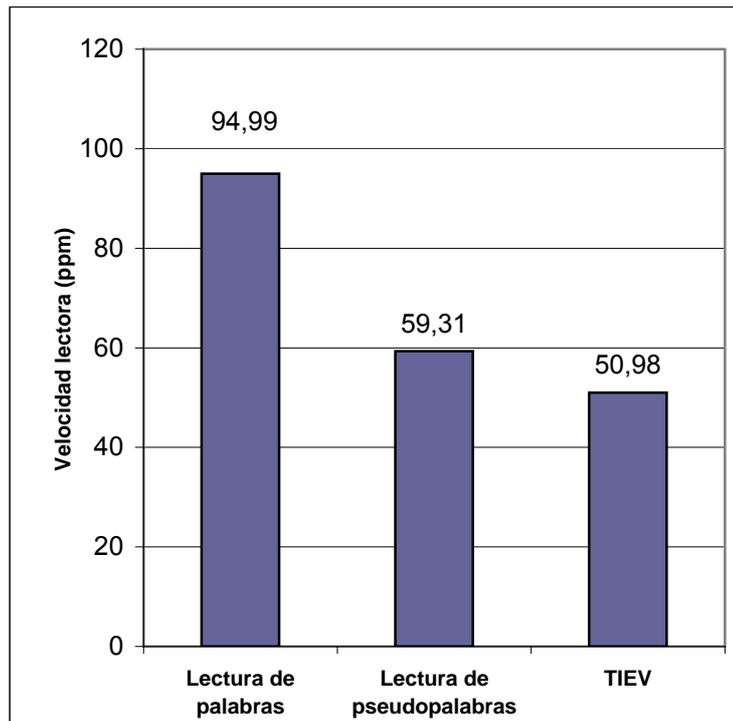


Figura 24. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura utilizadas. (TIEV: Texto inductor de estrés visual)

El tercer factor principal considerado (“Errores”), también resultó significativo $F(1,58)=5.66$, $p=0.02$, indicando que los valores de velocidad lectora eran significativamente mayores tras descontar los tiempos empleados durante los errores (66.52 ± 1.53 ppm antes de descontar los tiempos de los errores, 70.33 ± 1.55 ppm tras descontar los tiempos de los errores; Figura 25).

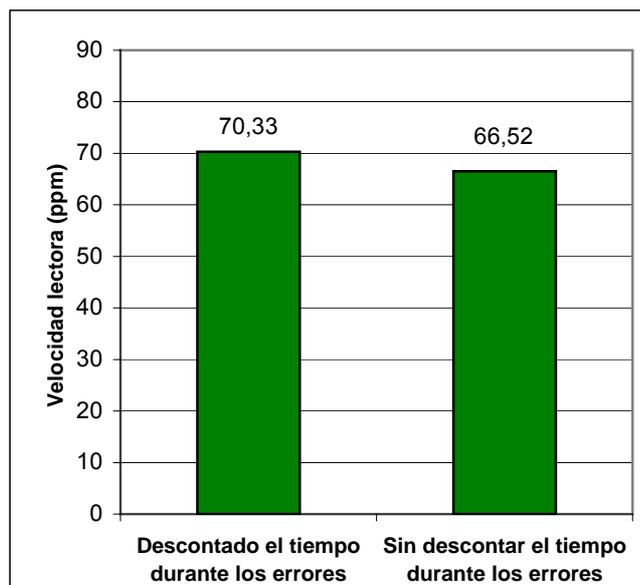


Figura 25. Velocidades lectoras en función del sistema de registro: descontando y sin descontar el tiempo empleado durante los errores.

También resultó significativa la interacción “Prueba de lectura x Errores”, $F(2,57)=9.73$, $p<0.001$ (ver Figura 26). De acuerdo con las pruebas post-hoc realizadas mediante las comparaciones múltiples de Bonferroni, esta interacción mostró que el hecho de descontar los tiempos empleados durante los errores afectaba, de manera significativa, a las velocidades lectoras de las pruebas: lectura de palabras (descontando los tiempos de los errores: 96.53 ± 2.35 ppm, sin descontar los tiempos: 93.45 ± 2.49 ppm; diferencia=3.08, $p<0.001$) y lectura de pseudopalabras (descontando los tiempos de los errores: 63.52 ± 1.95 ppm, sin descontar los tiempos: 55.09 ± 1.74 ppm; diferencia=8.42, $p<0.001$), mientras que no afectó a los valores de velocidad lectora del *texto inductor de estrés visual* (descontando los tiempos de los errores: 50.94 ± 1.05 ppm, sin descontar los tiempos: 51.03 ± 1.09 ppm; diferencia = -0.09, $p=0.34$).

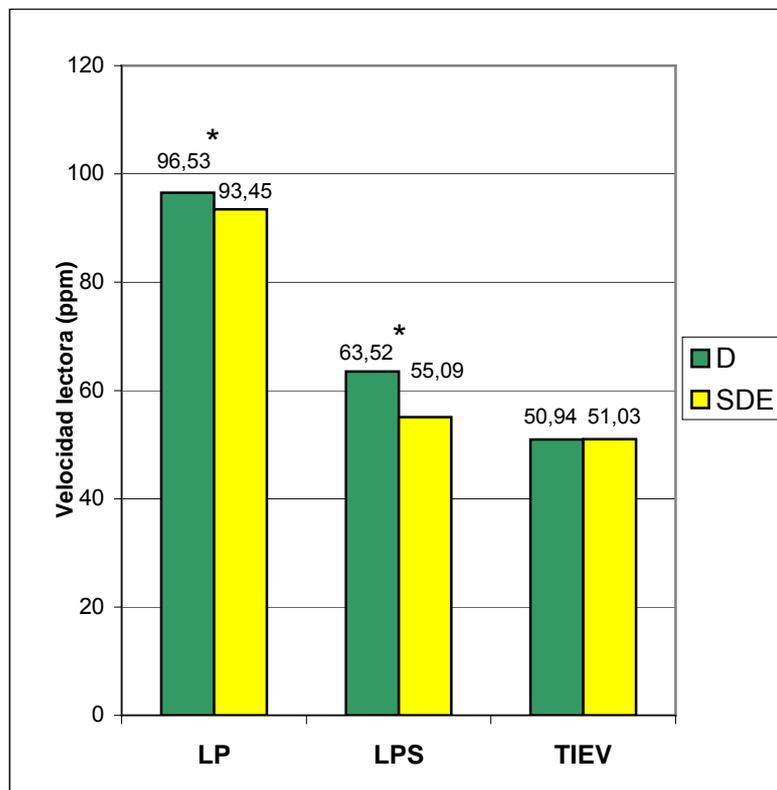


Figura 26. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura habiendo descontado (D) y sin descontar (SDE) los tiempos durante los errores. (LP: lectura de palabras, LPS: lectura de pseudopalabras, TIEV: texto inductor de estrés visual). El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) en las pruebas post-hoc realizadas

La interacción “Prueba de lectura x Síntomas visuales” también resultó significativa $F(2,57)=8.33$, $p=0.001$ (ver Figura 27). Las comparaciones múltiples

realizadas como pruebas post-hoc mediante el procedimiento de Bonferroni mostraron que, al comparar la velocidad lectora en función del grupo en las diferentes pruebas de lectura, los alumnos con pocos y con muchos síntomas visuales se diferenciaron únicamente en la prueba de lectura de palabras (grupo PSV: 104.62 ± 3.71 ppm, grupo MSV: 85.37 ± 3.64 ppm; diferencia=19.25, $p=0.001$). La lectura de pseudopalabras y la lectura del texto inductor de estrés visual no produjo diferencias significativas entre ambos grupos (pseudopalabras: grupo PSV= 62.32 ± 2.77 ppm, grupo MSV= 56.30 ± 2.72 ppm, diferencia=6.02, $p=0.15$; TIEV: grupo PSV= 50.98 ± 1.62 , grupo MSV= 50.98 ± 1.59 , diferencia=-0.003, $p=0.999$).

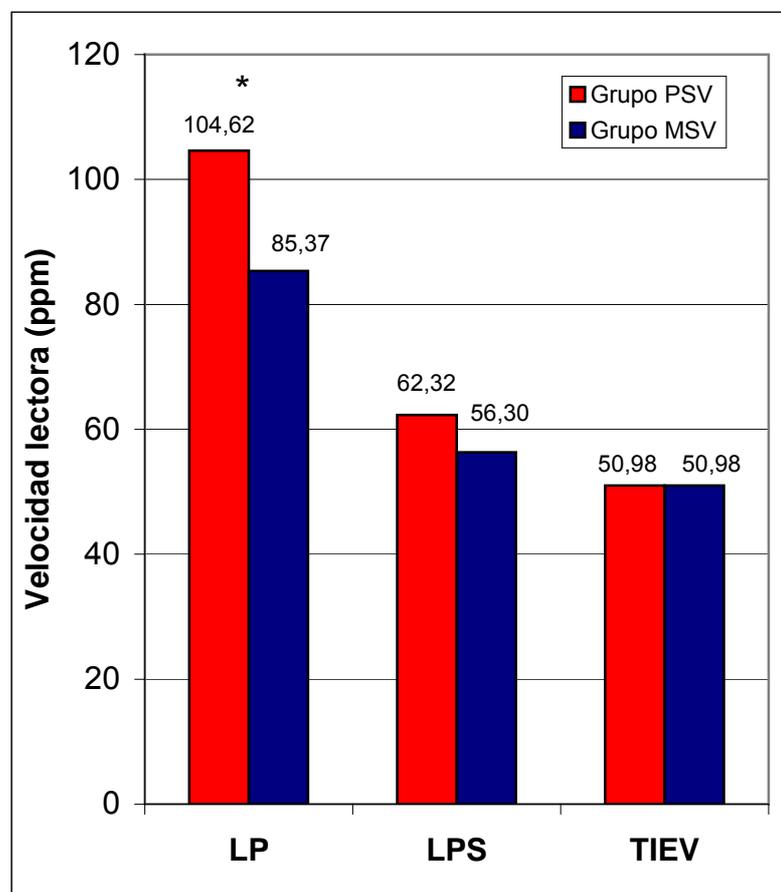


Figura 27. Velocidades lectoras en las diferentes pruebas de lectura en función del grupo al que pertenecían los alumnos. (LP: lectura de palabras, LPS: lectura de pseudopalabras, TIEV: texto inductor de estrés visual, PSV: pocos síntomas visuales, MSV: muchos síntomas visuales). El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las pruebas post-hoc realizadas

Además, la covariable Inteligencia General modificó de manera significativa las puntuaciones de la muestra $F(1,58)=8.84$, $p=0.004$, equiparando todas las medidas con el nivel de Inteligencia General medio de la muestra ($IG=92.38$) para evitar que las distintas puntuaciones en inteligencia provocaran diferencias entre grupos.

Por último, se comprobó que los alumnos con pocos síntomas visuales ($n=30$) leían, por término medio, más deprisa (72.64 ppm) que los alumnos con muchos síntomas (64.21 ppm; $n=31$); dicha diferencia resultó estadísticamente significativa $F(1,58)=5.74$, $p=0.02$.

2. RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE LECTURA Y LOS EFECTOS DE LOS FILTROS COLOREADOS SOBRE LA LECTURA

Cuando analizamos los resultados mediante un MANCOVA mixto con tres factores intrasujetos “Color x Prueba de lectura x Errores”, con un nuevo factor intersujetos “Nivel de lectura” ($2 \times 3 \times 2 \times 3$) y con la misma covariable (puntuaciones IG), los resultados fueron muy similares a los anteriores (Tabla 14), mostrando tres efectos principales: “Color” $F(1,57)=6.73$, $p=0.01$, “Prueba de lectura” $F(2,56)=8.35$, $p=0.001$ y “Errores” $F(1,57)=9.13$, $p=0.004$. Además, hubo varias interacciones que también resultaron significativas: “Prueba de lectura x Nivel de lectura” $F(4,114)=12.72$, $p<0.001$, “Prueba de lectura x Errores” $F(2,56)=10.40$, $p<0.001$, “Prueba de lectura x Errores x Nivel de lectura” $F(4,114)=4.60$, $p=0.002$ y “Color x Prueba de lectura x Errores” $F(2,56)=4.58$, $p=0.01$. La covariable “Puntuaciones IG” volvió a resultar significativa $F(1,57)=13.51$, $p=0.001$ y el factor intersujetos “Nivel de lectura” discriminó adecuadamente $F(2,57)=60.90$, $p<0.001$ entre los buenos lectores (84.22 ± 1.86 ppm; $n=16$), los lectores normales (66.67 ± 1.94 ppm; $n=31$) y los malos lectores (53.96 ± 1.28 ppm; $n=14$). En el análisis post-hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni, las diferencias entre los tres grupos de alumnos resultaron significativas (malos lectores y lectores normales: $p<0.001$; malos lectores y buenos lectores: $p<0.001$, lectores normales y buenos lectores: $p<0.001$).

Tabla 14. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar los efectos de los filtros coloreados sobre la velocidad lectora, y su relación con el nivel de lectura. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel de lectura	60.90	2	57	<0.001
Color	6.73	1	57	0.012
Prueba de lectura	8.35	2	56	0.001
Errores	9.13	1	57	0.004
Puntuaciones IG	13.51	1	57	0.001
Color x Nivel de lectura	0.67	2	57	0.515
Prueba de lectura x Nivel de lectura	12.72	4	114	<0.001
Errores x Nivel de lectura	0.79	2	57	0.461
Color x Prueba de lectura	0.21	2	56	0.81
Color x Errores	1.90	1	57	0.174
Prueba de lectura x Errores	10.40	2	56	<0.001
Color x Prueba de lectura x Errores	4.58	2	56	0.014
Color x Prueba de lectura x Nivel de lectura	0.87	4	114	0.487
Color x Errores x Nivel de lectura	0.52	2	57	0.599
Prueba de lectura x Errores x Nivel de lectura	4.60	4	114	0.002
Color x Prueba de lectura x Errores x Nivel de lectura	1.33	4	114	0.263

Los efectos principales “Color”, “Prueba de lectura” y “Errores”, así como la interacción “Prueba de lectura x Errores” produjeron resultados similares al análisis anterior, indicando que:

a) Los alumnos leían más deprisa con el filtro coloreado (68.66 ± 1.04 ppm) que con el filtro transparente (67.91 ± 0.99 ppm)

b) Los alumnos leían más deprisa la lista de palabras (94.73 ± 1.53 ppm), que la lista de pseudopalabras (59.14 ± 1.31 ppm) y el TIEV (51.00 ± 1.06 ppm), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las tres pruebas (siempre con $p < 0.001$)

c) La velocidad lectora fue mayor al descontar el tiempo transcurrido durante los errores (descontando errores: 70.22 ± 0.96 ppm, sin descontar errores: 66.35 ± 1.02 ppm; $p < 0.001$)

d) Al descontar los errores cometidos durante la lectura, se incrementó de manera significativa la velocidad lectora en la prueba de lectura de palabras (descontando tiempo durante los errores: 96.37 ± 1.51 ppm, sin descontar el tiempo: 93.08 ± 1.57 ppm, $p < 0.001$) y lectura de pseudopalabras (descontando tiempo durante los errores: 63.31 ± 1.42 ppm, sin descontar el tiempo: 54.96 ± 1.34 ppm, $p < 0.001$), pero no hubo diferencias en los tiempos de lectura del TIEV (descontando tiempo durante los errores: 50.99 ± 1.03 ppm, sin descontar el tiempo: 51.00 ± 1.11 ppm, $p = 0.35$).

A continuación se comentan el resto de interacciones que aportaron nueva información.

La interacción “Prueba de lectura x Nivel de lectura” indicó que las pruebas “lectura de palabras” y “lectura de pseudopalabras” discriminaban entre malos lectores, lectores normales y buenos lectores (palabras: $p_{\text{malos-normales}} < 0.001$, $p_{\text{malos-buenos}} < 0.001$ y $p_{\text{normales-buenos}} < 0.001$; pseudopalabras: $p_{\text{malos-normales}} < 0.001$, $p_{\text{malos-buenos}} < 0.001$ y $p_{\text{normales-buenos}} < 0.001$). Por el contrario, el TIEV únicamente produjo diferencias significativas entre los buenos y los malos lectores (diferencia=8.34, $p = 0.02$), y no fue capaz de discriminar de manera significativa entre malos lectores y lectores normales ($p = 0.59$), ni entre lectores normales y buenos lectores ($p = 0.15$).

Asimismo, la interacción “Nivel de lectura x Prueba de lectura x Errores” mostró que las pruebas “lectura de palabras” y “lectura de pseudopalabras” producían diferencias significativas en las velocidades de lectura entre los tres grupos (malos, normales y buenos lectores) independientemente de si se habían tenido en cuenta los errores o no al calcular la velocidad lectora, mientras que el TIEV únicamente produjo diferencias significativas entre buenos y malos lectores al descontar el tiempo tardado mientras se cometían los errores (diferencia=9.25, $p = 0.008$). El resto de comparaciones entre el nivel de lectura y los errores no resultaron significativas con esta prueba.

Tabla 15. Velocidades lectoras medias obtenidas, errores estándar y valores de significación en función del tipo de filtro, de la prueba de lectura y de si se habían descontado o no los tiempos empleados durante los errores. En color rojo representamos los valores de p con significatividad estadística.

		Descontando el tiempo durante los errores	Sin descontar el tiempo durante los errores	p
Filtro transparente	Lectura de palabras	95.57±1.48 ppm	92.17±1.49 ppm	<0.001
	Lectura de pseudopalabras	63.17±1.47 ppm	54.75±1.43 ppm	<0.001
	TIEV	51.01±1.12 ppm	50.79±1.17ppm	0.57
Filtro coloreado	Lectura de palabras	97.17±1.78 ppm	93.99±1.94 ppm	<0.001
	Lectura de pseudopalabras	63.44±1.46 ppm	55.18±1.33 ppm	<0.001
	TIEV	50.97±1.10 ppm	51.22±1.23 ppm	0.57

Por último, al analizar mediante comparaciones múltiples de Bonferroni la interacción “Color x Prueba de lectura x Errores” se comprobó que los efectos de descontar o no descontar el tiempo empleado durante los errores produjo diferencias significativas tanto en la lectura de palabras como en la lectura de pseudopalabras en ambas condiciones de color ($p < 0.001$ en todos los casos), mientras que no hubo diferencias con el TIEV (Ver Tabla 15 y Figura 28).

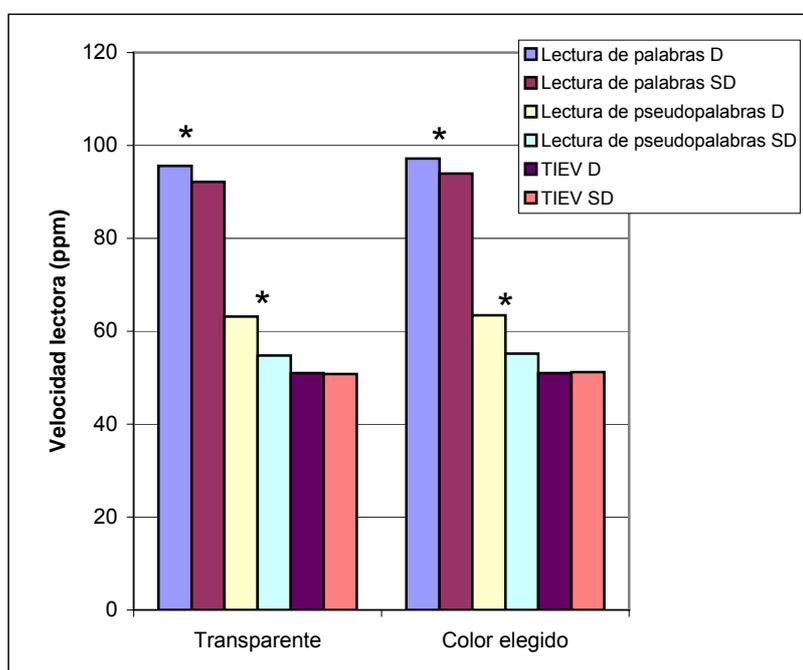


Figura 28. Velocidades lectoras en función de la prueba de lectura, de la manera de registrar los errores (D: descontando el tiempo de lectura durante los errores; SD: sin descontar el tiempo de lectura durante los errores) y del filtro utilizado durante la lectura. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). TIEV: texto inductor de estrés visual.

3. RELACIÓN DE ALGUNOS SÍNTOMAS VISUALES CON EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA

En este apartado se presentan los resultados de analizar los valores de velocidad lectora (tras haber descontado los tiempos empleados al cometer errores) teniendo en cuenta dos factores intrasujetos: "Color" y "Prueba de lectura", y un factor intersujetos: "Nivel de síntoma" (sí, no y a veces). Todo ello para cada ítem del ISV (del 1 al 26, excepto para los ítems 3, 12, 18, 21 y 24 en los que, como se ha comentado en el apartado de *Cuantificación de Respuestas y Análisis Estadístico de Datos* solamente hubo un sujeto - o ninguno, en el caso del ítem 24 - que contestó que sí que padecía este síntoma y por lo tanto, no era adecuado realizar este tipo de análisis). En todos los casos se utilizó la covariable "Inteligencia General".

En el Anexo 1 se presenta una tabla con los resultados de los diferentes MANCOVAs realizados. En todos estos análisis resultó significativo el efecto principal "Color" (p entre 0.006 y 0.026), indicando en todos ellos que los alumnos leían un poco más deprisa con las lentes coloreadas.

También resultó significativa, en todos los casos, la covariable Inteligencia General ($p < 0.05$) y en algunos análisis resultó significativa la variable intersujetos: "Nivel de síntomas".

4. FIABILIDAD EN LA ELECCIÓN DEL FILTRO Y EN LAS MEJORAS ENCONTRADAS EN ALGUNOS ALUMNOS AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS

Como se ha comentado al describir el procedimiento experimental seguido en nuestro trabajo, una semana después de haber realizado las pruebas de lectura y haber elegido el filtro (que no habían vuelto a utilizar una vez realizadas las pruebas de lectura), seleccionamos 16 alumnos al azar de la muestra participante y les pedimos que eligieran el filtro con el que veían mejor sin recordarles qué filtro habían elegido la vez anterior. En la Tabla 16 se presentan los resultados obtenidos.

Ocho alumnos eligieron el mismo filtro y otros 5 eligieron un filtro con una tonalidad próxima a la del filtro que había elegido la semana anterior. Al aplicar el coeficiente Kappa a los resultados obtuvimos un valor de fiabilidad de 0,38 que resultó significativo ($p = 0.003$).

Tabla 16. Frecuencias de colores de filtro elegidos en la primera semana (S1) y en la segunda semana (S2).

S1 \ S2	Amarillo	Azul A	Azul AZ	Frambuesa	Lila A	Malva	Naranja A	Naranja	Rosa A	Rosa B	Turquesa A	Verde A	Total
Amarillo	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	5
Azul A	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Azul AZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Frambuesa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Lila A	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Malva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Naranja A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Naranja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Rosa A	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
Rosa B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Turquesa A	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	5
Verde A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total	0	3	0	0	4	0	0	1	1	0	7	0	16

Por otro lado, deseábamos saber si los alumnos que más habían mejorado al utilizar los filtros coloreados durante la lectura (percentil superior a 85 de la muestra total, que equivalía a un incremento mayor de 6 ppm en la velocidad lectora media), también mejoraban al cabo de una semana utilizando los filtros coloreados. En la Figura 29 se muestra la distribución con las mejoras medias en velocidad lectora de los alumnos y se señala en azul la parte de la distribución que fue seleccionada para calcular la fiabilidad de la mejora encontrada en algunos alumnos al utilizar el filtro coloreado.

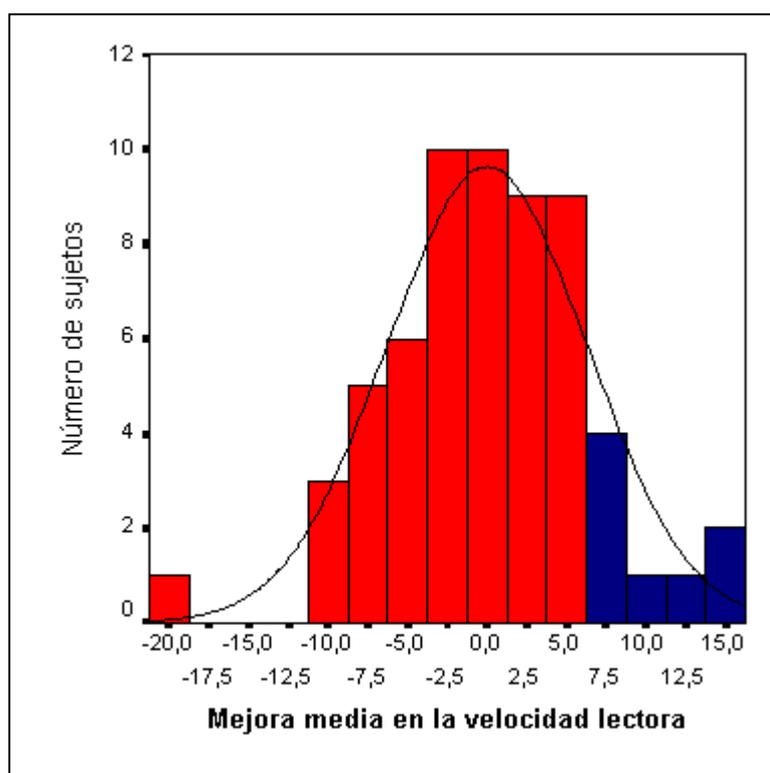


Figura 29. Distribución de la mejora media en la velocidad lectora de los alumnos al utilizar los filtros coloreados. En color azul se muestran los alumnos seleccionados para realizar el análisis de la estabilidad temporal de las mejoras encontradas.

Como se ha comentado en el apartado de Metodología, pedimos a los alumnos seleccionados (n=9) que volvieran a leer el TIEV con el mismo filtro que habían elegido la primera semana y con el filtro transparente. En la Figura 30 aparecen las variaciones en velocidad lectora al utilizar el TIEV, en la primera semana (arriba) y una semana después (abajo). Los valores positivos en el eje de abscisas indican que hubo mejoras, mientras que los valores negativos indican que los alumnos leían más despacio al cabo de una semana.

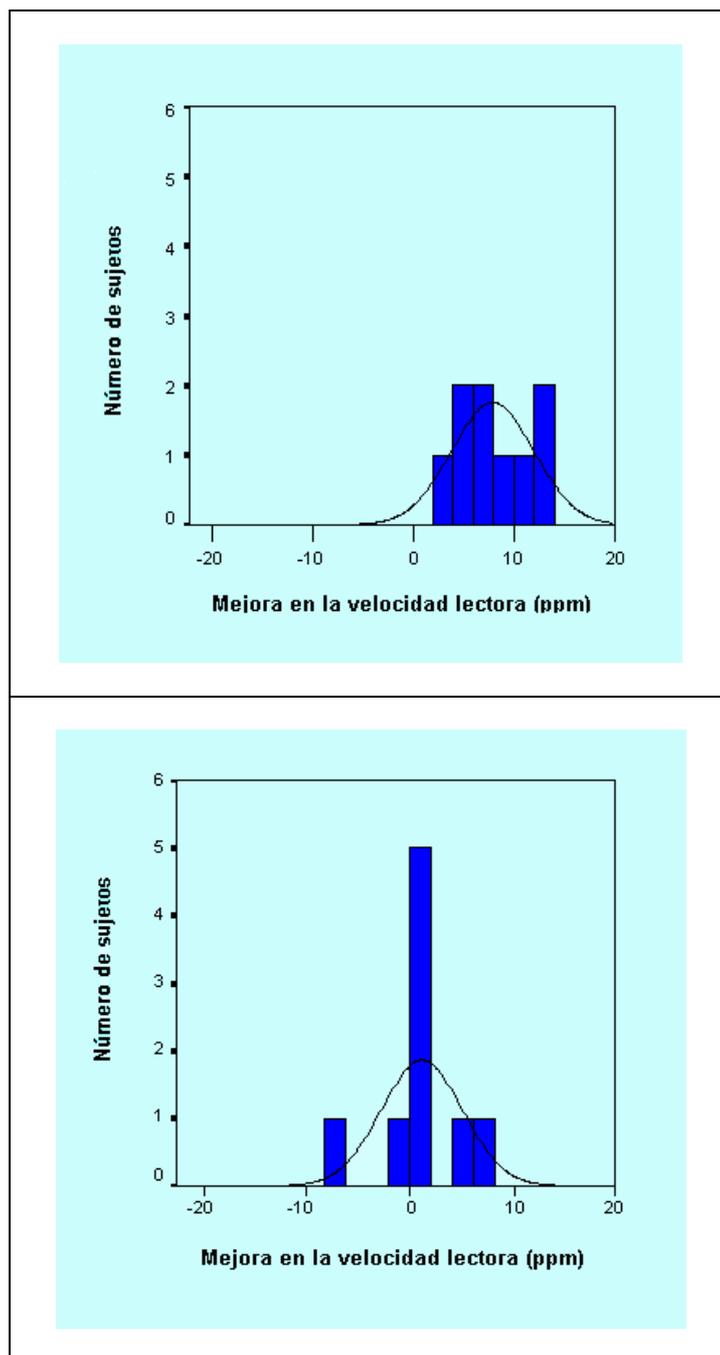


Figura 30. Distribución de las mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados en la primera medición (arriba) y una semana después (abajo).

La consistencia interna al comparar las puntuaciones obtenidas la primera y la segunda semana, calculada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, alcanzó el valor de 0.51 y resultó significativa ($p=0.002$), indicando que los alumnos que más habían mejorado la primera semana ($n=9$), también habían mejorado más en la semana siguiente y viceversa. Sin embargo, aunque la ganancia media en este grupo

durante la primera semana fue elevada (valor medio de mejora=8.92 ppm) y significativa ($t=6.56$, $p<0.001$), en la segunda semana se obtuvieron valores mucho menores de mejora (valor medio de mejora=2.16 ppm) que no resultaron significativos ($t=1.68$, $p=0.13$). En la Figura 30 se observa que las mejoras producidas en la primera medida (arriba) tendieron a desaparecer en la semana siguiente (abajo).

5. RELACIÓN DE LAS VARIABLES TONALIDAD Y LA TRANSMISIÓN DEL FILTRO CON LA VELOCIDAD LECTORA

En este apartado se deseaba comprobar si había un grupo de colores o de niveles de transmisión óptimos para los alumnos, que produjeran variaciones significativas en la velocidad lectora. En la Tabla 17 se muestra el número de alumnos de cada grupo (PSV y MSV) en función del color y de la tonalidad dominante de los filtros elegidos.

Tabla 17. *Distribución de los filtros utilizados en función de su tonalidad dominante y del número de alumnos de los grupos con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV) que se incluyeron dentro de cada categoría.*

Tonalidad dominante	Color del filtro	Número de alumnos en cada grupo	
		PSV	MSV
Amarilla	Amarillo	3	8
Azulada	Azul A Azul AZ Lila A	10	7
Rojiza	Naranja A Naranja Rosa A Rosa B	3	4
Verde	Turquesa A	14	12

En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos al realizar un MANCOVA mixto “Tonalidad dominante de los filtros x Color x Prueba de lectura” (4x2x3) para comprobar si existía relación entre la mejora encontrada en algunos alumnos al utilizar los filtros coloreados y la tonalidad dominante del filtro elegido.

En el primer análisis realizado incluyendo la variable intersujetos “Tonalidad de los filtros” resultó significativo el efecto principal “Color” $F(1,56)= 6.52$, $p=0.013$ y la covariable “Puntuaciones IG” $F(1,56)=18.64$, $p<0.001$. El efecto significativo “Color” volvía a mostrar que los alumnos leían un poco más deprisa con el filtro

coloreado, mientras que las “Puntuaciones IG” significativas mostraban que el nivel de “Inteligencia General” afectaba a los valores de velocidad lectora obtenidos.

Tabla 18. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre la tonalidad de los filtros coloreados y las mejoras en la velocidad lectora encontradas en algunos alumnos. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Tonalidad del filtro elegido	1.18	3	56	0.325
Color	6.52	1	56	0.013
Prueba de lectura	1.80	2	55	0.175
Puntuaciones IG	18.64	1	56	<0.001
Color x Tonalidad del filtro elegido	0.97	3	56	0.416
Prueba de lectura x Tonalidad del filtro elegido	1.82	6	112	0.101
Color x Prueba de lectura	0.41	2	55	0.668
Color x Prueba de lectura x Tonalidad del filtro elegido	0.37	6	112	0.894

Sin embargo, no resultaron significativas las interacciones “Color x Tonalidad del filtro elegido” $F(3,56)=0.97$, $p=0.42$, ni “Color x Prueba de lectura x Tonalidad del filtro elegido” $F(6,112)=0.37$, $p=0.89$, por lo que la “Tonalidad del filtro elegido” parecía guardar poca relación con las mejoras encontradas en la velocidad lectora al llevar las lentes coloreadas.

Tabla 19. Distribución de los filtros utilizados indicando el grado de transmisión del filtro, y el número de alumnos que escogieron cada filtro en ambos grupos: con pocos síntomas visuales (PSV) y con muchos síntomas visuales (MSV).

Grado de transmisión del filtro	Color del filtro	Número de alumnos en cada grupo	
		PSV	MSV
Alta	Amarillo, Rosa A	4	9
Media	Turquesa A Naranja A	15	12
Baja	Azul A, Azul AZ Lila A, Naranja Rosa B	11	10

En la Tabla 19 se presenta la distribución de los filtros elegidos por los alumnos en función de su color y de su grado de transmisión. Como se comprueba en esta tabla, ambos grupos eligieron filtros con unos grados similares de transmisión.

En la Tabla 20 se presentan los resultados del MANCOVA mixto “Grado de transmisión x Color x Prueba de lectura” (3x2x3) realizado para comprobar si el grado de transmisión de los filtros (variable intersujetos con tres niveles: alta, media y baja) estaba relacionado con las mejoras en la velocidad lectora encontradas en algunos alumnos. Como se comprueba en esta tabla, resultó significativo el efecto principal “Color” $F(1, 57)=6.02$, $p=0.017$, la covariable “Puntuaciones IG” $F(1,57)=20.16$, $p<0.001$, que volvían a indicar que los alumnos leían un poco más deprisa con el filtro del color elegido y que las puntuaciones de Inteligencia General afectaban de manera significativa a los resultados obtenidos.

También resultó significativa la interacción “Prueba de lectura x Grado de transmisión” $F(4, 114)=2.55$, $p<0.043$. El análisis post-hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni mostró que las velocidades lectoras en las tres pruebas de lectura eran significativamente distintas para las transmisiones medias y bajas. Con altas transmisiones, hubo diferencias significativas entre las pruebas de lectura de palabras y pseudopalabras ($p<0.001$), y lectura de palabras y TIEV ($p<0.001$), mientras que no hubo diferencias entre la prueba de lectura de pseudopalabras y TIEV ($p=0.56$). Ver Tabla 21.

Tabla 20. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de transmisión de los filtros coloreados y las mejoras en la velocidad lectora. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de transmisión	0.87	2	57	0.425
Color	6.02	1	57	0.017
Prueba de lectura	1.96	2	56	0.151
Puntuaciones IG	20.16	1	57	<0.001
Color x Grado de transmisión	0.88	2	57	0.419
Prueba de lectura x Grado de transmisión	2.55	4	114	0.043
Color x Prueba de lectura	0.39	2	56	0.677
Color x Prueba de lectura x Grado de transmisión	0.05	4	114	0.996

Sin embargo, no resultaron significativas las interacciones “Color x Grado de transmisión” $F(2,57)=0.88$, $p=0.42$, ni “Color x Prueba de lectura x Grado de

transmisión” $F(4,114)=0.05$, $p=1.00$, por lo que el grado de transmisión de los filtros coloreados no parecía estar relacionado con las mejoras encontradas en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados.

Tabla 21. *Diferencias entre las distintas pruebas de lectura en función del grado de transmisión de los filtros. En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.*

	Grado de transmisión alto de los filtros	Probabilidad asociada (p)
Diferencias entre la prueba de lectura de palabras y pseudopalabras	27.94±3.89 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de palabras y el TIEV	32.84±4.66 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de pseudopalabras y el TIEV	4.90±3.56 ppm	p=0.56
	Grado de transmisión medio de los filtros	
Diferencias entre la prueba de lectura de palabras y pseudopalabras	35.38±2.69 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de palabras y el TIEV	51.15±3.22 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de pseudopalabras y el TIEV	5.77±2.46 ppm	p<0.001
	Grado de transmisión bajo de los filtros	
Diferencias entre la prueba de lectura de palabras y pseudopalabras	32.80±3.07 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de palabras y el TIEV	45.88±3.67 ppm	p<0.001
Diferencias entre la lectura de pseudopalabras y el TIEV	13.09±2.81 ppm	p<0.001

En la Figura 31 se observa que las diferencias en la velocidad lectora con el filtro elegido y con el filtro “cristal” fueron mínimas para todas las condiciones de transmisión del filtro coloreado.

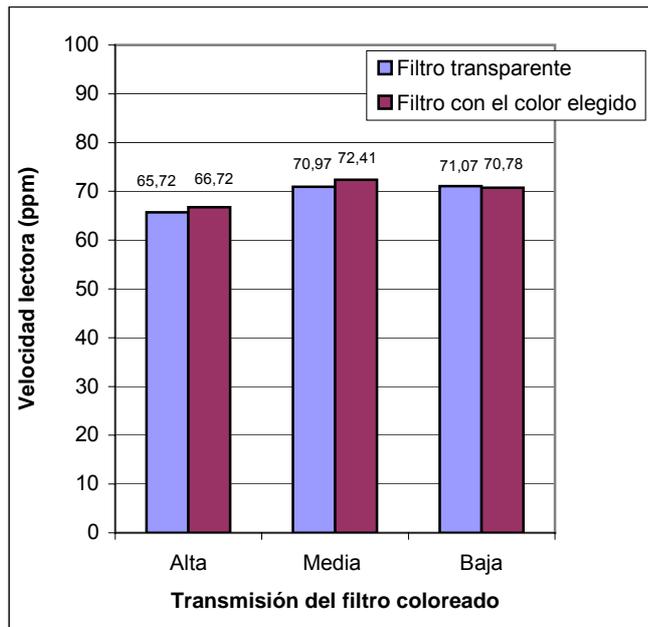


Figura 31. Variación de la velocidad lectora en función del grado de transmisión de los filtros

Por otro lado, en la Figura 32 se observa que las variaciones en la velocidad lectora al utilizar el filtro transparente o el filtro elegido por el sujeto fueron muy pequeñas en todas las pruebas de lectura, y no dependían del grado de transmisión de los filtros.

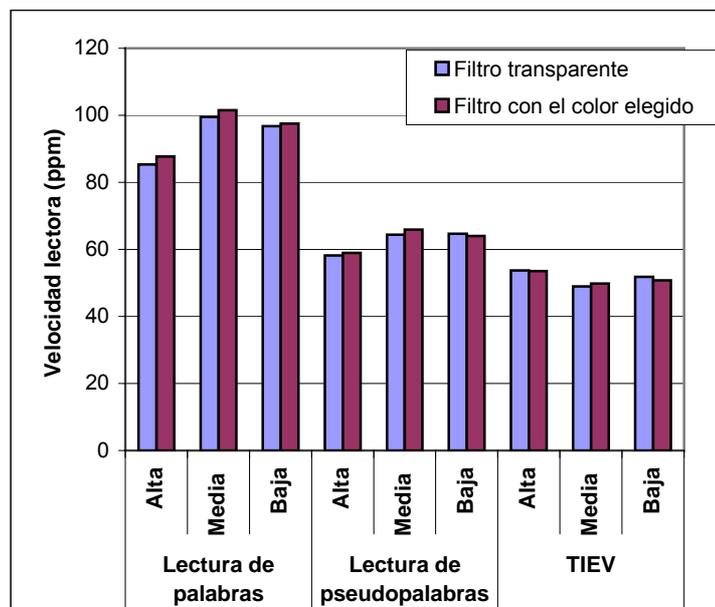


Figura 32. Variación de la velocidad lectora en función de si se había usado el filtro transparente o el elegido por el alumno, de la prueba de lectura y del grado de transmisión del filtro elegido

6. RELACIÓN ENTRE EL EFECTO DEL COLOR EN LA LECTURA Y LA MOLESTIA VISUAL INFORMADA POR LOS ALUMNOS AL MIRAR PATRONES ENREJADOS

En la Tabla 22 se presentan los resultados del MANCOVA mixto “Grado medio de molestias con los enrejados x Color x Prueba de lectura” (2x2x3) que trata de determinar si el “Grado de molestia medio ante patrones enrejados” se relaciona con las mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados. Los resultados del resto de MANCOVAs realizados para cada uno de los enrejados se presentan en el Anexo 2.

Al utilizar como variable intersujetos el grado medio de molestias ante patrones enrejados, únicamente resultó significativo el efecto principal de la variable “Color” $F(1,58)=5.13$, $p=0.027$ y la covariable “Puntuaciones IG” $F(1,58)=20.19$, $p<0.001$, que volvían a indicar que los alumnos leían más rápido con los filtros coloreados elegidos y que las puntuaciones de Inteligencia General afectaban de manera significativa a los resultados obtenidos.

Tabla 22. Resultado del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado medio de molestias ante enrejados de onda cuadrada y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado medio de molestias con los enrejados	0.68	1	58	0.413
Color	5.13	1	58	0.027
Prueba de lectura	2.04	2	57	0.139
Puntuaciones IG	20.19	1	58	<0.001
Color x Grado medio de molestias con los enrejados	1.59	1	58	0.212
Prueba de lectura x Grado medio de molestias con los enrejados	0.67	2	57	0.516
Color x Prueba de lectura	0.93	2	57	0.401
Color x Prueba de lectura x Grado medio de molestias con los enrejados	2.63	2	57	0.081

El grado medio de molestias con los enrejados (alumnos con un nivel alto de molestias: 32, alumnos con un nivel bajo de molestias: 29) no parecía relacionarse

con los efectos de los filtros coloreados en la velocidad lectora y por ello, la interacción “Color x Grado medio de molestias con los enrejados” no resultó significativa $F(1,58)=1.59$, $p=0.212$.

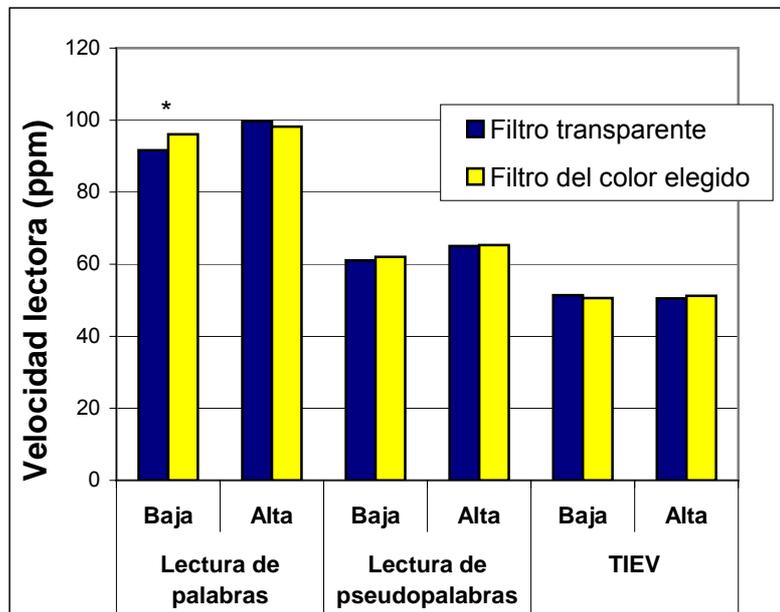


Figura 33. Velocidad lectora en función de la prueba de lectura, del grado medio de molestias visuales (bajas y altas) y del tipo de filtro utilizado (transparente y color elegido). El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$).

Al analizar cada enrejado por separado, mediante los MANCOVAs “Grado de molestia con el enrejado 1 x Color x Prueba de lectura”, “Grado de molestia con el enrejado 2 x Color x Prueba de lectura” y “Grado de molestia con el enrejado 3 x Color x Prueba de lectura”, los resultados fueron muy similares (ver Anexo 2), excepto en la interacción “Color x Grado de molestia con el enrejado 1”, que resultó ser estadísticamente significativa $F(1,58)=5.00$, $p=0.029$. El análisis post-hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni mostró que los alumnos que decían tener pocas molestias ($n=29$) al mirar este patrón enrejado eran los únicos que mejoraban con los filtros coloreados (alumnos con pocas molestias: filtro transparente= 68.40 ± 2.41 ppm, filtro coloreado= 70.47 ± 2.35 ppm, $p=0.014$; alumnos con muchas molestias: filtro transparente= 71.23 ± 2.29 ppm, filtro coloreado= 70.78 ± 2.24 ppm, $p=0.571$; Figura 33).

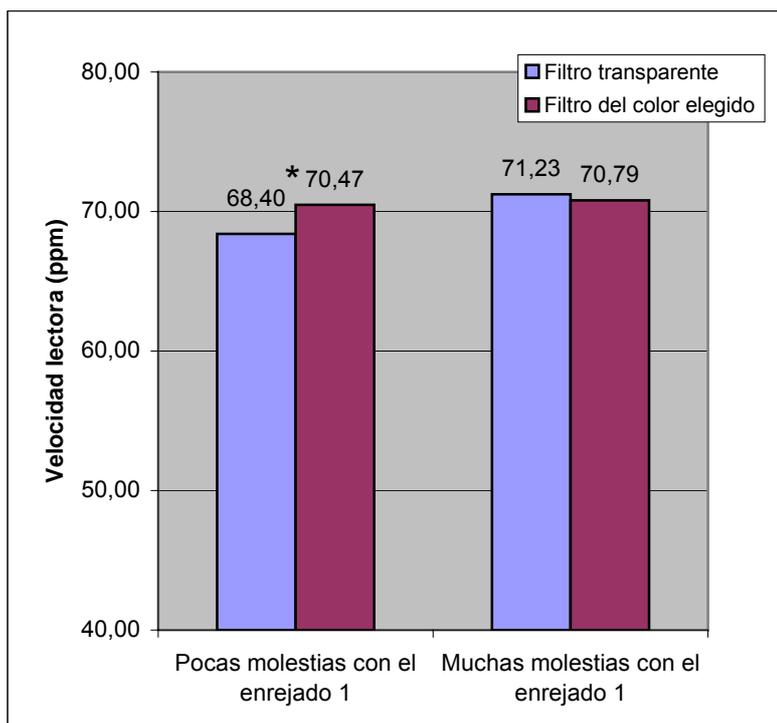


Figura 34. Velocidad lectora en función de las molestias producidas por el enrejado 1 y del tipo de filtro utilizado (transparente y color elegido). El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

7. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS EN LAS MOLESTIAS VISUALES AL MIRAR PATRONES ENREJADOS UTILIZANDO FILTROS COLOREADOS Y EL GRADO DE MOLESTIA VISUAL PRODUCIDA POR LOS ENREJADOS

En la Tabla 23 se observa que los alumnos que no sufrían variaciones en sus molestias al mirar los enrejados utilizando los filtros de color elegidos ($n=25$), tendían a tener menor sintomatología visual y menor grado de molestias producidas por los enrejados, aunque las diferencias únicamente resultaron significativas al comparar los grupos de alumnos que empeoraban ($n=19$) con los que no sufrían variaciones en el grado de molestias producidas por el enrejado ($t=6.67$, $gl=27.66$, $p < 0.001$). Por lo tanto, no se halló una relación consistente entre el grado de molestias al mirar patrones de enrejados y las mejoras al mirar dichos patrones con los filtros coloreados.

Tabla 23. Número total de síntomas visuales y grado de molestia producida por los enrejados en función de si los alumnos empeoraban, no cambiaban o mejoraban en sus molestias al mirar los enrejados con y sin el filtro elegido

	Inventario de Síntomas Visuales	Grado de molestias producidas por los enrejados
Puntuaciones medias		
Alumnos que empeoraban (GMej.M<0; n=19)	12.21	2.83
Alumnos que no cambiaban (GMej.M=0; n=25)	9.24	1.35
Alumnos que mejoraban (GMej.M>0; n=17)	10.12	1.65

8. RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE MEJORA AL MIRAR PATRONES ENREJADOS CON EL FILTRO COLOREADO ELEGIDO Y EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA

Como se ha visto en el apartado anterior, cuando se preguntó a los alumnos por las molestias que tenían al mirar los patrones enrejados con los filtros coloreados (ver apartado de *Metodología*), 25 alumnos dijeron que veían igual, 19 alumnos que empeoraban y 17 alumnos que mejoraban. En la Tabla 24 se presentan los resultados del primer MANCOVA mixto “Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado x Color x Prueba de lectura” (3x2x2) realizado para comprobar si había algún tipo de relación entre el grado de mejora en la molestia al mirar patrones enrejados y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados.

Tabla 24. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora medio al mirar patrones enrejados utilizando el filtro coloreado elegido y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado	0.85	2	57	0.434
Color	5.74	1	57	0.020
Prueba de lectura	2.78	2	56	0.070
Puntuaciones IG	21.09	1	57	<0.001
Color x Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado	5.19	2	57	0.009
Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado	1.89	4	114	0.117
Color x Prueba de lectura	0.68	2	56	0.510
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado	0.71	4	114	0.588

La interacción “Color x Grado de mejora al mirar patrones enrejados con el filtro coloreado” resultó significativa $F(2,57)=5.19$, $p=0.009$. El análisis post-hoc de esta interacción realizado a través del método de comparaciones múltiples de Bonferroni mostró que en los alumnos en los que “no” había variaciones en sus molestias al mirar patrones enrejados llevando los filtros de color elegido ($n=25$), se producían mejoras significativas en la velocidad lectora al llevar las lentes coloreadas (filtros transparentes= 66.46 ± 2.61 ppm, filtros del color elegido= 68.91 ± 2.58 ppm, $p=0.006$). En el resto de grupos no hubo diferencias significativas aunque el grupo que mejoraba al mirar patrones enrejados con los filtros coloreados ($n=17$) leyó algo más rápido con el filtro transparente (grupo en que los alumnos empeoraron las molestias al mirar patrones enrejados con los filtros coloreados: filtro transparente= 71.39 ± 2.98 ppm, filtros del color elegido= 72.26 ± 2.95 ppm, $p=0.383$; grupo en los que se redujeron las molestias al mirar patrones enrejados con los filtros coloreados: filtro transparente= 73.23 ± 3.11 ppm, filtros del color elegido= 71.36 ± 3.08 ppm, $p=0.073$). Por lo tanto, los alumnos que empeoraban sus molestias al mirar patrones enrejados ($n=19$) eran los que aumentaban su velocidad lectora con los filtros, mientras que los que decían que mejoraban tendían a leer más

espacio con los filtros, aunque en este último caso, las diferencias no llegaron a ser significativas (Figura 35).

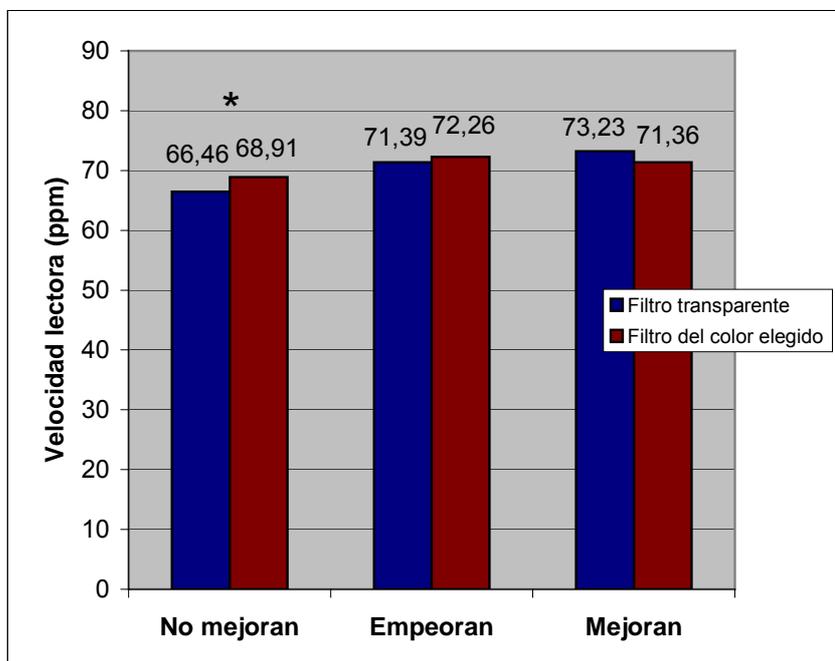


Figura 35. Variaciones en la velocidad lectora en función del grado medio de mejora informado por los alumnos al mirar unos patrones enrejados y de si los alumnos utilizaban o no el filtro coloreado elegido. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En el Anexo 3 se presentan los resultados de los 3 MANCOVAs mixtos realizados para cada uno de los enrejados presentados [“Grado de mejora al mirar el enrejado 1 con el filtro elegido x Color x Prueba de lectura” (3x2x2), “Grado de mejora al mirar el enrejado 2 con el filtro elegido x Color x Prueba de lectura” (3x2x2) y “Grado de mejora al mirar el enrejado 3 con el filtro elegido x Color x Prueba de lectura” (3x2x2)]. Los resultados fueron muy similares al anterior, excepto en el hecho de que la interacción “Color x Grado de mejora en el enrejado al llevar el filtro coloreado” solamente resultó significativa con el enrejado 2, $F(2,57)=8.02$, $p=0.019$. El análisis post-hoc se realizó mediante el método de comparaciones múltiples de Bonferroni, y mostró que únicamente se producían mejoras en la velocidad lectora en los alumnos que no habían variado sus molestias al mirar el enrejado 2 con los filtros coloreados (Filtro transparente= 69.41 ± 2.11 , filtro coloreado= 71.45 ± 2.04 , $p=0.005$; $n=37$). En el resto de grupos no hubo diferencias significativas [Grupo que aumentaba sus molestias ($n=15$) ante enrejados con los filtros coloreados: filtro

transparente=74.03±3.32 ppm, filtro coloreado=72.91±3.20 ppm, p=0.314; Grupo que reducía sus molestias (n=9) ante enrejados con los filtros coloreados: filtro transparente=64.93±4.27 ppm, filtro coloreado=63.51±4.12 ppm, p=0.324].

9. RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE MEJORA AL LEER TEXTOS ESCRITOS Y EL EFECTO DEL COLOR SOBRE LA VELOCIDAD LECTORA

Al preguntar a los alumnos si tenían menos molestias visuales al leer una revista llevando los filtros que habían elegido, 27 alumnos contestaron que no mejoraban nada, 18 que mejoraban poco, 9 que mejoraban algo y 7 dijeron que mejoraban mucho. No hubo ningún alumno que dijera que había mejorado muchísimo. A continuación, se volvió a aplicar un MANCOVA mixto “Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido x Color x Prueba de lectura” (3x2x2). En la Tabla 25 se muestran los resultados que produjo este análisis.

Tabla 25. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora al leer textos escritos utilizando el filtro coloreado elegido y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	0.72	3	56	0.547
Color	11.67	1	56	0.001
Prueba de lectura	2.95	2	55	0.061
Puntuaciones IG	20.20	1	56	<0.001
Color x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	2.95	3	56	0.040
Prueba de lectura x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	0.59	6	112	0.735
Color x Prueba de lectura	0.77	2	55	0.470
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	1.76	6	112	0.114

Además del efecto principal “Color”, de las “Puntuaciones IG” y de la interacción “Color x Puntuaciones IG”, resultó significativa la interacción “Color x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido” $F(3,56)=2.95$, $p=0.04$. Al realizar

un análisis post-hoc con el método de comparaciones múltiples de Bonferroni, se comprobó que únicamente los alumnos que decían que su grado de mejora al utilizar el filtro había sido “mucho” (n=7), aumentaban su velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados (diferencia en velocidad lectora entre el filtro coloreado y el filtro transparente=4.17 ppm, p=0.20). No hubo diferencias significativas con el resto de grupos ni en el resto de interacciones. (Ver Figura 36).

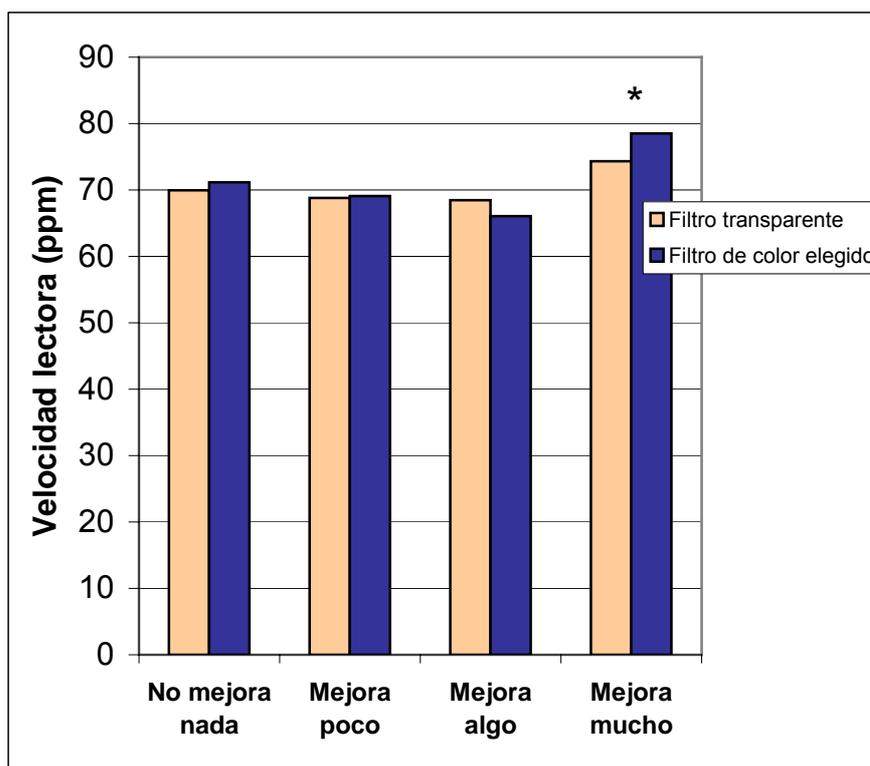


Figura 36. Velocidad lectora en función del grado de mejora informado por los alumnos al leer una revista y del uso o no del filtro elegido. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

10. RELACIÓN ENTRE LA REDUCCIÓN DE MOLESTIAS AL MIRAR PATRONES ENREJADOS Y TEXTOS ESCRITOS AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS

Al analizar si existía una relación entre la mejora observada por algunos alumnos al leer textos escritos con los filtros coloreados, y la disminución de molestias al mirar patrones enrejados con los filtros, encontramos que no existía una correlación estadísticamente significativa entre ambas circunstancias ($r=0.11$, $p=0.42$). Por tanto, las variaciones en las molestias al mirar los enrejados con los

filtros coloreados no parecían relacionarse directamente con las mejoras subjetivas de los alumnos al leer los textos escritos con dichos filtros.

11. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS AL LEER TEXTOS ESCRITOS Y LAS VARIACIONES EN LA SENSIBILIDAD Y EL CRITERIO DE RESPUESTA DEL SUJETO AL UTILIZAR LOS FILTROS COLOREADOS

En este apartado se deseaba comprobar si el grado de mejora informada por los alumnos al leer un texto con los filtros coloreados se relacionaba con la presencia de cambios en su sensibilidad visual (independiente de sus intereses o motivaciones) o en su criterio de respuesta (independiente de la sensibilidad del sujeto).

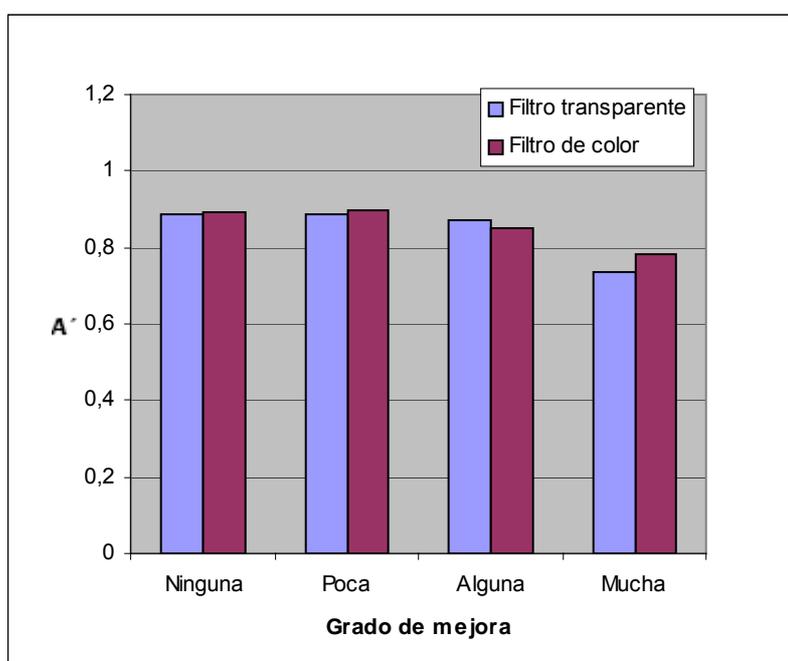


Figura 37. Grado de sensibilidad de los alumnos (A') en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología de análisis no paramétrica.

Para analizar los resultados, realizamos un contraste de medias para muestras relacionadas (Test de Wilcoxon unilateral) en el que comprobamos que en ninguno de los grupos varió la sensibilidad media (A' media) libre de intereses y motivaciones del sujeto (ver explicación en la *Introducción* y en el apartado de *Cuantificación de Respuestas y Análisis Estadístico de Datos*) en función de si utilizaba el filtro coloreado elegido o el filtro transparente [grupo sin ninguna mejora (n=27): p=0.48; grupo con poca mejora (n=18): p=0.45; grupo con alguna mejora

(n=9): $p=0.37$ y grupo con mucha mejora (n=7): $p=0.23$; ver Figura 37]. Sin embargo, el criterio de respuesta varió de manera significativa en el grupo con mucha mejora [grupo con ninguna mejora (n=27): $p=0.32$; grupo con poca mejora (n=18): $p=0.21$, grupo con alguna mejora (n=9): $p=0.42$ y grupo con mucha mejora (n=7): $p=0.04$; ver Figura 38].

Tabla 26. Comparación del grado de sensibilidad visual libre de criterio (A') y del criterio de respuesta de los alumnos libre de intereses o motivaciones (B'') entre los grupos con diferentes grados de mejora al leer textos escritos utilizando las lentes coloreadas. En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

	A'	B''
Comparación entre los grupos con ninguna o con poca mejora	$p=0,24$	$p=0,41$
Comparación entre los grupos con ninguna o con alguna mejora	$p=0,44$	$p=0,50$
Comparación entre los grupos con ninguna o con mucha mejora	$p=0,16$	$p=0,01$
Comparación entre los grupos con poca o con alguna mejora	$p=0,30$	$p=0,41$
Comparación entre los grupos con poca o con mucha mejora	$p=0,49$	$p=0,01$
Comparación entre los grupos con alguna y con mucha mejora	$p=0,26$	$p=0,003$

Comprobamos además, mediante el Test de Montecarlo unilateral para muestras independientes, que los alumnos del grupo que habían obtenido mucha mejora (n=7) utilizaban, con los filtros transparentes, un criterio de respuesta similar al resto de grupos, mientras que variaban su criterio al realizar la prueba con las lentes coloreadas (ver Tabla 26), lo que significa que las lentes coloreadas parecían inducir cambios en la manera de responder de los alumnos, haciendo sus contestaciones más arriesgadas.

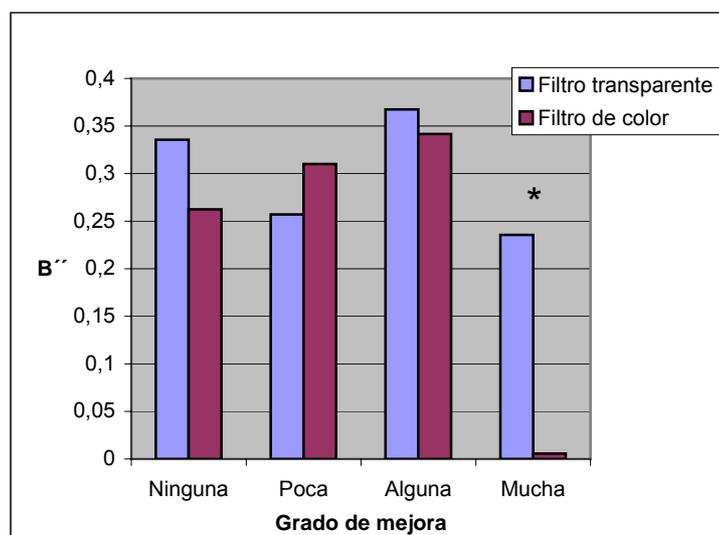


Figura 38. Criterio de los alumnos (B'') en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología de análisis no paramétrica. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$).

Al analizar los datos utilizando los índices paramétricos (ver *Introducción*) de sensibilidad (d') y criterio (c) se obtuvieron los resultados que aparecen en las Figuras 39 y 40.

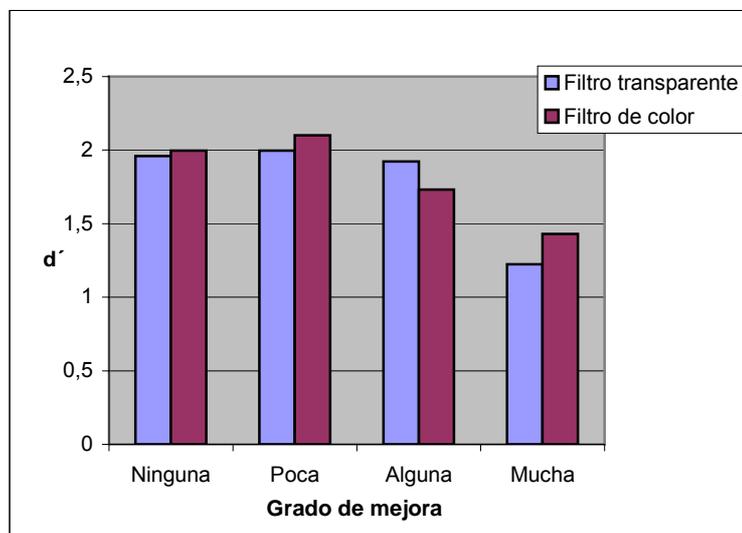


Figura 39. Grado de sensibilidad (d') de los alumnos en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando utilizaban el filtro transparente o el filtro coloreado, empleando la metodología paramétrica. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

No hubo diferencias significativas de sensibilidad al utilizar el filtro elegido en ningún grupo (t de Student unilateral para muestras relacionadas): grupo sin ninguna mejora (n=27): $p=0.31$, grupo con poca mejora (n=18): $p=0.26$, grupo con alguna mejora (n=9): $p=0.30$ y grupo con mucha mejora (n=7): $p=0.26$. El grupo con mucha mejora se diferenció en el criterio utilizado tan sólo cuando usaba los filtros coloreados (t de Student unilateral para muestras relacionadas: grupo sin ninguna mejora: $p=0.47$, grupo con poca mejora: $p=0.45$, grupo con alguna mejora: $p=0.46$ y grupo con mucha mejora: $p=0.04$).

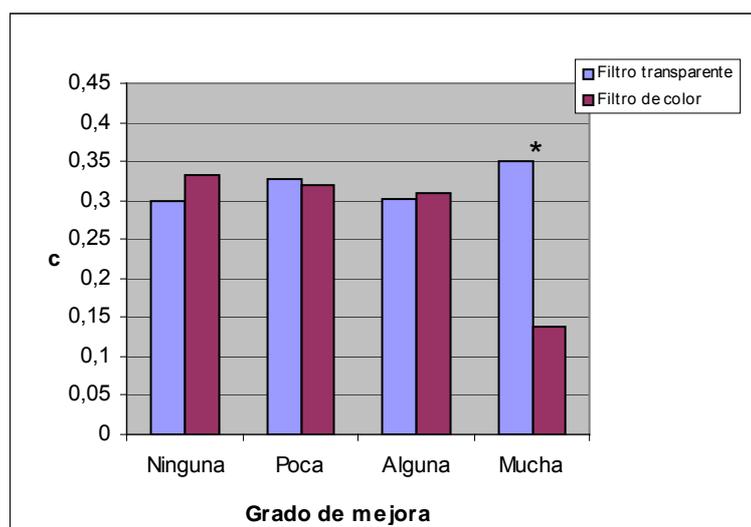


Figura 40. Criterio de respuesta (c) de los alumnos en la tarea diseñada para aplicar la TDS cuando empleaban el filtro transparente o el filtro coloreado, utilizando la metodología paramétrica. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

12. RELACIÓN ENTRE LAS MEJORAS EN LA VELOCIDAD LECTORA EN DIFERENTES PRUEBAS DE LECTURA Y LAS VARIACIONES EN LA SENSIBILIDAD Y EL CRITERIO DE RESPUESTA AL LLEVAR LOS FILTROS COLOREADOS

Como se observa en la Tabla 27, donde se recogen los valores de la t de Student de las pendientes de las rectas de regresión entre los valores obtenidos en la prueba de la Teoría de la Detección de Señales y de la velocidad lectora, no hubo ninguna relación estadísticamente significativa entre estas variaciones en ninguna de las tres pruebas de lectura utilizadas, lo que significa que las mejoras en la velocidad lectora guardaban poca relación con los cambios en la sensibilidad visual (A' y d') y el criterio de respuesta (B'' y c).

Tabla 27. Relación entre las variaciones en los índices de sensibilidad (A' y d') y criterio de respuesta (B'' y c) al llevar los filtros coloreados y la velocidad lectora en diferentes pruebas llevando los mismos filtros. El valor que aparece en cada casilla corresponde a la t de Student. No hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en ningún caso.

	Variaciones en la lectura de palabras	Variaciones en la lectura de pseudopalabras	Variaciones en la lectura del TIEV
Variaciones en A'	0.513	0.712	1.165
Variaciones en B''	-0.353	-0.578	-1.183
Variaciones en d'	-1.341	-1.047	-0.672
Variaciones en c	0.472	0.077	0.685

13. RELACIÓN ENTRE LA MEJORA EN LA VELOCIDAD LECTORA, LOS ERRORES COMETIDOS DURANTE LA LECTURA Y EL GRADO DE MEJORA DE MOLESTIAS AL LEER TEXTOS ESCRITOS

Los resultados comentados en el punto 9 de esta sección señalaban que los alumnos que decían mejorar al leer textos escritos llevando los filtros coloreados leían más rápido. Otro de nuestros objetivos era comprobar si estos mismos alumnos cometían más errores durante la lectura cuando llevaban las lentes coloreadas. Para ello se realizó un MANCOVA mixto “Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido x Color x Prueba de lectura” (4x2x2), y los resultados de este análisis aparecen en la Tabla 28.

Tabla 28. Resultados del MANCOVA mixto utilizado para comprobar la relación entre el grado de mejora al leer textos escritos utilizando el filtro coloreado elegido y la cantidad de errores cometidos durante la lectura al utilizar los filtros coloreados. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	2.72	3	56	0.053
Color	0.06	1	56	0.808
Prueba de lectura	3.83	2	55	0.028
Puntuaciones IG	0.53	1	56	0.469
Color x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	2.84	3	56	0.046
Prueba de lectura x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	1.36	6	112	0.235
Color x Prueba de lectura	4.31	2	55	0.018
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido	0.97	6	112	0.446

Como se puede comprobar en la Tabla 28, al contrario que con la velocidad lectora, no resultó significativo el factor principal “Color”. Sin embargo, sí resultó significativa la interacción “Color x Grado de mejora al leer textos con el filtro elegido” $F(3,56)=2.84$, $p=0.046$. Al realizar el análisis post-hoc mediante el método de comparaciones múltiples de Bonferroni se comprobó que los alumnos que decían haber mejorado mucho con los filtros coloreados al leer textos escritos ($n=7$), cometían significativamente más errores durante la lectura al llevar estos filtros que

al llevar el filtro transparente (media de errores con el filtro transparente=4.31±1.23, media de errores con el filtro coloreado=6.43±1.23, p=0.007). En el resto de grupos no hubo diferencias significativas (Ver Figura 41).

También resultó significativo el efecto principal “Prueba de lectura” $F(2,55)=3.83$, $p=0.03$ y la interacción “Color x Prueba de lectura” $F(2,55)=4.31$, $p=0.018$. El análisis post-hoc mediante el método de comparaciones múltiples de Bonferroni mostró que: a) en cada prueba de lectura se producía una media significativamente distinta de errores (diferencia entre la lectura de palabras y lectura de pseudopalabras=-3.91±0.44, $p<0.001$; diferencia entre la lectura de palabras y el TIEV=-9.63±0.97, $p<0.001$; diferencia entre la lectura de pseudopalabras y el TIEV=-5.72±0.90, $p<0.001$) y b) la diferencia en el número de errores cometidos al llevar el filtro de color o el filtro transparente tendía a ser mayor en la prueba de lectura de palabras, aunque las diferencias no llegaron a ser significativas ($p=0.095$).

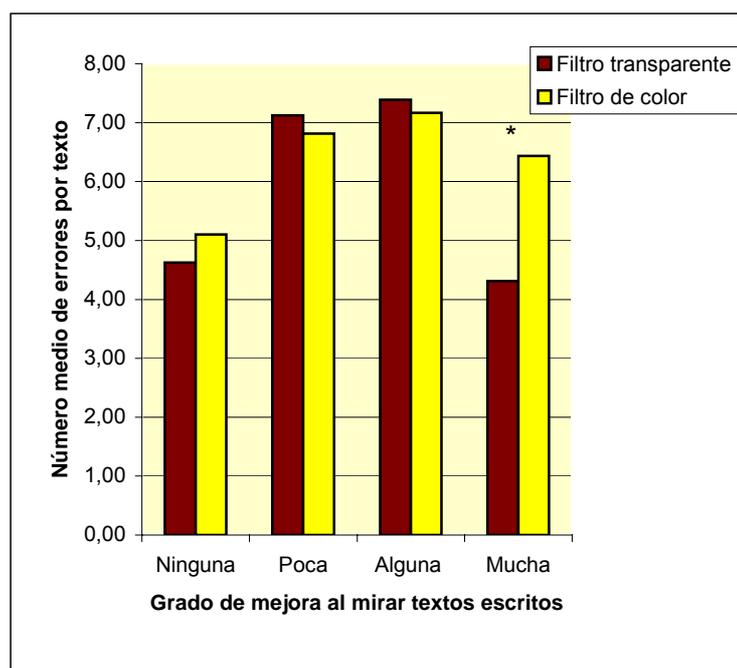


Figura 41. Número medio de errores por texto en función del grado de mejora informado por los alumnos al leer un texto y de si los alumnos utilizaban o no el filtro coloreado elegido. El asterisco (*) indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$).

DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

En este trabajo nos propusimos investigar si los filtros coloreados eran un tratamiento adecuado para mejorar la velocidad lectora de los alumnos. Para ello, pusimos a prueba tres modelos teóricos: la teoría del sesgo atribucional, la teoría del déficit en el sistema magnocelular y la teoría de la hiperexcitabilidad cortical, que se han utilizado para explicar cómo afectan los filtros coloreados a la lectura. Los análisis realizados documentaron que:

a) Al utilizar el filtro elegido, los alumnos leían por término medio un poco más deprisa (0.83 ppm más de media), y que dichas mejoras no dependían de los síntomas visuales de los alumnos ni de su nivel de lectura

b) Aunque se encontró cierta consistencia en la elección del color del filtro tras una semana, los efectos beneficiosos del filtro coloreado prácticamente desaparecían pasado este tiempo

c) Las mejoras encontradas en la velocidad lectora no guardaban relación con la tonalidad ni con la transmisión del filtro elegido

d) Tampoco se encontró relación entre las mejoras en la velocidad lectora al llevar los filtros coloreados y:

i) El grado de molestias que provocan los patrones enrejados,

ii) El grado de mejora en las molestias al leer estos patrones llevando filtros coloreados o

iii) La reducción en las molestias visuales al leer textos escritos

e) El criterio de respuesta de los alumnos que decían que habían mejorado “mucho” al llevar los filtros (independiente de su sensibilidad visual) se hizo más arriesgado al utilizar los filtros coloreados; sin embargo, la sensibilidad visual (libre de intereses, motivaciones o expectativas) se mantuvo estable en todos los grupos. Además, los alumnos que decían que habían mejorado “mucho” leían más deprisa, pero cometían más errores durante la lectura.

A continuación se comentan las implicaciones de cada uno de los resultados obtenidos en los objetivos específicos planteados en este trabajo y cómo se relacionan cada uno de estos resultados con las tres teorías propuestas para explicar los efectos de los filtros coloreados en la lectura.

El objetivo 1 pretendía investigar si los filtros coloreados mejoraban la velocidad lectora de la mayoría de los alumnos de la muestra participante en nuestro estudio. Los resultados de nuestro trabajo mostraron que los filtros coloreados provocaban ligeras mejoras en la velocidad lectora media de la muestra de 61 alumnos, mientras que cometían más errores al leer. Sin embargo, las mejoras encontradas fueron muy pequeñas (menos de 1 palabra por minuto) aunque estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Este resultado se suma a la controversia existente sobre la posible utilidad de estos filtros.

Al hacer una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el tema encontramos prácticamente tantos trabajos que documentaban mejoras en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados como trabajos que no documentaban dichas mejoras. Entre los primeros cabe destacar los trabajos de Bouldoukian y cols. (2002), Chase y cols. (2003 - Experimentos 1 y 4), Evans y Joseph (2002), Harris y MacRow-Hill (1999), Jeanes y cols. (1997), Kyd y cols. (1992), O'Connor y cols. (1990) y Wilkins, Sihra y Myers (2005). Entre los segundos destacan los trabajos de Blaskey y cols. (1990), Chase y cols. (2003 - Experimentos 2 y 3), Cotton y Evans (1990b), Iovino y cols. (1998), Menacker y cols. (1993), Robinson y Conway (1990) y Robinson y Foreman (1999a).

También hubo trabajos que documentaron mejoras en la precisión de los alumnos durante la lectura (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b) y trabajos que no encontraron dichas mejoras (Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993), o incluso registraron un empeoramiento al utilizar determinados colores (Chase y cols., 2003 - Experimentos 2 y 3). Lo mismo sucedió al estudiar los efectos de los filtros en la comprensión lectora, ya que en algunos trabajos se documentaron mejoras (Chase y cols., 2003 - Experimento 1; O'Connor y cols., 1990; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999b; Solan y cols., 1997), mientras que en otros trabajos no las documentaron (Blaskey y cols., 1990; Chase y cols., 2003 - Experimentos 2 y 3; Cotton y Evans, 1990b; Kyd y cols., 1992; Martin y cols., 1993).

Las mejoras en la velocidad lectora provocadas por los filtros coloreados utilizados en nuestro estudio fueron de pequeña magnitud, y ello podría explicar, junto con otros factores que se verán más adelante en esta discusión, que en muchos trabajos previos con otros filtros no hayan detectado dichos cambios en la lectura.

Por otro lado, la comparación entre los resultados obtenidos por distintos autores y por nosotros puede estar afectada de forma importante por diversos aspectos metodológicos que se comentan a continuación.

En primer lugar, se comprobó que los alumnos leían más rápidamente la prueba de lectura de palabras que las pruebas de lectura de pseudopalabras y el texto inductor de estrés visual, por lo que el acceso al significado de lo que se estaba leyendo (que solamente era relevante para esta prueba de lectura de palabras) parecía tener un efecto facilitador de la lectura de los alumnos. La lectura de pseudopalabras también era más rápida que la lectura del texto inductor de estrés visual, por lo que éste último parecía dificultar de alguna manera la lectura de los alumnos (lo que constituía su propósito inicial). Por otro lado, se constató que los alumnos con pocos síntomas visuales leían más rápidamente la prueba de lectura de palabras, mientras que no se diferenciaban de manera significativa de los alumnos con pocos síntomas visuales en el resto de pruebas de lectura. Estos resultados sugieren que la sintomatología visual parece relacionarse con el reconocimiento de palabras conocidas, pero el mecanismo preciso de cómo se produce este efecto se alejaba de los propósitos de la presente investigación y deberá ser estudiado en futuros trabajos.

Por otro lado, en las investigaciones que utilizaron un texto inductor de estrés visual (TIEV), como por ejemplo, el *Wilkins Rate of Reading Test* (Bouldoukian, y cols., 2002; Evans y Joseph, 2002; Waldie y Wilkins, 2004; Wilkins y Lewis, 1999; Wilkins y cols., 1996), se comentó que se registraba el tiempo empleado en leer las palabras correctamente y a continuación, se calculaba el número medio de palabras leídas correctamente por minuto. Es decir, que el tiempo empleado en leer las palabras de manera incorrecta (errores de lectura) no se tuvo en cuenta, sino que se descontó antes de realizar el análisis estadístico (Wilkins y cols., 1996). Sin embargo, las pruebas de lectura en español que utilizamos en nuestro estudio (PROLEC y PROLEC-SE) indicaban que se debía registrar el tiempo que el sujeto tardaba en leer la lista completa de palabras y de pseudopalabras (Ramos y Cuetos, 1999) es decir, los autores no recomendaban descontar el tiempo empleado en los errores producidos durante la lectura.

Como suele suceder al realizar cualquier prueba de lectura, algunos alumnos de nuestro trabajo se saltaron o repitieron alguna línea, omitieron algunas palabras, o sustituyeron unas palabras o pseudopalabras por otras parecidas.

Al elaborar el diseño experimental de nuestro trabajo de investigación pensamos que el hecho de descontar o no el tiempo empleado en leer de manera incorrecta podría alterar de manera significativa los resultados, y de hecho, así fue, obteniéndose velocidades de lectura mayores al haber descontado los tiempos empleados durante la comisión de errores. Además, esta mejora en la velocidad lectora se produjo únicamente en las pruebas de lectura de palabras y pseudopalabras (y no en el TIEV). Dado que dicha mejora no guardó ninguna relación con los efectos del color sobre la lectura, este resultado no aportó información relevante a los propósitos de la presente investigación.

Al tratar de determinar si los filtros coloreados mejoraban la velocidad lectora de los alumnos con mucha sintomatología visual (Objetivo 2), vimos que las mejoras eran muy similares entre los grupos de alumnos con muchos y con pocos síntomas visuales asociados a la lectura. Estos resultados contradecían los encontrados en el trabajo de Maclachlan y cols. (1993) y de Singleton y Trotter (2005), si bien en ellos también hay aspectos metodológicos que pudieran estar detrás de las diferencias observadas con nuestros resultados.

En el primer trabajo, Maclachlan y cols. (1993) postulaban que los alumnos que mejoraban con los filtros coloreados tenían “distorsiones en la percepción del texto y dolor periocular” pero no se indicaba cómo se habían formulado las preguntas para obtener esta información de los alumnos, ni si se había utilizado alguna prueba estandarizada para su valoración. Además, los autores señalan que la mayoría de los participantes tenían antecedentes familiares de migrañas, aunque ninguno de ellos había sido revisado por un neurólogo para confirmar o descartar la presencia de esta alteración.

En el segundo estudio, Singleton y Trotter (2005) documentaron que los alumnos con mucha sintomatología visual, evaluada con el VPPI (*Visual Processing Problems Inventory*; Singleton, pendiente de publicación), mejoraban en mayor medida al utilizar los filtros coloreados. Es probable que los resultados contradictorios encontrados entre esta investigación y la nuestra se deban a que se han utilizado diferentes pruebas para evaluar la sintomatología visual (el VPPI en el trabajo de Singleton y Trotter, y el ISV en el presente trabajo). La prueba que utilizaron estos autores no ha sido publicada hasta el momento, por lo que no se conocen sus características psicométricas. Además, los autores (Singleton y Trotter, 2005) no informan en su artículo sobre qué se preguntó a los alumnos, ni proporcionan información de cómo se realizaron estas preguntas, por lo que es difícil realizar una valoración de la misma. Las principales características psicométricas del

ISV han sido publicadas recientemente (Vidal, 2006) y en un estudio previo se había documentado (Vidal y Sobrado, 2005) que esta prueba presenta una buena estabilidad temporal. Por último, está pendiente de publicación un estudio definitivo sobre la validez y fiabilidad de la prueba en una muestra de alumnos mucho mayor (1414 alumnos, frente a los 640 alumnos utilizados en la primera baremación).

En cuanto a las condiciones de aplicación del ISV, en nuestro estudio tuvimos especial cuidado en que los alumnos desconocieran la finalidad última del estudio. Por ello, la recogida de síntomas fue realizada antes de que los alumnos supieran que se iban a emplear los filtros coloreados. Además, en ninguno de los items se hacía referencia a los filtros coloreados ni a que se esperaba que se produjeran mejoras en la lectura (ver Figura 14, página 76).

Como se ha comentado en el apartado de *Metodología*, cuando empezaron a utilizarse los filtros, no se dijo que servían para mejorar la lectura. A los alumnos que preguntaron sobre el propósito de las pruebas, se les dijo que se estaba haciendo un estudio sobre la iluminación en las aulas y que para ello debían ponerse lentes de diferentes colores. Consideramos que esta precaución redujo o eliminó la posibilidad de que los alumnos pensaran que llevando lentes coloreadas iban a leer mejor, pero puede que algunos pensaran que utilizando determinado color iban a leer más rápido porque dichos filtros eran beneficiosos para la iluminación de su aula.

Por lo tanto, a partir de nuestros resultados se puede afirmar que los alumnos con poca o mucha sintomatología visual (valorada a partir de la prueba del ISV) obtuvieron mejoras similares en la velocidad lectora al llevar los filtros coloreados y que estos resultados no coincidieron con los encontrados por otros autores. Estas diferencias pudieron ser debidas a que: a) en aquellos trabajos no se realizara una recogida de datos sistemática y rigurosa (Maclachlan y cols., 1993); b) hubiera diferencias introducidas por los instrumentos de medida (como las pruebas de lectura y de valoración de la sintomatología visual utilizadas); o c) hubiera motivos que no se pueden determinar por el momento debido a la novedad de las pruebas (Singleton y Trotter, 2005; Vidal, 2006).

Por otro lado, en algunos trabajos que habían encontrado relaciones entre sintomatología visual y efectos beneficiosos de las lentes en la lectura (Iovino y cols., 1998; Robinson y Foreman, 1999 a y b; Wilkins y cols., 2004) no se realizó una revisión optométrica u oftalmológica antes de aplicar las pruebas, por lo que es posible que dicha ausencia de control experimental pudiera explicar parte de los resultados encontrados en estos trabajos.

Aunque en nuestro trabajo no realizamos un examen visual completo, hicimos un chequeo visual a los alumnos que participaron con la intención de detectar a aquellos que mostraran valores anormalmente altos o bajos (con puntuaciones directas alejadas en más de una desviación típica de la media de su grupo de referencia) en alguna de las variables de la función visual, para poder eliminarlos de la muestra final, y así poder reducir al máximo la influencia de problemas visuales en la recogida de datos. Por lo tanto, derivamos a los alumnos que habían sido eliminados de nuestra muestra invitada por este motivo, y dejamos en manos de otro profesional (optometrista u oftalmólogo) la delimitación precisa y el tratamiento su problema visual.

Sin embargo, el chequeo visual que empleamos fue algo más extenso que el que se suele realizar normalmente en los centros educativos de algunos países europeos y norteamericanos (Suecia, Estados Unidos y Canadá, principalmente). En estos chequeos se suele evaluar principalmente la agudeza visual (Ciner y cols., 1999; Donahue, Arnold y Ruben, 2003; Enzenauer, 2004; Gorodzinsky y cols., 1998; Hartmann y cols., 2001; Joish, Pharm, Manlone y Miller, 2003; Kemper, Fant, Bruckman y Clark, 2004; Kvarnström, Jakobsson y Lennerstrand, 2001), aunque en algunos también se realizan mediciones de: alineamiento de los ejes visuales (Ciner y cols., 1999; Donahue y cols., 2003; Hartmann y cols., 2001; Kemper y cols., 2004), del estado refractivo del sujeto (Ciner y cols., 1999; Donahue y cols., 2003; Kemper y cols., 2004), de la visión cromática (Ciner y cols., 1999; Hartmann y cols., 2001) y de la estereopsis (Hartmann y cols., 2001). En nuestro estudio decidimos incluir también la medición de la amplitud de acomodación, el punto próximo de convergencia y las reservas fusionales porque, como se ha visto en la *Introducción*, algunos autores (Blaskey y cols., 1990; Ciuffreda y cols., 1997; Evans y cols., 1995; Scheiman y cols., 1990; Simmers y cols., 2001; Solan y Richman, 1990; Wilkins y cols., 1994) postulan que algunos alumnos que mejoran con los filtros coloreados podrían presentar disfunciones acomodativas o binoculares que no han sido detectadas o tratadas previamente, y también hay algunos estudios (Cornelissen, Bradley, Fowler y Stein, 1992; Evans y cols., 1995; Evans, Wilkins, Busby y cols., 1996; Evans y cols., 1999; Greatex y Drasdo, 1998; Krumholtz, 2000; Rosner y Rosner, 1997; Wharry y Kirkpatrick, 1986; Woodhouse, Griffiths y Gedling, 2000) que han encontrado cierta relación entre la presencia de problemas optométricos (defectos de refracción, disfunciones en la motilidad ocular y la acomodación) y las dificultades de lectura.

Como se puede observar en la Tabla 6 (página 74), los grupos de alumnos que se formaron en un principio no mostraban diferencias en casi ninguna variable visual obtenida mediante el chequeo visual realizado, por lo que nuestros resultados sugieren que existe escasa relación entre estas variables y la sintomatología visual analizada. Sin embargo, consideramos que nuestros datos no permiten descartar completamente la posibilidad de que los efectos beneficiosos de las lentes coloreadas en la lectura estén relacionados de alguna manera con el funcionamiento visual de los alumnos. Para ello, nos basamos en algunas limitaciones en nuestra recogida de datos que deberían ser solucionadas en futuras investigaciones:

a) El Bioptor Vision Test (Scheiman y Wick, 1996; Worrall, 1986) fue utilizado para obtener unos valores de heteroforias en visión de lejos y visión de cerca, que fueron comparados con los valores obtenidos al realizar estas mediciones con las barras de prismas (y los resultados fueron equivalentes en ambos casos), pero también fue utilizado para calcular la agudeza visual de los alumnos. El cálculo de la AV mediante estereoscopios como el Bioptor Vision Test tiene la ventaja de que permite detectar la presencia de supresiones de uno de los ojos en condiciones binoculares, que pasarían desapercibidas con optotipos convencionales, aunque tiene como inconveniente que las mediciones que se obtienen son algo más artificiales que con otros instrumentos de “campo abierto” (Scheiman y Wick, 1994), como los optotipos de letras o números de visión de lejos o cerca. Por ello, consideramos que en futuras investigaciones debería utilizarse algún otro método adicional para realizar el cálculo de esta variable.

b) En el caso de que hubiéramos realizado una evaluación más precisa de la disfunción binocular o acomodativa de cada alumno que había sido eliminado de la muestra definitiva, hubiera sido muy difícil extrapolar los resultados obtenidos a la población general dado el escaso número de alumnos que habría quedado en cada tipo de disfunción, por lo tanto, en futuros trabajos se debería utilizar una muestra invitada mucho mayor, o bien, formar a priori grupos de alumnos con determinadas disfunciones visuales para comprobar si los filtros coloreados producen en ellos efectos diferentes en la velocidad lectora, al compararlos con los alumnos de control.

c) Para llegar a la clasificación precisa de algunos tipos de disfunciones acomodativas (por ejemplo, inflexibilidad acomodativa) deberíamos incorporar en el chequeo visual realizado algunas pruebas optométricas como por ejemplo, la prueba de flexibilidad acomodativa.

d) Con las pruebas optométricas convencionales tampoco sería posible detectar algunos efectos sutiles de los filtros coloreados sobre la función acomodativa. Como se ha visto en la *Introducción*, Simmers y cols. (2001) encontraron cierta inestabilidad acomodativa en los usuarios de lentes coloreadas que debería ser medida con instrumentos de registro mucho más sensibles que los que se suelen utilizar en las evaluaciones optométricas convencionales.

No obstante, el objetivo del chequeo visual que realizamos era poder eliminar de la muestra invitada a los alumnos en los que tuviéramos sospechas de la presencia de cualquier problema visual que pudiera alterar los resultados, y consideramos que los alumnos que pasaron a formar parte de la muestra final estuvieron bastante igualados en las variables que fueron tenidas en cuenta en este chequeo.

En nuestro estudio, tampoco se encontraron diferencias en la efectividad de los filtros coloreados en función del nivel de lectura de los alumnos (Objetivo 3 de la presente investigación). Algunos estudios previos habían incluido en su muestra experimental únicamente a alumnos con problemas de lectura (Gole y cols., 1989; Harris y MacRow-Hill, 1999; Menacker y cols., 1993; Robinson y Conway, 1990; Robinson y Foreman, 1999a; Robinson y Foreman, 1999b; Robinson y Miles, 1987) o con diferentes problemas de aprendizaje (Bouldoukian y cols., 2002; Iovino y cols., 1998; Kyd y cols., 1992), pero no se había tenido en cuenta el nivel de inteligencia de los alumnos. Sin embargo, en el presente estudio utilizamos una muestra formada por estudiantes con diferentes niveles de lectura y de Inteligencia General. Como a priori nos interesaba comprobar si los alumnos con diferentes velocidades lectoras mejoraban en mayor medida con los filtros coloreados, decidimos reducir al máximo los efectos del nivel de inteligencia de los alumnos, y para ello, el nivel de Inteligencia General de cada sujeto fue utilizado como covariable durante los análisis estadísticos. Como se puede comprobar en el apartado de *Resultados*, la covariable "Inteligencia General" resultó significativa en la mayoría de los análisis realizados, por lo que dicha variable afectaba a las puntuaciones obtenidas por los alumnos.

Por lo tanto, es posible que esta precaución que adoptamos hiciera que los resultados obtenidos no concordaran con los hallazgos realizados por otros autores. Por ejemplo, Harris y MacRow-Hill (1999) encontraron mejoras en la velocidad lectora específicas en los alumnos con problemas de lectura, pero en su estudio no tuvieron en cuenta los niveles de inteligencia de los usuarios de las lentes coloreadas.

Sin embargo, la mayoría de autores (Evans y Joseph, 2002; Iovino y cols., 1998; Kriss y Evans, 2005; Menacker y cols., 1993) tampoco encontraron diferencias significativas en la eficacia de los filtros coloreados entre buenos y malos lectores. Así pues, los resultados sugieren que las características de la selección de la muestra, y el control de algunas variables que pudieran afectar a los resultados (como la inteligencia) son muy importantes para determinar si los filtros son efectivos en la mejora de la velocidad lectora de algunos alumnos.

En nuestro trabajo empleamos la prueba de inteligencia IGF (Yuste, 2002) porque es una batería aptitudinal recientemente renovada y estandarizada a partir de una muestra de alumnos españoles (Yuste, 2002). Además, es muy utilizada en los Institutos de Educación Secundaria de habla española (Arrieta, 2003; Cerrillo, 2002; García-Moriyón, Colom, Lora, Rivas y Traver, 2000; Gil-Olarte, Palomera y Brackett, 2006; Guil, Gil-Olarte, Mestre y Núñez, 2006) y permite conocer las puntuaciones de cada alumno en Inteligencia General y en varios factores aptitudinales de primer y segundo grado. No obstante, no está clara la comparabilidad de la puntuación de Inteligencia General que aportó esta prueba (IGF; Yuste, 2002) con el concepto de CI que utilizan otras pruebas internacionalmente reconocidas. Por ello, en futuros trabajos sería muy recomendable utilizar otros instrumentos de medida de la inteligencia internacionalmente validados y de aplicación individualizada.

Por otro lado, el texto inductor de estrés visual (TIEV) utilizado en nuestro trabajo tendía a igualar las velocidades lectoras de los alumnos independientemente de su nivel de lectura. Además, mientras que durante la lectura de palabras y pseudopalabras seguía habiendo diferencias significativas en las velocidades lectoras de los alumnos con todos los niveles de lectura, dichas diferencias solamente se producían al descontar el tiempo empleado en la comisión de errores. De acuerdo con este dato, podemos decir que nuestros resultados apoyan la metodología de aplicación de las pruebas de lectura de palabras y pseudopalabras empleada en el PROLEC (Cuetos y cols., 1998) y PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1999). Según esta metodología, se podría registrar el tiempo total de lectura de los alumnos sin tener que descontar el tiempo empleado en la comisión de los errores, mientras que, durante la lectura del TIEV (Wilkins y cols., 1996) sí que sería necesario descontar este tiempo para que se siguieran encontrando diferencias entre buenos y malos lectores. Sin embargo, las diferencias encontradas entre los alumnos con distintos niveles de lectura con el TIEV seguían siendo menores que con las pruebas de lectura de palabras y lectura de pseudopalabras.

Por último, la interacción triple “Color x Prueba de lectura x Errores” mostró que el hecho de descontar los errores afectaba a los resultados de las pruebas de lectura de palabras y lectura de pseudopalabras, pero no a la lectura del TIEV, lo que refuerza la idea de que el TIEV es una prueba de lectura menos sensible al cambio que las pruebas de lectura de palabras y pseudopalabras empleadas en el presente trabajo.

En cuanto al objetivo 4 (Investigar si algunos síntomas visuales se relacionaban de manera específica con la posible mejora en la velocidad lectora al utilizar filtros coloreados), se comprobó que no había ninguna relación estadísticamente significativa entre las variaciones de la velocidad lectora al utilizar lentes coloreadas y la presencia o ausencia de síntomas visuales estudiados mediante el ISV (Vidal, 2006), lo que entra en contradicción con los resultados encontrados en otras investigaciones (Bouldoukian y cols., 2002; Irlen, 1991a, 1991b; Wilkins, 2002).

Como se comentó en la *Introducción*, Irlen (1991a, 1991b) utilizaba la prueba denominada *Irlen Differential Perceptual Schedule* (IDPS) para detectar los alumnos que tenían el Síndrome de Sensibilidad Escotópica (SSS). En esta prueba, el sujeto debía responder de manera subjetiva a varias preguntas que se formulaban ante dos tareas visuales, una de ellas formada por cubos y otra por líneas musicales (similares a un pentagrama). En la tarea de cubos, los sujetos debían contar el número de cuadrados que había en las filas de unos patrones enrejados superpuestos a dibujos de cubos, y responder a unas preguntas sobre la dificultad de la tarea. Si se producían algunas distorsiones visuales, los sujetos debían comentar cómo eran esas distorsiones. Por otro lado, debían responder a preguntas sobre si las líneas musicales les provocaban algún tipo de distorsión visual y cómo era dicha distorsión (Robinson y Miles, 1987). Una vez que se había detectado el SSS, el sujeto elegía el filtro coloreado con el que se reducían los síntomas que había comentado.

Según Irlen (1991a), la mayoría de los sujetos con el SSS reducían su sintomatología al utilizar las lentes coloreadas. Por lo tanto, al contestar a las preguntas del IDPS, los sujetos sabían en todo momento lo que se pretendía (reducir su sintomatología) y la manera de conseguirlo (eligiendo la lente adecuada). Se trataría, desde nuestro punto de vista, de una condición óptima para que se diera el sesgo de tendencias confirmatorias (Morales y cols., 1994; Ross y Anderson, 1982), que se manifiesta cuando los sujetos saben qué se espera de ellos y tienden a seleccionar preguntas o recabar información que confirme las expectativas

previas. Pensamos que la mejor manera de impedir la aparición de este sesgo sería utilizar un procedimiento experimental en el que el sujeto informara de su sintomatología cuando desconocía el propósito de la investigación (como se ha hecho en este trabajo). Si había una asociación entre sintomatología visual y efecto de los filtros, debería haber aparecido también en nuestros resultados. Como no se encontró dicha asociación, parece razonable pensar en la posibilidad de que en los trabajos previos (Irlen, 1991a y b), los sujetos sesgaran sus contestaciones para adaptarse a lo que se esperaba de ellos.

En la tarea del Wilkins (2002) sucedía algo parecido, el sujeto leía un texto formado por grupos de letras sin sentido, elegía un filtro coloreado, y a continuación volvía a leer un texto de características similares. Por supuesto, este diseño producía un efecto “práctica” evidente que se podría sumar al sesgo de “tendencias confirmatorias”.

En algunos trabajos (Bouldoukian y cols., 2002) se trató de eliminar el efecto “práctica” utilizando diseños del tipo ABBA contrabalanceados, en los que la mitad de los sujetos leía un texto con el filtro de color elegido, a continuación leía dos veces el texto sin ningún filtro y por último, volvía a leer otra vez el texto con el filtro coloreado, mientras que la otra mitad del grupo seguía la secuencia contraria (sin filtro-con filtro-con filtro-sin filtro). Sin embargo, en todos estos trabajos el sujeto seguía sabiendo qué se esperaba que contestara, y si el propósito de la investigación era ver si leía más rápido con el filtro, es posible que algunos (o muchos) sujetos intentaran leer más rápido con el filtro elegido.

En cuanto a la fiabilidad de las elecciones de la lente coloreada por parte de los alumnos (Objetivo 5 de nuestra investigación), en nuestro estudio la mayoría de los alumnos eligieron el mismo filtro (o uno similar) pasada una semana. Aunque se insistió a los alumnos en que debían elegir el filtro con el que más cómodos estuvieran, no se puede descartar la posibilidad de que los alumnos recordaran el filtro elegido la semana anterior y se decantaran por este último. Por lo que este resultado debe ser tomado con precaución.

Por otro lado, las mejoras encontradas en la velocidad lectora tendieron a desaparecer pasada una semana, lo que contradice los resultados obtenidos por algunos trabajos (Robinson y Conway, 1990; Wilkins, Lewis, Smith y Rowland, 2001) en los que se encontró que los efectos de los filtros coloreados presentaban una buena estabilidad temporal. Sin embargo, las diferencias encontradas entre nuestros

resultados y los hallados por otros autores podrían estar influidas también por las diferentes metodologías empleadas en la recogida de información.

Por ejemplo, en el trabajo de Robinson y Conway (1990) se estudió la evolución en la lectura de 44 sujetos que utilizaban lentes coloreadas. Se comprobó que al cabo de 3, 6 y 12 meses desde que se empezaron a llevar las lentes, se había producido un incremento en las habilidades de comprensión lectora y precisión en la lectura, (pero no en la velocidad lectora), por lo que los autores concluyeron que las mejoras en la lectura con los filtros coloreados presentaban una buena estabilidad temporal. Sin embargo, en este trabajo no se utilizó un grupo de control, por lo que no se puede determinar si dichas mejoras en la ejecución lectora mantenidas a lo largo del tiempo, se debían a los filtros o al desarrollo lector normal en los sujetos.

Por otro lado, Wilkins y cols. (2001) encontraron que el 78% de los sujetos que habían elegido un filtro volvieron a elegir el mismo filtro en *“otra sesión llevada a cabo antes de los tres días”*; además, *“los niños que eligieron el mismo color en las dos sesiones mostraban mejoras mayores en la velocidad lectora con el filtro coloreado”*. Sin embargo, los autores no comentaban si las mejoras fueron significativas, ni si hubo diferencias significativas en las mejoras conseguidas en la velocidad lectora entre unos grupos de sujetos y otros.

Nosotros intentamos utilizar una metodología más rigurosa, que nos permitiera obtener datos más precisos al respecto. En ese sentido, nuestros datos sugieren que los efectos beneficiosos de los filtros encontrados en algunos alumnos tienden a desaparecer pasada una semana.

Por otro lado, en nuestro trabajo se empleó un diseño Si/No al utilizar la presentación que utilizaba el paradigma de la Teoría de la Detección de Señales, en el que los alumnos debían elegir únicamente entre dos alternativas de respuesta. Existe controversia en la actualidad sobre si se deben utilizar los métodos de análisis paramétricos o no paramétricos para analizar los resultados de este tipo de prueba (Hajian-Tilaki y cols., 1997). Algunos autores (Stanislaw y Todorov, 1999) defienden que se deben utilizar métodos no paramétricos porque en este tipo de diseños no se cumple el supuesto de normalidad, mientras que otros (Pastore y cols., 2003) opinan que es mejor seguir utilizando los métodos paramétricos, tal y como fueron propuestos por los primeros autores de la teoría (Green y Swets, 1966), porque los nuevos métodos de análisis no paramétrico generan numerosos problemas metodológicos, el más importante, que los valores que se obtienen no dan, según

Pastore y cols. (2003), una estimación tan pura de la habilidad de los sujetos y del sesgo de respuesta como los métodos paramétricos, por lo que tienen más inconvenientes que ventajas. Como no parece existir un consenso al respecto, en este trabajo se analizaron los resultados utilizando ambos procedimientos de análisis. Aún así, como se ha visto en los apartados 11 y 12 de la sección anterior, los resultados fueron prácticamente iguales al utilizar ambos procedimientos.

El resto de objetivos específicos y resultados obtenidos en nuestro estudio (Objetivos del 6 al 14) estaban directamente relacionados con algunas de las teorías propuestas para tratar de explicar cómo afectan las lentes coloreadas a la lectura, por lo que a continuación los comentamos globalmente para referirnos a la concordancia entre nuestros resultados y las predicciones que hace cada una de estas teorías.

Para explicar los efectos de los filtros coloreados, a lo largo de la última década se han postulado tres teorías que en la *Introducción* de nuestro trabajo hemos comentado ampliamente.

La teoría del sesgo atribucional (Cotton y Evans, 1990a, 1990b; ver apartado de *Introducción*) defiende que los sujetos que mejoran con los filtros coloreados, lo hacen porque atribuyen a este tratamiento ciertas propiedades beneficiosas para la lectura, lo que hace que los sujetos presten mayor atención o estén más motivados para leer cuando utilizan los filtros. Como se ha visto en nuestros resultados, los alumnos que decían que habían mejorado mucho con los filtros coloreados, variaron su criterio de respuesta para que su ejecución en la tarea resultara más efectiva, y por ello no se registraron mejoras en su sensibilidad visual libre de criterio. Además, estos alumnos aumentaron su velocidad lectora en la prueba de lectura de palabras, pero a cambio cometieron más errores durante su lectura. Todo ello se puede interpretar en el sentido de que los alumnos pueden mejorar su velocidad lectora con los filtros coloreados porque creen que son beneficiosos para la lectura, pero que cuando se producen mejoras en una habilidad, se dan a cambio de empeorar otras y sin que haya una mejora objetiva en la calidad de su procesamiento visual.

Otros estudios previos obtuvieron resultados que apuntaban en la misma dirección que los nuestros. Kyd y cols. (1992) también encontraron que el incremento en la velocidad lectora se producía al mismo tiempo que aumentaba el número de errores y disminuía la comprensión lectora, pero estos autores interpretaron los resultados de otra manera. En concreto, postulaban que los filtros coloreados resultaban beneficiosos para la lectura porque aumentaban la velocidad,

pero que empeoraban otras habilidades porque las mejoras en la velocidad lectora se producían en lectores inmaduros. Sin embargo, aún en el caso de que la inmadurez de las habilidades lectoras produjera más errores, como defienden estos autores, al empezar a llevar los filtros, no es fácil explicar por qué los alumnos de nuestro estudio cambiaron de criterio de respuesta, cuando en realidad lo que debería haber sucedido es que hubiera aumentado su sensibilidad visual.

Resulta interesante observar, por otro lado, que pese al control del efecto placebo que pretendimos realizar (no informando a los alumnos del propósito de la investigación, no diciendo en ningún momento que con las lentes coloreadas podían mejorar su lectura y contestando, a los alumnos que preguntaban estas cuestiones directamente, que se trataba de un estudio que pretendía mejorar la iluminación de las aulas) siguió habiendo unos cuantos alumnos (en concreto, los siete alumnos del grupo que más tarde dijeron que con los filtros coloreados habían mejorado mucho) que modificaron significativamente su manera de realizar las distintas pruebas, de manera que cambiaron su velocidad lectora y su precisión durante la lectura, al tiempo que en la tarea de aplicación de la TDS cambiaron su criterio de respuesta. Si se producen estos cambios en la ejecución de algunos alumnos tratando de controlar al máximo las expectativas de mejora con los filtros, es previsible que dichas alteraciones en la manera de realizar las pruebas sean mayores en investigaciones con menor control experimental. Aun así, creemos que para que nuestros resultados puedan ser concluyentes, deberían ser confirmados en investigaciones posteriores con muestras experimentales mayores y en las que empleen diferentes tipos de respuestas ante las preguntas que plantean abiertamente algunos alumnos sobre la utilidad de los filtros que están probando.

También sería interesante comprobar si existen relaciones entre algunas variables de personalidad y los efectos de los filtros coloreados en la velocidad lectora. Cotton y Evans (1990b) pusieron a prueba este supuesto, pero en su muestra, los sujetos no mejoraron con los filtros coloreados, por lo que habría que volver a utilizar este procedimiento en sujetos en los que los filtros sí hayan resultado efectivos.

Por otro lado, el intercambio entre velocidad y precisión en la prueba de lectura de palabras se produjo en nuestros alumnos antes de que se pronunciaran sobre el grado en que habían mejorado con los filtros coloreados, por lo que el posible sesgo en la ejecución durante la lectura ya estaba presente desde el principio. Por lo tanto, los resultados del presente trabajo se ajustan a las hipótesis de la teoría del sesgo atribucional. Además, los alumnos que mejoraron la velocidad

lectora en mayor medida con los filtros coloreados fueron los que tenían pocas molestias visuales al mirar enrejados y únicamente mejoraron al leer la lista de palabras. Esto último puede ser debido a que, durante la lectura de palabras, se puede arriesgar en las respuestas con ciertas garantías de éxito utilizando el conocimiento léxico previo del sujeto. Sin embargo, en las pruebas de lectura de pseudopalabras y del TIEV el sujeto no puede arriesgar de la misma manera porque cada palabra debe ser leída de manera analítica; quizá por eso, en estas pruebas no se produjo ningún tipo de mejora con los filtros.

Otros autores (Robinson y Foreman, 1999a; Robinson y Foreman, 1999b) ya habían encontrado esta mejora en la lectura de palabras conocidas con los filtros coloreados, aunque en estos trabajos, los autores concluyeron que *“los filtros no mejoraban la identificación de palabras basada en el análisis fonético”* (Robinson y Foreman, 1999b). Basándose en los resultados del presente trabajo se podría añadir que, cuando se realiza un análisis léxico y se producen mejoras en una habilidad lectora (por ejemplo, velocidad lectora) se hace a expensas de deteriorar otra habilidad lectora relacionada (en nuestro caso, la precisión en la lectura), por lo que no se puede afirmar que se hayan producido mejoras objetivas netas en la lectura de los alumnos.

Una segunda teoría es la del déficit en el sistema de procesamiento magnocelular de los sujetos con problemas de lectura (Breitmeyer, 1984; Solan y cols., 1997; Solan, 1998; Solan y cols., 1998; ver apartado 3.2.2. de la *Introducción*). Los resultados del presente trabajo no pueden ser explicados por dicha teoría. Hay varias razones que refuerzan esta afirmación:

En primer lugar, porque los alumnos con bajas puntuaciones en velocidad lectora no fueron los que se beneficiaron en mayor medida con los filtros coloreados, que es lo que tendría que ocurrir según esta teoría, sino que los resultados fueron muy similares en los buenos y malos lectores.

En segundo lugar, si los filtros de color hubieran producido una mejora en el procesamiento del sistema magnocelular que se hubiera traducido en una mejora en la lectura, la estabilidad temporal en las mejoras encontradas debería haber sido mayor.

En tercer lugar, aunque algunos autores (Solan, 1998; Solan y cols., 1997; Solan y cols., 1998; Williams, LeCluyse y Littell, 1996) encontraron que los colores azulados mejoraban en mayor medida la comprensión lectora de los sujetos con y sin problemas de lectura, y que los filtros rojizos la empeoraban, otros investigadores

(Irlen, 1991b; Wilkins, 2003; Wilkins y cols., 2005) defendieron que los efectos de cada color eran específicos de cada sujeto y por lo tanto, no existía un color, o un rango de colores que se pudiera aplicar a todos por igual, sino que se debía buscar el color óptimo en cada paciente. En el presente trabajo no se encontró que la tonalidad del filtro ni su transmisión guardaran relación con el rendimiento de los alumnos en las distintas pruebas de lectura utilizadas. Por lo tanto, nuestros resultados no apoyaron la hipótesis defendida por la teoría magnocelular porque, como se ha visto en la *Introducción*, esta teoría proponía que los filtros azules eran los únicos que producían mejoras en la lectura al potenciar el sistema magnocelular, debilitado en los sujetos con problemas de lectura.

En cuarto lugar, de acuerdo con esta teoría, nuestros alumnos deberían haber mejorado su sensibilidad visual en la tarea que aplica la TDS, mientras que el criterio de respuesta debería haber permanecido más o menos estable. Sin embargo, los resultados que se obtuvieron fueron los contrarios a los previstos por esta hipótesis, es decir, los alumnos cambiaban su criterio de respuesta, haciéndolo más arriesgado, mientras que su sensibilidad visual permanecía constante.

En quinto lugar, se deberían haber encontrado mejoras en la velocidad sin que se hubiera producido un incremento en el número de errores cometidos durante la lectura, y el resultado fue el contrario al previsto por esta teoría. Es decir, los alumnos leían más deprisa pero también cometían más errores.

Por último, como se comentó en la *Introducción*, en los primeros trabajos (Livingstone y cols., 1991; Lovegrove y cols., 1980; Lovegrove, Martin y Slaghuis, 1986) se sugirió que muchos sujetos con dislexia podrían tener un déficit en el sistema de procesamiento magnocelular. En algunos trabajos posteriores (Ramus, 2004; Ramus y cols., 2003) se vio que esta relación entre ambos trastornos era menor. Las mejoras en la lectura con filtros azulados que proponen los autores que defienden la hipótesis del déficit en el sistema magnocelular no parecen ser exclusivas de los sujetos con dislexia (Blaskey y cols., 1990; Bouldoukian, Wilkins y Evans, 2002; Chase y cols., 2003; Evans y Joseph, 2002; Iovino y cols., 1998; Jeanes y cols., 1997; Kyd, Sutherland y McGettrick, 1992; López y cols., 1994; O'Connor y cols., 1990; Robinson y Miles, 1987; Wilkins y Neary, 1991), pero aún así, sería interesante comprobar en próximas investigaciones si los resultados hallados en el presente trabajo se replican en sujetos disléxicos.

En cuanto a la tercera y última teoría, llamada de la hiperexcitabilidad cortical (Wilkins y cols., 2004; ver apartado 3.2.3. de la *Introducción*), a nuestro entender,

tampoco logra explicar los resultados de este trabajo. Esta teoría predice que los sujetos con muchas molestias visuales ante patrones enrejados reducirían su molestia visual al utilizar lentes coloreadas, y que dicha mejora permitiría un aumento en la velocidad lectora de los sujetos, algo que no sucedió en nuestro trabajo. En concreto, en el presente trabajo:

a) No mejoraron los alumnos con mayores puntuaciones en sintomatología visual asociada a la lectura, como predecía esta teoría.

b) Si los filtros eliminaran el estrés visual asociado a la lectura reduciendo las molestias al leer el texto, las mejoras deberían haber sido mayores al leer el TIEV (o al menos similares a las observadas con el resto de pruebas de lectura), sin embargo, no se encontraron mejoras en la lectura de este texto al emplear los filtros coloreados.

c) En el caso que las puntuaciones globales de sintomatología visual asociada a la lectura no coincidieran con las molestias experimentadas por los sujetos con hiperexcitabilidad cortical, debería haberse encontrado algún síntoma específico (o unos cuantos de entre los 26 que componen el ISV) que hubiera reflejado la mejora en la lectura del TIEV (o del TIEV junto con las otras pruebas de lectura) al utilizar los filtros coloreados. Sin embargo, ninguno de los síntomas se asoció de esta manera con las mejoras encontradas en la lectura.

d) También debería haberse encontrado una mayor estabilidad en la mejora de la velocidad lectora, transcurrida una semana y, sin embargo, al cabo de este tiempo las mejoras tendían a desaparecer.

e) Los alumnos con alto grado de molestia visual ante los enrejados visuales de onda cuadrada deberían haber sido los que mejoraran en mayor medida al utilizar los filtros coloreados, sin embargo, estos alumnos fueron los que menos mejoraron en la lectura de palabras, mientras que no hubo diferencias entre grupos en el resto de pruebas de lectura.

f) Los alumnos en los que disminuían en mayor medida las molestias visuales al mirar los enrejados con los filtros coloreados, debían ser los que desde el principio presentaran mayor grado de molestia visual al mirarlos. Sin embargo, cuanto más molestias tenían los alumnos al mirar los enrejados, más empeoraban con los filtros coloreados, por lo que no parece que los filtros coloreados empleados en nuestro estudio sean beneficiosos para los alumnos que decían tener muchas molestias mientras miraban estos patrones enrejados.

g) Los alumnos que decían que leían mejor con los filtros coloreados, debían haber informado también que reducían sus molestias al mirar los enrejados, sin embargo, no se encontró ninguna relación entre ambas variables.

h) Los alumnos que tenían menos molestias al leer textos escritos con las lentes coloreadas deberían haber leído más deprisa al utilizar estos filtros, y los resultados no mostraron esta asociación.

i) Tampoco se encontró relación entre la reducción en las molestias al leer los textos escritos y la reducción en las molestias al mirar patrones enrejados de onda cuadrada.

j) Los alumnos que decían que reducían sus molestias al leer textos escritos, deberían haber mejorado su sensibilidad visual, sin que se observaran cambios en el criterio de respuesta. Sin embargo, los resultados fueron justamente los contrarios (cambio de criterio, sin que se observaran variaciones en la sensibilidad de los alumnos).

k) Los cambios en la velocidad lectora deberían haberse asociado a cambios en la sensibilidad visual y no a cambios en el criterio de respuesta, como se observó en nuestros resultados.

l) Por último, la velocidad lectora debería haber aumentado sin que se hubieran producido variaciones en la cantidad de errores cometidos. Es decir, debería haber aumentado porque se había mejorado la calidad del procesamiento del sujeto, y no como consecuencia de que el sujeto arriesgara más y leyera más deprisa, cometiendo, a cambio, más errores.

En próximas investigaciones sería necesario tratar de replicar nuestros resultados utilizando grupos de alumnos de mayor tamaño muestral ya que, a pesar de que partimos de una muestra invitada amplia ($n=165$), al ir eliminando alumnos para formar grupos con mucha o poca sintomatología visual, o al dividir a los alumnos en función del grado de mejora con los filtros coloreados, algunos grupos quedaron algo reducidos (por ejemplo, el grupo que decía que no había mejorado “nada” al leer textos escritos con los filtros estuvo formado por 27 alumnos, mientras que el grupo que había mejorado “mucho” solamente tenía 7). Lo mismo sucedió al estudiar cada síntoma del Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006) por separado. En este caso, los alumnos que habían contestado “no” eran siempre mucho más numerosos que los que habían contestado “sí” o “a veces” en cada ítem.

Otro aspecto que deberá ser tenido en cuenta en próximos trabajos de investigación será la carencia de apoyo experimental o contrastación empírica probada sobre la mayor o menor eficacia de las lentes coloreadas en función de los distintos modelos de filtros que existen en el mercado. En nuestro trabajo utilizamos los filtros de la empresa "Panóptica" porque era la única que comercializaba filtros para la lectura que podían ser comprados sin ser previamente distribuidor acreditado por la empresa fabricante. Para obtener dicha acreditación, era necesario dedicarse profesionalmente a la venta de filtros coloreados para la lectura (decisión que no deseábamos tomar hasta haber puesto a prueba previamente su eficacia), realizar una inversión económica considerable (en Cerium Visual Technologies era superior a 12000 euros y había que realizar un curso de formación en Londres), y además, en algunas compañías (Chromagen) el representante en España nos puso como condición contactar con los alumnos y con sus padres antes de poder utilizar los filtros coloreados, por lo que no hubiera sido posible que los alumnos desconocieran el propósito de la investigación antes de que realizaran las distintas pruebas.

Por otro lado, algunas casas comerciales basan la supuesta eficacia de los filtros en teorías que explicitan y desarrollan en su propia página web, que pueden resultar muy convincentes para sus posibles clientes, pero que no han sido publicadas (o al menos no tenemos constancia de ello) en ninguna revista de investigación con los pertinentes controles científicos, a veces ni siquiera en ninguna publicación conocida. Por este motivo, dichas teorías no han sido tenidas en cuenta para la realización de la presente investigación. En futuras investigaciones se pueden poner a prueba los supuestos de los que parten dichos modelos para tratar de dar validez científica (o refutar) las afirmaciones que allí se realizan. También se debería comprobar si los resultados hallados en este trabajo se confirman con los filtros distribuidos por otras casas comerciales.

En resumen, en este trabajo encontramos que la teoría del sesgo atribucional lograba explicar de manera adecuada las mejoras encontradas en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados, y que dichas mejoras se producían porque los alumnos que consideraban beneficiosos estos filtros, arriesgaban más durante la lectura. Por lo tanto, los resultados sugieren que cuando se mejora una habilidad lectora, se hace a cambio de empeorar otra, por lo que el empleo de este tipo de filtros coloreados para la lectura no parece ser un tratamiento adecuado para los alumnos con problemas de lectura, debido al origen atribucional de las mejoras encontradas.

Conclusiones

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio fueron:

1. Los filtros coloreados utilizados en el presente estudio produjeron una pequeña mejora en la velocidad lectora de los alumnos.

2. El incremento en la velocidad lectora registrado en algunos alumnos era independiente de su sintomatología visual, de su nivel de lectura, de las molestias sufridas por los enrejados visuales, de la tonalidad o de la transmisión del filtro elegido.

3. Las mejoras observadas en la velocidad lectora de algunos alumnos parecían deberse a un cambio de criterio en su respuesta y no a mejoras en su sensibilidad visual ya que cuando los alumnos leyeron más rápido, cometieron más errores.

4. Los efectos beneficiosos de las lentes coloreadas tendían a no volver a aparecer al cabo de una semana de haber realizado las pruebas, lo que indica que las mejoras encontradas en algunos alumnos son poco consistentes y que en muchos casos parecen ser debidas al azar.

5. La teoría del déficit en el sistema magnocelular no es adecuada para explicar los efectos de los filtros coloreados en la velocidad lectora encontrados en la presente investigación, ya que no se cumplen las hipótesis propuestas en la misma.

6. La teoría de la hiperexcitabilidad cortical no es adecuada para explicar los efectos de los filtros coloreados en la velocidad lectora encontrados en la presente investigación, ya que no se cumplen las hipótesis propuestas en la misma.

7. Los resultados obtenidos con los filtros usados en este estudio se ajustan preferentemente a la hipótesis propuesta por la teoría del sesgo atribucional, que defiende que algunos alumnos mejoran con los filtros coloreados porque su empleo propicia que los sujetos aumenten su motivación durante la lectura al atribuir a esta intervención ciertas propiedades beneficiosas para la lectura.

8. Por todo lo dicho anteriormente, los filtros coloreados utilizados en el presente trabajo no parecen ser un método eficaz para tratar los problemas de lectura. Propician la aparición del efecto placebo y al no estar demostrada su eficacia como tratamiento se debería desaconsejar a los pacientes porque se desperdicia tiempo y recursos económicos que podrían ser empleados en intervenciones que hayan demostrado su eficacia.

ANEXO 1. Tabla de resultados de los MANCOVAs mixtos utilizados para comprobar la relación de los síntomas visuales recogidos por el Inventario de Síntomas Visuales (Vidal, 2006) con los efectos de las lentes coloreadas en la velocidad lectora. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Ítem 1. Me canso cuando llevo un rato mirando de cerca				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	3.10	2	57	0.053
Color	7.03	1	57	0.010
Prueba de lectura	2.68	2	56	0.078
Puntuaciones IG	17.02	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.93	2	57	0.401
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	4.09	4	114	0.004
Color x Prueba de lectura	0.44	2	56	0.649
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.81	4	114	0.522
Ítem 2. Me duele la cabeza cuando llevo un rato leyendo				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	2.05	2	57	0.138
Color	6.97	1	57	0.011
Prueba de lectura	2.84	2	56	0.067
Puntuaciones IG	15.68	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.08	2	57	0.927
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.21	4	114	0.072
Color x Prueba de lectura	0.75	2	56	0.478
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.23	4	114	0.303
Ítem 3. Veo borroso cuando intento leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	3,50	1	57	0.067
Color	6.35	1	57	0.015

Prueba de lectura	2.52	2	56	0.090
Puntuaciones IG	15.03	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.57	1	57	0.454
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.58	2	56	0.215
Color x Prueba de lectura	0.44	2	56	0.649
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.56	2	56	0.220
Ítem 4. Cuando leo, veo doble				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	2.41	2	57	0.099
Color	6.46	1	57	0.014
Prueba de lectura	2.27	2	56	0.113
Puntuaciones IG	19.25	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.14	2	57	0.873
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.71	4	114	0.034
Color x Prueba de lectura	0.53	2	56	0.592
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.17	4	114	0.951
Ítem 5. En mi familia hay personas que tienen dolores de cabeza a menudo				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.59	2	57	0.555
Color	7.00	1	57	0.010
Prueba de lectura	2.16	2	56	0.124
Puntuaciones IG	18.85	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.54	2	57	0.588
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.08	4	114	0.369
Color x Prueba	0.41	2	56	0.664
Color x Prueba x Nivel del síntoma	1.50	4	114	0.209

Ítem 6. Cuando leo, me lloran los ojos				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.11	2	57	0.337
Color	5.38	1	57	0.024
Prueba de lectura	1.66	2	56	0.199
Puntuaciones IG	15.02	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.37	2	57	0.695
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.48	4	114	0.213
Color x Prueba de lectura	0.41	2	56	0.669
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.40	4	114	0.810
Ítem 7. Me cuesta concentrarme cuando empiezo a leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.71	2	57	0.190
Color	8.00	1	57	0.006
Prueba de lectura	2.99	2	56	0.058
Puntuaciones IG	15.99	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.95	2	57	0.394
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.32	4	114	0.061
Color x Prueba de lectura	0.37	2	56	0.691
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.07	4	114	0.375
Ítem 8. Cuando leo, noto que se mueven las letras, las palabras o las líneas				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.55	2	57	0.222
Color	7.98	1	57	0.006
Prueba de lectura	2.24	2	56	0.116
Puntuaciones IG	16.39	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	1.17	2	57	0.318

Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.38	4	114	0.246
Color x Prueba de lectura	0.23	2	56	0.792
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.54	4	114	0.196
Ítem 9. Cuando leo, me da sueño				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.75	2	57	0.183
Color	7.26	1	57	0.009
Prueba de lectura	2.06	2	56	0.136
Puntuaciones IG	21.28	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.38	2	57	0.686
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.41	4	114	0.798
Color x Prueba	0.35	2	56	0.707
Color x Prueba x Nivel del síntoma	0.19	4	114	0.945
Ítem 10. Cuando llevo un rato leyendo, me cuesta más comprender				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	2.33	2	57	0.106
Color	7.52	1	57	0.008
Prueba de lectura	3.09	2	56	0.053
Puntuaciones IG	9.41	1	57	0.003
Color x Nivel del síntoma	0.91	2	57	0.410
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.40	4	114	0.054
Color x Prueba	0.33	2	56	0.724
Color x Prueba x Nivel del síntoma	0.52	4	114	0.720
Ítem 11. Leo demasiado lento				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	7.13	2	57	0.002
Color	6.51	1	57	0.013

Prueba de lectura	3.14	2	56	0.051
Puntuaciones IG	11.84	1	57	0.001
Color x Nivel del síntoma	0.03	2	57	0.967
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	4.29	4	114	0.003
Color x Prueba de lectura	0.48	2	56	0.620
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.15	4	114	0.965
Ítem 12. Creo que tuerzo un ojo al leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.55	1	57	0.219
Color	6.68	1	57	0.012
Prueba de lectura	2.09	2	56	0.133
Puntuaciones IG	15.72	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.01	1	57	0.919
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.02	2	56	0.143
Color x Prueba de lectura	0.25	2	56	0.778
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.04	2	56	0.960
Ítem 13. Cierro un ojo para ver mejor				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.07	2	57	0.350
Color	6.80	1	57	0.012
Prueba de lectura	1.88	2	56	0.163
Puntuaciones IG	17.07	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.01	2	57	0.992
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.27	4	114	0.285
Color x Prueba de lectura	0.42	2	56	0.659
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.30	4	114	0.275

Ítem 14. Me mareo cuando voy en coche				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.24	2	57	0.297
Color	6.95	1	57	0.011
Prueba de lectura	2.17	2	56	0.123
Puntuaciones IG	19.97	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.06	2	57	0.945
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.90	4	114	0.115
Color x Prueba de lectura	0.44	2	56	0.647
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.32	4	114	0.864
Ítem 15. Siento tensión en los ojos cuando estoy mirando algo durante un rato				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Color	6.20	1	57	0.016
Puntuaciones IG	10.69	1	57	0.002
Nivel del síntoma	0.868	2	57	0.425
Color x Nivel del síntoma	0.02	2	57	0.977
Prueba de lectura	2.92	2	56	0.062
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.67	4	114	0.614
Color x Prueba de lectura	0.46	2	56	0.635
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.53	4	114	0.711
Ítem 16. Cuando estoy leyendo un rato, me distraigo con facilidad				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	1.66	2	57	0.200
Color	6.87	1	57	0.011
Prueba de lectura	4.76	2	56	0.012
Puntuaciones IG	14.15	1	57	<0.001

Color x Nivel del síntoma	0.22	2	57	0.805
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	3.94	4	114	0.005
Color x Prueba de lectura	0.57	2	56	0.568
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.03	4	114	0.396
Ítem 17. Me acerco o alejo mucho para leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.46	2	57	0.634
Color	8.02	1	57	0.006
Prueba de lectura	2.04	2	56	0.140
Puntuaciones IG	14.74	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.93	2	57	0.400
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	2.11	4	114	0.084
Color x Prueba de lectura	0.33	2	56	0.719
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.78	4	114	0.542
Ítem 18. Debo mover la cabeza para poder leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.25	1	57	0.618
Color	6.24	1	57	0.015
Prueba de lectura	2.47	2	56	0.094
Puntuaciones IG	17.42	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.03	1	57	0.857
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.01	2	56	0.989
Color x Prueba de lectura	0.37	2	56	0.692
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	3.08	2	56	0.054
Ítem 19. Me pierdo cuando estoy leyendo				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	3.60	2	57	0.034

Color	9.03	1	57	0.004
Prueba de lectura	1.89	2	56	0.161
Puntuaciones IG	16.71	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	1.32	2	57	0.274
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.63	4	114	0.172
Color x Prueba de lectura	0.36	2	56	0.703
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.76	4	114	0.555
Ítem 20. Cuando leo, me salto algunas palabras o líneas				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.72	2	57	0.490
Color	6.31	1	57	0.015
Prueba de lectura	2.93	2	56	0.062
Puntuaciones IG	18.01	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.07	2	57	0.932
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.07	4	114	0.374
Color x Prueba de lectura	0.69	2	56	0.505
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.93	4	114	0.452
Ítem 21. Me resulta difícil copiar de la pizarra				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.002	1	57	0.962
Color	7.201	1	57	0.010
Prueba de lectura	2.501	2	56	0.091
Puntuaciones IG	17.95	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	2.28	1	57	0.601
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.93	2	56	0.401
Color x Prueba de lectura	0.35	2	56	0.704
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.34	2	56	0.716

Ítem 22. Me parecen muy difíciles las matemáticas				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	3.80	2	57	0.028
Color	6.66	1	57	0.012
Prueba de lectura	2.29	2	56	0.111
Puntuaciones IG	15.64	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.44	2	57	0.649
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.20	4	114	0.315
Color x Prueba de lectura	0.15	2	56	0.863
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.03	4	114	0.394
Ítem 23. Me duele la cabeza a menudo				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.01	2	57	0.989
Color	7.23	1	57	0.009
Prueba de lectura	1.72	2	56	0.188
Puntuaciones IG	17.05	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	2.18	2	57	0.122
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.43	4	114	0.786
Color x Prueba de lectura	0.42	2	56	0.657
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.79	4	114	0.531
Ítem 24. Siento dificultad para mirar de la pizarra a la libreta o al revés				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.05	2	57	0.822
Color	7.11	1	57	0.010
Prueba de lectura	2.13	2	56	0.128
Puntuaciones IG	18.11	1	57	<0.001
Color x Nivel del síntoma	0.34	2	57	0.564

Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.17	4	114	0.849
Color x Prueba de lectura	0.43	2	56	0.653
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.19	4	114	0.830
Ítem 25. Me molesta mucho la luz				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	0.78	2	57	0.461
Color	7.22	1	57	0.009
Prueba de lectura	2.97	2	56	0.060
Puntuaciones IG	13.47	1	57	0.001
Color x Nivel del síntoma	0.242	2	57	0.786
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.80	4	114	0.134
Color x Prueba de lectura	0.43	2	56	0.651
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.95	4	114	0.438
Ítem 26. Siento que me arden los ojos al leer				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Nivel del síntoma	4.07	2	57	0.022
Color	6.22	1	57	0.016
Prueba de lectura	2.56	2	56	0.087
Puntuaciones IG	11.38	1	57	0.001
Color x Nivel del síntoma	0.25	2	57	0.783
Prueba de lectura x Nivel del síntoma	1.45	4	114	0.222
Color x Prueba de lectura	0.50	2	56	0.612
Color x Prueba de lectura x Nivel del síntoma	0.46	4	114	0.766

ANEXO 2. Resultados de los MANCOVAs mixtos utilizados para comprobar la relación entre el grado de molestia ante tres enrejados de onda cuadrada y las mejoras en la velocidad lectora al utilizar los filtros coloreados. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Enrejado 1				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de molestia ante el enrejado 1	0.68	1	58	0.413
Color	7.31	1	58	0.009
Prueba de lectura	2.15	2	57	0.126
Puntuaciones IG	19.53	1	58	<0.001
Color x Grado de molestia ante el enrejado 1	5.00	1	58	0.029
Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 1	0.44	2	57	0.647
Color x Prueba de lectura	0.46	2	57	0.633
Color x Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 1	2.67	2	57	0.078
Enrejado 2				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de molestia ante el enrejado 2	0.48	1	58	0.492
Color	5.21	1	58	0.026
Prueba de lectura	2.51	2	57	0.090
Puntuaciones IG	20.02	1	58	<0.001
Color x Grado de molestia ante el enrejado 2	2.76	1	58	0.102
Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 2	1.08	2	57	0.346
Color x Prueba de lectura	0.57	2	57	0.569
Color x Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 2	0.32	2	57	0.726
Enrejado 3				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de molestia ante el enrejado 3	2.96	1	58	0.091
Color	5.89	1	58	0.018
Prueba de lectura	2.37	2	57	0.102

Puntuaciones IG	22.80	1	58	<0.001
Color x Grado de molestia ante el enrejado 3	2.12	1	58	0.151
Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 3	2.75	2	57	0.073
Color x Prueba de lectura	0.46	2	57	0.634
Color x Prueba de lectura x Grado de molestia ante el enrejado 3	0.45	2	57	0.642

ANEXO 3. Resultados de los MANCOVAs mixtos utilizados para comprobar la relación entre el grado de mejora en los tres enrejados utilizando el filtro coloreado elegido y las mejoras en la velocidad lectora. (F: valor de Fisher, gl: grados de libertad, p: probabilidad). En color rojo representamos los valores de p con significación estadística.

Enrejado 1				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al mirar el enrejado 1 con el filtro elegido	0.47	2	57	0.630
Color	6.67	1	57	0.012
Prueba de lectura	1.63	2	56	0.204
Puntuaciones IG	19.81	1	57	<0.001
Color x Grado de mejora al mirar el enrejado 1 con el filtro elegido	1.77	2	57	0.179
Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 1 con el filtro elegido	1.22	4	114	0.305
Color x Prueba de lectura	0.28	2	56	0.757
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 1 con el filtro elegido	0.79	4	114	0.533
Enrejado 2				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al mirar el enrejado 2 con el filtro elegido	1.57	2	57	0.217
Color	8.09	1	57	0.006
Prueba de lectura	2.08	2	56	0.135
Puntuaciones IG	20.25	1	57	<0.001
Color x Grado de mejora al mirar el enrejado 2 con el filtro elegido	4.24	2	57	0.019
Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 2 con el filtro elegido	1.66	4	114	0.165
Color x Prueba de lectura	0.43	2	56	0.653
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 2 con el filtro elegido	0.48	4	114	0.747
Enrejado 3				
Efecto	F	gl1	gl2	p
Grado de mejora al mirar el enrejado 3 con el filtro elegido	0.27	2	57	0.764

Color	4.91	1	57	0.031
Prueba de lectura	2.16	2	56	0.125
Puntuaciones IG	16.71	1	57	<0.001
Color x Grado de mejora al mirar el enrejado 3 con el filtro elegido	2.76	2	57	0.072
Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 3 con el filtro elegido	0.05	4	114	0.995
Color x Prueba de lectura	0.55	2	56	0.580
Color x Prueba de lectura x Grado de mejora al mirar el enrejado 3 con el filtro elegido	2.11	4	114	0.084

Bibliografía

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta, M. (2003). Capacidad espacial y educación matemática: tres problemas para el futuro de la investigación. *Educación Matemática*, 15(3), 57-76.
- Artigas, J. M., Capilla, P., Felipe, A. y Pujol, J. (1995). *Óptica Fisiológica: Psicofísica de la Visión*. (1ª ed.). Nueva York: Mc Graw-Hill.
- Blaskey, P., Scheiman, M., Parisi, M., Ciner, E.B., Gallaway, M. y Selznick, R. (1990). The effectiveness of Irlen Filters for improving reading performance: A pilot study. *Journal of Learning Disabilities*, 23(10), 604-612.
- Bloch, H., Chemama, R., Gallo, A., Leconte, P., Le Ny, J.F., Postel, J., Moscovici, S., Reuchlin, M. y Vurpillot, E. (1996). *Gran Diccionario de Psicología*. Madrid: Ediciones del Prado.
- Borsting, E., Ridder III, W.H., Dudeck, K., Kelley, C., Matsui, L. y Motoyama, J. (1996). The presence of a magnocellular defect depends on type of dyslexia. *Vision Research*, 36(7), 1047-1053.
- Bouldoukian, J., Wilkins, A.J. y Evans, B.J.W. (2002). Randomised controlled trial of the effect of coloured overlays on the rate of reading of people with specific learning difficulties. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22, 55-60.
- Breitmeyer, B.G. (1984). *Visual Masking: An Integrative Approach*. Nueva York: Oxford University Press.
- Breitmeyer, B.G. (1993). Sustained (P) and transient (M) channels in vision: A review and implications for reading. En D.M. Willows, R.S. Kruk, y E. Corcos, *Visual Processes in Reading and Reading Disabilities*, pp. 95-110. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Breitmeyer, B.G. y Breier, J.I. (1994). Effects of background color on reaction time to stimuli varying in size and contrast: Inferences about human M channels. *Vision Research*, 34(8), 1039-1045.
- Breitmeyer, B.G. y Williams, M.C. (1990). Effects of isoluminant-background color on metacontrast and stroboscopic motion: Interactions between sustained (P) and transient (M) channels. *Vision Research*, 30(7), 1069-1075.
- Burden, R. y Burdett, J. (2005). Factors associated with successful learning in pupils with dyslexia: a motivational analysis. *British Journal of Special Education*, 32(2), 100-104.

- Burr, D.C., Morrone, M.C. y Ross, J. (1994). Selective suppression of the magnocellular visual pathway during saccadic eye movements. *Nature*, 6 (37), 511-513.
- Carlson, N.B. (1994). *Procedimientos Clínicos en el Examen Visual*. Madrid: Génova Ediciones.
- Cerrillo, M.R. (2002). Programa CORAL: Una herramienta de trabajo útil para compensar desigualdades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 5(5), 1.
- Chase, C., Ashourzadeh, A., Kelly, C., Monfette, S. y Kinsey, K. (2003). Can the magnocellular pathway read? Evidence from studies of color. *Vision Research*, 43, 1211-1222.
- Chester, A.C. (1997). Chronic fatigue syndrome criteria in patients with other forms of unexplained chronic fatigue. *Journal of Psychiatric Research*, 31(1), 45-50.
- Ciner, E.B., Dobson, V., Schimdt, P.P., Allen, D., Cyert, L., Maguire, M., Moore, B., Orel-Bixler, D. y Schultz, J. (1999). A survey of vision screening policy of preschool children in the United States. *Survey of Ophthalmology*, 43(5), 445-457.
- Ciuffreda, J., Scheiman, M., Ong, E., Rosenfield, M. y Solan, H.A. (1997). Irlen Lenses do not improve accommodative accuracy at near. *Optometry and Vision Science*, 74(5), 298-302.
- Clay, M. M. (2002). *Change Over Time in Children's Literacy Development*. Auckland: Heinemann Education.
- Clay, M.M. (2005). *Literacy Lessons Designed for Individuals, Parts One and Two*. Auckland: Heinemann Education.
- Cornelissen, P., Bradley, L., Fowler, S. y Stein, J. (1992). Covering one eye affects how some children read. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 296-304.
- Cotton, M.M. y Evans, K.M. (1990a). A review of the use of Irlen (tinted) Lenses. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*, 18(3), 307-312.
- Cotton, M.M. y Evans, K.M. (1990b). An evaluation of the Irlen lenses as a treatment for specific reading disorders. *Australian Journal of Psychology*, 42(1), 1-12.
- Cotton, M.M. y Evans, K.M. (1994). Parent's and children's expectations about Irlen (tinted) lenses. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 1387-1390.

- Critchley, M. (1964). *Developmental Dyslexia*. Londres: William Heinemann Medical Books.
- Critchley, M. (1981). Dyslexia: An overview. En: Th. Pavlidis y T.R. Miles (Eds.), *Dislexia Research and its Applications to Education* (pp. 1-11). Nueva York: John Wiley & Sons.
- Cuetos, F., Rodríguez, B. y Ruano, E. (1998). *Evaluación de los Procesos Lectores*. Madrid: TEA Ediciones.
- Day, D.D. y Park, J. (2005). Developing reading comprehension questions. *Reading in a Foreign Language*, 17(1), 60-73.
- De Monasterio, F.M. (1978). Properties of concentrically organized X and Y ganglion cells in macaque retina. *Journal of Neurophysiology*, 41, 1394-1417.
- De Valois, R.L. y De Valois, K.K. (1988). *Spatial Vision*. Nueva York: Oxford University Press.
- Donahue, S.P., Arnold, R.W. y Ruben, J.B. (2003). Preschool Vision Screening: What should we be detecting and how should we report it? Uniform guidelines for reporting results of preschool vision screening studies. *Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 7(5), 314-316.
- Dreher, B., Fukuda, Y. y Rodieck, R.W. (1976). Identification, classification and anatomical segregation of cells with X-like and Y-like properties in the lateral geniculate nucleus of old-world primates. *Journal of Physiology*, 258, 433-452.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M. y Wood, F.B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*, 34, 1345-1358.
- Edwards, V.T., Hogben, J.H., Clark, C.D. y Pratt, C. (1996). Effects of a red background on magnocellular functioning in average and specifically disabled readers. *Vision Research*, 36(7), 1037-1045.
- Enzenauer, R.W. (2004). Universal screening does not reduce the prevalence of visual impairment in older people. *Evidence-based Healthcare*, 8, 150-152.
- Evans, B.J.W. (1998). The underachieving child. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 18(2), 153-159.

- Evans, B.J.W. (2004a). The role of the optometrist in dyslexia. Part 1 Specific learning difficulties. *Optometry Today*, 29-34.
- Evans, B.J.W. (2004b). The role of the optometrist in dyslexia. Part 2 Optometric correlates of dyslexia. *Optometry Today*, 27, 35-41.
- Evans, B.J.W. (2005). The need for optometric investigation in suspected Meares-Irlen syndrome or visual stress. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 25, 363-370.
- Evans, B.J.W. y Drasdo, N. (1991). Tinted lenses and related therapies for learning disabilities – a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 11, 206-217.
- Evans, B.J.W. y Joseph, F. (2002). The effect of coloured filters on the rate of reading in an adult student population. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22, 535-545.
- Evans, B.J.W., Busby, A., Jeanes, R. y Wilkins, A.J. (1995). Optometric correlates of Meares-Irlen Syndrome: a matched group study. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 15(5), 481-487.
- Evans, B.J.W., Drasdo, N. y Richards, I.L. (1996). Dyslexia: the link with visual deficits. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(1), 3-10.
- Evans, B.J.W., Patel, R., Wilkins, A.J., Lightstone, A., Eperjesi, F., Speedwell, L. y Duffy, J. (1999). A review of the management of 323 consecutive patients seen in a specific learning difficulties clinic. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 19(6), 454-466.
- Evans, B.J.W., Wilkins, A.J., Brown, J., Busby, A., Wingfield, A., Jeanes, R. y Bald, J. (1996). A preliminary investigation into the aetiology of Meares-Irlen syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(4), 286-296.
- Evans, B.J.W., Wilkins, A.J., Busby, A. y Jeanes, R. (1996). Optometric characteristics of children with reading difficulties who report a benefit from coloured filters. En: C. Dickinson, I.J. Murray y D. Carden (eds.). *John Dalton's Colour Vision Legacy*. Londres: Taylor & Francis, pp. 709-716.
- Eysenck, H.J. y Eysenck, S.B.G. (1970). *Manual of the Eysenck Personality Questionnaire (Junior and Adult)*. Sevenoaks, Kent: Hodder and Stoughton.
- Facoetti, A., Lorusso, M.L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R. y Mascetti, G.G. (2003). The time course of attentional focusing in dyslexic and normally reading children. *Brain and Cognition*, 53, 181-184.

- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V. y Mascetti, G.G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36, 109-123.
- Farrag, A.F., Khedr, E.M. y Abel-Nasser, W. (2002). Impaired parvocellular pathway in dyslexic children. *European Journal of Neurology*, 9, 359-363.
- García-Moriyón, F., Colom, R., Lora, S., Rivas, M. y Traver, V. (2000). Valoración de "Filosofía para Niños": un programa de enseñar a pensar. *Psicothema*, 12(2), 207-211.
- Gil-Olarte, P., Palomera, R. y Brackett, M.A. (2006). Relating emotional intelligence to social competence and academic achievement in high school students. *Psicothema*, 18, 118-123.
- Glasney, S.L. (2005). *Expressive and Receptive Vocabulary Skills Related to Story Comprehension in Preschool Children*. Tesis doctoral para la obtención del título de Doctor en Psicología, Department of Psychology, College of Arts and Sciences, Florida State University, Florida, Estados Unidos.
- Gole, G.A., Dibden, S.N., Pearson, C.C., Pidgeon, K.J., Mann, J.W., Rice, D., Rooney, K.F., Hannell, G., Fitzgerald, B.A., Kortman, J.Y. y McGlinchey, N.A. (1989). Tinted lenses and dyslexics – a controlled study. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*, 17(2), 137-141.
- Gorodzinsky, F.P., Jetha, N., Leduc, D., Munk, P., Nooman, P.G. y Woods, S. (1998). Le dépistage des troubles de la vue chez les nourrissons et les enfants. *Paediatric Child Health*, 3(4), 263-264.
- Gray, L.S., Winn, B. y Gilmartin, B. (1993). Effect of target luminance on microfluctuations of accommodation. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 13(3), 258-265.
- Greatex, J.C. y Drasdo, N. (1998). Methods of investigating a visual deficit in dyslexia. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 18(2), 160-166.
- Green, D.M. y Swets, J.A. (1966). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. Nueva York: John Wiley and Sons, Inc.
- Griffiths, G. (2003). Prescribing tints. Measuring colour preference in the practice. *Optometry Today*, 3, 51-53.
- Guil, R., Gil-Olarte, P., Mestre, J.M. y Núñez, I. (2006). Inteligencia emocional y adaptación socioescolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 9(22), 1-9.

- Hajian-Tilaki, K.O., Hanley, J.A., Joseph, L. y Collet, J.P. (1997). A comparison of parametric and nonparametric approaches to ROC analysis of quantitative diagnostic test. *Medical Decision Making*, 17(1), 94-102.
- Harris, T.L. y Hodges, R.E. (Eds.) (1995). *The Literacy Dictionary: The vocabulary of reading and writing*. Newark: International Reading Association.
- Harris, D. y MacRow-Hill, S.J. (1999). Application of ChromaGen haploscopic lenses to patients with dyslexia: a double-masked, placebo-controlled trial. *Journal of the American Optometric Association*, 70(10), 629-640.
- Hartmann, E.E., Dobson, V., Hainline, L., Marsh-Tootle, W., Quinn, G.E., Ruttum, M.S., Schmidt, P.P. y Simons, K. (2001). Preschool vision screening: Summary of a task force report. *Ophthalmology*, 108(3), 479-486.
- Heller, M.A. y Ballesteros, S. (2006). *Touch and Blindness. Psychology and Neuroscience*. Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Henning, W. (1936). *The Fundamentals of Chrome-orthoptics*. California: Actino Laboratories Inc.
- Hickie, I., Lloyd, A., Hadzi-Pavlovic, D., Parker, G., Bird, K. y Wakefield, D. (1995). Can the chronic fatigue syndrome be defined by distinct clinical features? *Psychological Medicine*, 25, 925-935.
- Hickie, I., Lloyd, A., Wakefield, D. y Parker, G. (1990). The psychiatric status of patients with the chronic fatigue syndrome. *British Journal of Psychiatry*, 156, 534-540.
- Hodgetts, D.J., Simon, J.W., Sibila, T.A., Scanlon, D.M. y Vellutino, F.R. (1998). Normal reading despite limited eye movements. *Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 2(3), 182-183.
- Hoffman, L.G. (1996). Introduction. En: R.P. Garzia (Ed.), *Vision and Reading* (pp.1-5). San Luis: Mosby.
- Howard, R.J. y Valori, R.M. (1989). Hospital patients who wear tinted spectacles – physical sign of psychoneurosis: a controlled study, *J R Soc Med.*, 82(10), 606-608.
- Howell, E. y Stanley, G. (1988). Colour and learning disability. *Clinical and Experimental Optometry*, 71(2), 66-71.

- Huang, J., Cooper, T.G., Satana, B., Kaufman, D.I. y Cao, Y. (2003). Visual distortion provoked by a stimulus in migraine associated with hyperneuronal activity. *Headache*, 43(6), 664-671.
- Hutzler, F., Kronbichler, M., Jacobs, A.M. y Wimmer, H. (2006). Perhaps correlational but not causal: No effects of dyslexics readers' magnocellular system on their eye movements during reading. *Neuropsychologia*, 44(4), 637-648.
- Iovino, I., Fletcher, J.M., Breitmeyer, B.G. y Foorman, B.R. (1998). Colored overlays for visual perceptual deficits in children with reading disability and attention deficit/hyperactivity disorder: are they differentially effective? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20(6), 791-806.
- Irlen, H. (1983). Successful treatment of learning disabilities. *91 Convención de la American Psychological Association*. California.
- Irlen, H. (1989). Scotopic sensitivity syndrome. Artículo no publicado disponible en el Instituto Irlen, Long Beach, California.
- Irlen, H. (1991a). *Reading by the Colors. Overcoming Dyslexia and Other Reading Disabilities through the Irlen Method*. Nueva York: Avery Publishing Group Inc.
- Irlen, H. (1991b). *Scotopic Sensitivity Syndrome: Screening Manual*. Long Beach, California: Perceptual Development Corporation.
- Jackson, M.D. y McClelland, J.L. (1981). Exploring the nature of a basic visual-processing component of reading ability. En O.J.L. Tzeng y H. Singer (Ed.), *Perception of Print: Reading Research in Experimental Psychology* (pp. 125-136). Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jackson, H.J., McGorry, P.D. y Dugdeon, P. (1995). Prodromal symptoms of schizophrenia in first-episode psychosis: Prevalence and specificity. *Comprehensive Psychiatry*, 36(4), 241-250.
- Jannuzi, C. (1997). Key concepts in literacy: Phonics vs whole language. *Literacy Across Cultures*, 1, 1.
- Jeanes, R., Busby, A., Martin, J., Lewis, E., Stevenson, N., Pointon, D. y Wilkins, A. (1997). Prolonged use of coloured overlays for classroom reading. *British Journal of Psychology*, 88, 531-548.

- Jiménez, R., Pérez, M.A., García, J.A. y González, M.D. (2004). Statistical normal values of visual parameters that characterize binocular function in children. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24, 528-542.
- Joish, V.N., Pharm, B., Malone, D.C. y Miller, J.M. (2003). A cost-benefit analysis of vision screening methods for preschoolers and school-age children. *Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 7(4), 283-290.
- Kemper, A.R., Fant, K.E, Bruckman, D. y Clark, S.J. (2004). Hearing and vision screening program for school-aged children. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(2), 141-146.
- Kriss, I. y Evans, B.J.W. (2005). The relationship between dyslexia and Meares-Irlen Syndrome. *Journal of Research in Reading*, 28(3), 350-364.
- Kruger, J. (1977). Stimulus dependent colour specificity of monkey lateral geniculate neurones. *Experimental Brain Research*, 30, 297-311.
- Krumholtz, I. (2000). Results from pediatric vision screening and its ability to predict academic performance. *Optometry*, 71(7), 426-430.
- Krupp, L.B., Jandorf, L., Coyle, P.K. y Mendelson, W.B. (1993). Sleep disturbance in chronic fatigue syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 37(4), 325-331.
- Kvarnström, G., Jakobsson, P. y Lennerstrand, G. (2001). Visual screening of Swedish children: An ophthalmological evaluation. *Acta Ophthalmologica Scandinava*, 79, 240-244.
- Kyd, L.J.C., Sutherland, G.F.M. y McGettrick, P.M. (1992). A preliminary appraisal of the Irenscreening process for scotopic sensitivity syndrome and the effect of Irlen coloured overlays on reading. *British Orthoptic Journal*, 49, 25-30.
- Livingstone, M. y Hubel, D.H. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Livingstone, M. y Hubel, D. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-749.
- Livingstone, M.S., Rosen, G.D., Drislane, F.W. y Galaburda, A.M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in

- developmental dyslexia. *Proceeds of the National Academy of Science*, 88, 7943-7947.
- Logan, G.D. (2004). Cumulative progress in formal theories of attention. *Annual Review of Psychology*, 55, 207-234.
- López, R., Yolton, R.L., Kohl, P., Smith, D.L. y Saxerud, M.H. (1994). Comparison of Irlen Scotopic Sensitivity Syndrome test results to academic and visual performance data. *Journal of the American Optometric Association*, 65, 705-714.
- Lovegrove, W.J., Garzia, R.P. y Nicholson, S.B. (1990). Experimental evidence for a transient system deficit in specific reading disability. *Journal of the American Optometric Association*, 2(2), 137-146.
- Lovegrove, W., Martin, F. y Slaghuis, W. (1986). A theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive Neuropsychology*, 3(2), 225-267.
- Lovegrove, W.J., Bowling, A., Badcock, D. y Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: Differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science*, 210(24), 439-440.
- Maclachlan, A., Yale, S. y Wilkins, A. (1993). Open trial of subjective precision tinting: a follow-up of 55 patients. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 13, 175-178.
- Martin, F. y Lovegrove, W. (1984). The effects of field size and luminance on contrast sensitivity differences between specifically reading disabled and normal children. *Neuropsychologia*, 22(1), 73-77.
- Martin, F., Mackenzie, B., Lovegrove, W. y McNicol, D. (1993). Irlen Lenses in the treatment of specific reading disability: An evaluation of outcomes and processes. *Australian Journal of Psychology*, 45(3), 141-150.
- Maunsell, J. y Gibson, J. (1992). Visual response latencies in striate cortex of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, 69(4), 1332-1344.
- Meares, O. (1980). Figure/ground, brightness contrast, and reading disabilities. *Visible Language*, 14, 13-29.
- Menacker, S.J., Breton, M.E., Breton, M.L., Radcliffe, J.R. y Gole, G.A. (1993). Do tinted lenses improve the reading performance of dyslexic children? *Archives of Ophthalmology*, 111, 213-218.

- Merigan, W. (1989). Chromatic and achromatic vision of macaques: role of the P pathway. *Journal of Neuroscience*, 9(3), 776-783.
- Merigan, W. y Maunsell, J. (1993). How parallel are the primate visual pathways? *Annual Review of Neuroscience*, 16, 369-402.
- Metzger, R.L. y Werner, D.B. (1984). Use of visual training for reading disabilities: a review. *Pediatrics*, 73(6), 824-829.
- Morales, J.F., Moya, M., Rebolloso, E., Huici, C., Marqués, J., Páez, D. y Pérez, J.A. (1994). *Psicología Social*. Madrid: McGrawHill.
- Neale, M.D. (1988). *Neale Analysis of Reading Ability revised*. Melbourne: ACER.
- Nowicki, S. y Strickland, B.R. (1973). A locus of control scale for children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 40, 148-158.
- O'Connor, P.D., Sofo, F., Kendall, L. y Olsen, G. (1990). Reading disabilities and the effects of colored filters. *Journal of Learning Disabilities*, 23(10), 597-620.
- Pammer, K. y Lovegrove, W. (2001). The influence of color on transient system activity: implications for dyslexia research. *Perception and Psychophysics*, 63(3), 490-500.
- Pastore, R.E., Crawley, E.J., Berens, M.S. y Skelly, M.A. (2003). "Nonparametric" A' and other modern misconceptions about signal detection theory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 10(3), 556-569.
- Pavlidis, G.Th. (1981). Sequencing, eye movements and the early objective diagnosis of dyslexia. En G.Th. Pavlidis y T.R. Miles (Eds.), *Dyslexia Research and its Applications to Education* (pp. 99-163). Nueva York: John Wiley & Sons.
- Peña, J. y Barraquer, L.L. (1983). *Neuropsicología*. Barcelona: Ediciones Toray.
- Perfetti, C.A. (1986). Cognitive and linguistic components of reading ability. En B.R. Foorman y A.W. Siegel (Eds.), *Acquisition of Reading Skills. Cultural Constraints and Cognitive Universals* (pp. 11-40). Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pickwell, D. (1996). *Anomalías de la Visión Binocular. Investigación y Tratamiento*. Madrid: Colegio Nacional de Ópticos Optometristas.
- Piers, E.V. (1984). *Piers-Harris Children's Self Concept Scale: Revised Manual*. Los Angeles: Western Psychological Services.

- Pountain, C. (2006). *The Romance Languages. Words and Their Structure: Analysis and Synthesis*. Londres: School of Modern Languages Queen Mary. University of London.
- Purpura, K., Kaplan, E. y Shapley, R.M. (1988). Background light and the contrast gain of primate P and M retinal ganglion cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 85*, 4534-4537.
- Ramos, J.L. y Cuetos, F. (1999). *Evaluación de los Procesos Lectores. PROLEC-SE*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ramus, F. (2001) Outstanding questions about phonological processing in dyslexia. *Dyslexia, 7*, 197-216.
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences, 27(2)*, 720-726.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S. y Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain, 126(4)*, 841-865.
- Real Academia Española (RAE) (2001). *Diccionario de la Lengua Española (Vigésima segunda edición)*. Madrid: Espasa Calpe.
- Reales, J.M. y Ballesteros, S. (1997a). *TDS. Un Programa de Ordenador para la Teoría de la Detección de Señales*. Madrid: Editorial Universitas.
- Reales, J.M. y Ballesteros, S. (1997b). *EXPER. Prácticas de Laboratorio por Ordenador*. Madrid: Editorial Universitas.
- Reid, R.C. y Shapley, R.M. (1992). Spatial structure of cone inputs to receptive fields in primate lateral geniculate nucleus. *Nature, 356*, 716-717.
- Riddell, P.M., Wilkins, A. y Hainline, L. (2006). The effect of colored lenses on the visual evoked response in children with visual stress. *Optometry and Vision Science, 83(5)*, 299-305.
- Ridder, W.H., Borsting, E., Cooper, M., McNeel, B. y Huang, E. (1997). Not all dyslexics are created equal. *Optometry and Vision Science, 74(2)*, 99-104.
- Robinson, G.L. y Conway, R.N.F. (1990). The effects of Irlen colored lenses on students' specific reading skills and their perception of ability: A 12-Month validity study. *Journal of Learning Disabilities, 23(10)*, 589-596.

- Robinson, G.L. y Foreman, P.J. (1999a). Scotopic Sensitivity / Irlen Syndrome and the use of coloured filters: a long-term placebo-controlled study of reading strategies using analysis of miscue. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 35-52.
- Robinson, G.L. y Foreman, P.J. (1999b). Scotopic Sensitivity / Irlen Syndrome and the use of coloured filters: a long-term placebo-controlled and masked study of reading achievement and perception of ability. *Perceptual and Motor Skills*, 89, 83-113.
- Robinson, G.L. y Miles, J. (1987). The use of coloured overlays to improve visual processing – A preliminary survey. *The Exceptional Child*, 34(1), 65-70.
- Rosner, J. y Rosner, J. (1997). The relationship between moderate hyperopia and academic achievement: How much plus is enough? *Journal of the American Optometric Association*, 68(10), 648-650.
- Ross, L. y Anderson, C.A. (1982). Shortcomings in the attribution process: On the origins and maintenance of erroneous social assessments. En D. Kahneman y cols. (eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rvachew, S. y Grawburg, M. (2006). Correlates of phonological awareness in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 74-87.
- Saint-John, L.M. y White, M.A. (1988). The effect of coloured transparencies on the reading performance of reading-disabled children. *Australian Journal of Psychology*, 40(4), 403-411.
- Scheiman, M. y Wick, B. (1996). *Tratamiento Clínico de la Visión Binocular. Disfunciones Heterofóricas, Acomodativas y Oculomotoras*. Madrid: CIAGAMI.
- Scheiman, M., Blaskey, P., Ciner, E.B., Gallaway, M., Parisi, M. y Selznick, R. (1990). Vision characteristics of identified as Irlen Filter candidates. *Journal of the American Optometric Association*, 8(8), 600-605.
- Schiller, P. y Malpeli, J. (1978). Functional specificity of lateral geniculate nucleus laminae of the rhesus monkey. *Journal of Neurophysiology*, 41, 788-797.
- Scott, L., McWhinnie, H., Taylor, L., Stevenson, N., Irons, P., Lewis, E., Evans, M., Evans, B. y Wilkins, A. (2002). Coloured overlays in schools: orthoptic and optometric findings. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22, 156-165.

- Simmers, A.J., Bex, P.J., Smith, K.H. y Wilkins, A.J. (2001). Spatiotemporal visual function in tinted lens wearers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 42(3), 879-884.
- Singleton, C. y Trotter, S. (2005). Visual stress in adults with and without dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 28(3), 365-378.
- Skottun, B.C. (2000). The magnocellular deficit theory of dyslexia: the evidence from contrast sensitivity. *Vision Research*, 40, 111-127.
- Skottun, B.C. (2004). On the use of red stimuli to isolate magnocellular responses in psychological experiments: A perspective. *Visual Neuroscience*, 21, 63-68.
- Skottun, B.C. y Parke, L.A. (1999). The possible relationship between visual deficits and dyslexia: Examination of a critical assumption. *Journal of Learning Disabilities*, 32 (1), 2-5.
- Snow, C.E., Burns, M.S. y Griffin, P. (1998). Preventing reading difficulties in young children. *Committee on the Prevention of Reading Difficulties in Young Children*, National Research Council.
- Sobrado, P. y Vidal, J. (2005). Comparison of the measurements of lateral phorias with the Biotop Vision Test and the von Graefe method. *European Vision and Experimental Research Congress*. Vilamoura (Portugal). Comunicación en póster.
- Solan, H.A. (1998). Influence of varying luminance and wavelength on comprehension and reading efficiency: A brief review of three studies. *Journal of Optometric Vision Development*, 29(3), 98-103.
- Solan, H.A. y Richman, J. (1990). Irlen Lenses: A critical appraisal. *Journal of the American Optometric Association*, 61(10), 789-796.
- Solan, H.A., Brannan, J.R., Ficarra, A. y Byne, R. (1997). Transient and sustained processing: effects of varying luminance and wavelength on reading comprehension. *Journal of the American Optometric Association*, 68 (8), 503-510.
- Solan, H.A., Ficarra, A., Brannan, J.R. y Rucker, F. (1998). 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.

- Solman, R.T., Cho, H.S. y Dain, S.J. (1991). Colour-mediated grouping effects in good and disabled readers. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 11, 320-327.
- Spafford, C.S., Grosser, G.S., Donatelle, J.R., Squillace, S.R. y Dana, J.P. (1995). Contrast sensitivity differences between proficient and disabled readers using colored lenses. *Journal of Learning Disabilities*, 28(4), 240-252.
- Sperling, A.J., Lu, Z., Manis, F.R. y Seidenberg, M.S. (2005). Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience*, 8 (7), 862-863.
- Stanislaw, H. y Todorov, N. (1999). Calculation of signal detection theory measures. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 31(1), 137-149.
- Stromeyer, C.F., Chaparro, A., Tolia, A.S. y Kronauer, R.E. (1997). Colour adaptation modifies the long-wave versus middle-wave cone weights and temporal phases in human luminance (but not red-green) mechanism. *Journal of Physiology*, 499, 227-254.
- Stuart, G.W., McAnally, K.I. y Castles, A. (2001). Can contrast sensitivity functions in dyslexia be explained by inattention rather than a magnocellular deficit? *Vision Research*, 41, 3205-3211.
- Swanson, W.H., Pokorny, J. y Smith, V.C. (1988). Effects of chromatic adaptation on phase-dependent flicker. *Journal of the Optical Society of America*, 5, 1976-1982.
- Treiman, R. (1992). The role of intrasyllabic units in learning to read and spell. En P.B. Gough, L.C. Ehri y R.Treiman (Eds.), *Reading Acquisition* (pp. 65-106).
- Tunmer, W.E. y Hoover, W.A. (1992). Cognitive and linguistic factors in learning to read. En P.B. Gough, L.C. Ehri y R.Treiman (Eds.), *Reading Acquisition* (pp. 175-214).
- Vellutino, F.R., Fletcher, J.M., Snowling, M.J. y Scanlon, D.M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40.
- Vidal, J. (2003). Factores desencadenantes de las crisis epilépticas por fotosensibilidad. *Gaceta Óptica*, 370, 10-15.

- Vidal, J. (2006). Estudio de la sintomatología visual asociada a la lectura en alumnado de Educación Primaria y Secundaria. En: J. Vidal (Ed.), *Foro de Innovación Educativa, Vol. 2* (pp.9-53). Sant Joan d'Alacant: IES Luis García Berlanga.
- Vidal, J. y Muiños, M. (2004). Tratamiento de las migrañas desencadenadas por estímulos visuales. *Ver y Oír, 21(189)* 484-490.
- Vidal, J. y Sobrado, P. (2005). Variation of visual symptoms along morning in high school students. *15th Societas Ophthalmologica Europaea Congress*. Berlín. Comunicación en póster.
- Vidal, J., Sobrado, P., Vargas, F. y Muiños, M. (2006). Determinación de la sensibilidad y del criterio de respuesta en la lectura aplicando la Teoría de la Detección de Señales. *Ponencia presentada en el 19 Congreso Internacional de Optometría, Contactología y Óptica Oftálmica*. Madrid: CNOO.
- Vidyasagar, T.R. y Pammer, K. (1999). Impaired visual search in dyslexia relates to the role of the magnocellular pathway in attention. *Neuroreport, 10(6)*, 1283-1287.
- Waldie, M. y Wilkins, A. (2004). How big does a coloured overlay have to be? *Ophthalmic and Physiological Optics, 57-60*.
- Wessely, S., Chalder, T., Hirsch, S., Wallace, P. y Wright, D. (1996). Psychological symptoms, somatic symptoms, and psychiatric disorder in chronic fatigue syndrome: A prospective study in the primary care setting. *American Journal of Psychiatry, 153(8)*, 1050-1059.
- Wharry, R.E. y Kirkpatrick, S.W. (1986). Vision academic performance of learning disabled children. *Perceptual and Motor Skills, 62(1)*, 323-336.
- Whiting, P.R. (1985). How difficult can reading be? New insight into reading problems. *The Journal English Teachers' Association, 49*, 49-55.
- Whiting, P.R. (1988). Improvements in reading and other skills using Irlen coloured lenses. *Australian Journal of remedial Education, 20*, 13-15.
- Wiesel, T.N. y Hubel, D.H. (1966). Spatial and chromatic interactions in the lateral geniculate body of the rhesus monkey. *Journal of Neurophysiology, 29*, 1115-1156.
- Wilkins, A. (1993). Reading and visual discomfort. En D.M. Willows, Kruk, R.S. y Corcos, E. (Eds.) *Visual Process in Reading and Reading Disabilities* (pp. 435-456). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Wilkins, A. J. (1995). *Visual Stress*. Oxford: Oxford University Press.
- Wilkins, A. (2002). Coloured overlays and their effects on reading speed: a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22, 448-454.
- Wilkins, A. (2003). *Reading through Colour. How Coloured Filters Can Reduce Reading Difficulty, Eye Strain, and Headaches*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Wilkins, A. y Lewis, E. (1999). Coloured overlays, text, and texture. *Perception*, 28, 641-650.
- Wilkins, A. y Neary, C. (1991). Some visual, optometric and perceptual effects of coloured glasses. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 11, 163-171.
- Wilkins, A.J. y Nimmo-Smith, I. (1984). On the reduction of eye-strain when reading. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 4(1), 53-59.
- Wilkins, A.J., Evans, B.J.W., Brown, J.A., Busby, A.E., Wingfield, A.E., Jeanes, R.J. y Bald, J. (1994). Double-masked placebo-controlled trial of precision spectral filters in children who use coloured overlays. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14, 365-370.
- Wilkins, A., Huang, J. y Cao, Y. (2004). Visual stress theory and its application to reading and reading tests. *Journal of Research in Reading*, 27(2), 152-162.
- Wilkins, A.J., Jeanes, R.J., Pumfrey, P.D. y Laskier, M. (1996). Rate of Reading Test®: its reliability, and its validity in the assessment of the effects of coloured overlays. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(6), 491-497.
- Wilkins, A.J., Lewis, E., Smith, F. y Rowland, E. (2001). Coloured overlays and their benefits for reading. *Journal Research Reading*, 24, 41-64.
- Wilkins, A., Milroy, R., Nimmo-Smith, I., Wright, A., Tyrrell, R., Holland, K., Martin, J., Bald, J., Yale, S., Miles, T. y Noakes, T. (1992). Preliminary observations concerning treatment of visual discomfort and associated perceptual distortion. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 12, 257-263.
- Wilkins, A., Nimmo-Smith, I., Tait, A., McManus, C., Della Sala, S., Tilley, A., Arnold, K., Barrie, M. y Scott, S. (1984). A neurological basis for visual discomfort. *Brain*, 107, 989-1017.
- Wilkins, A., Sihra, N. y Myers, A. (2005). Increasing reading speed using colours: issues concerning reliability and specificity, and their theoretical and practical implications. *Perception*, 34, 109-120.

- Wilkins, A., Sihra, N. y Nimmo-Smith, I. (2005). How precise do precision tints have to be and how many are necessary? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 25, 269-276.
- Williams, M.C., LeCluyse, K. y Littell, R. (1996). Wavelength-specific intervention for reading disability. En: R.P. Garzia (Ed.). *Vision and Reading* (pp. 283-305). Sant Louis: Mosby.
- Williams, M.C., LeCluyse, K. y Rock-Faucheux, A. (1992). Effective interventions for reading disability. *Journal of American Optometric Association*, 63 (6), 411-417.
- Willows, D.M. (1996). A framework for understanding learning difficulties and disabilities. En: R.P. Garzia (Ed.), *Vision and Reading* (pp. 229-247). San Luis: Mosby.
- Winter, S. (1987). Irlen lenses: an appraisal. *Australian Educational and Developmental Psychologist*, 4, 1-5.
- Woodhouse, J.M., Griffiths, C. y Gedling, A. (2000). The prevalence of ocular defects and the provision of eye care in adults with learning disabilities living in the community. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 20(2), 79-89.
- Worrall, R.S. (1986). Reading disability: a discussion of visual, auditory, and linguistic factors. *Journal of American Optometric Association*, 57(1), 60-4.
- Yuste, C. (2002). *Inteligencia General y Factorial*. Madrid: Dintest.