

---

# Tratamento do estresse visual na leitura: características físicas e mecanismos neurais de ação das lâminas espectrais (overlays)

DOUGLAS DE ARAUJO VILHENA\*

MARCIA REIS GUIMARÃES\*\*

RICARDO QUEIROZ GUIMARÃES\*\*\*

ÂNGELA MARIA VIEIRA PINHEIRO\*\*\*\*

---

## Resumo

*As lâminas espectrais são folhas de acetato em tonalidades específicas utilizadas sobrepostas ao texto impresso com o objetivo de melhorar a leitura. As lâminas mais*

---

\* Psicólogo (UFMG), Mestre em Desenvolvimento Humano (UFMG), Doutorando no PPG em Psicologia: Cognição e Comportamento (UFMG). Coordenador do Laboratório de Pesquisa Aplicação à Neurovisão, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

\*\* Médica (UFMG), Especialista em Oftalmologia (Faculdade de Ciências Médicas), Mestrado em Biologia Molecular (Universidade de Paris-V), Doutorado em Oftalmologia (UFMG), Fellowship em Patologia Ocular (Moorfields Eye Hospital e Armed Forces Institute of Pathology). Diretora do Departamento de Neurovisão do Hospital de Olhos de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

\*\*\* Médico (UFMG), possui especialização, residência Médica e Doutorado em Oftalmologia (UFMG), Fellowship em Córnea e Doenças Externas (Hospices Civils de Strasbourg, Moorfields Eye Hospital, Hotel Dieu de Paris e Georgetown University). Diretor do LAPAN, do Hospital de Olhos de Minas Gerais e da Fundação Hospital de Olhos.

\*\*\*\* Psicóloga (PUC-Minas), Mestre em Psicologia Educacional (University of Glasgow), Doutora em Psicologia Cognitiva (University of Dundee) e Pós-doutora (Universidade de Educação de Ludwigsburg). Professora Titular da Universidade Federal de Minas Gerais.

*utilizadas na literatura internacional são fabricadas pelo Irlen Institute e pelo i.O.O. Sales. É fundamental intensificar o estresse visual previamente à seleção da melhor cromaticidade de lâmina espectral. Segundo a teoria da sensibilidade escotópica, as overlays melhoram a adaptação do leitor à luz. Na teoria do déficit magnocelular, as lâminas ajustariam a velocidade de processamento das vias magnocelulares do núcleo geniculado lateral. Por fim, a teoria da hiperexcitabilidade cortical, centrada na excitação excessiva dos neurônios corticais visuais, defende que as lâminas redistribuiriam a atividade visual para neurônios com menor excitabilidade.*

**Palavras-chave:** Síndrome de Irlen. Estresse visual. Distúrbio neurovisual. Aprendizagem. Déficit magnocelular.

---

## Introdução

As lâminas espectrais (overlays) são folhas de acetato em tonalidades específicas a serem sobrepostas ao texto impresso ou telas de computador. Esse recurso é utilizado em pacientes com Estresse Visual desde a década de 1980, para melhorar a qualidade de leitura. As overlays têm se mostrado eficientes para minimizar o desconforto visual durante a leitura, melhorar o reconhecimento de letras e de números, aumentar a velocidade de leitura, e reduzir a frequência e duração das fixações e regressões oculares, tornando a leitura mais eficiente (NEWMAN WRIGHT et al., 2007; SINGLETON; HENDERSON, 2007b; LUDLOW et al., 2008a; NICHOLS et al., 2009; ALLEN et al., 2012).

De 12% a 22% da população geral apresenta ganhos acima de pelo menos 10% na velocidade de leitura com a lâmina espectral ideal (KRISS; EVANS, 2005; SINGLETON; HENDERSON, 2007a), e 2% a 5% apresentam ganhos na velocidade acima de 25% (WILKINS et al., 2001; EVANS; JOSEPH, 2002). Noble et al. (2004) observaram ganho de 1.2 anos a 1.6 anos na habilidade de leitura após três meses de uso das lâminas espectrais em crianças com Estresse Visual de moderada a severa, recuperando a defasagem acadêmica, enquanto o equivalente grupo controle apresentou ganhos negligenciáveis de 0 a 5 meses.

O objetivo do presente trabalho é ampliar a compreensão sobre as lâminas espectrais, abrangendo as suas características físicas, sua metodologia de prescrição e as teorias sobre o seu efeito no processamento da informação visual.

---

## Modelos de lâminas espectrais

Em uma busca sistemática da literatura, restrita ao período de 1980 a 2016 (GUIMARÃES et al., submetido) foram encontrados 56 artigos com delineamento experimental sobre o uso das lâminas espectrais. Dentre esses estudos, treze utilizaram as Irlen Coloured Overlays (Irlen Institute, CA, EUA), trinta e três utilizaram as Intuitive Overlays (i.O.O. Sales, London, UK), e dez outros modelos (ex., Cerium Overlays e Lee Filters).

Dentre os dois principais fabricantes de overlays, há diferentes nomenclaturas e tonalidades, a saber: Irlen Institute (Rose, Turquoise, Purple, Blue-gray, Acqua, Golden-rod, Peach, Green, Yellow, Gray); i.O.O. Sales (Rose, Pink, Purple, Blue, Aqua, Mint-green, Lime-green, Yellow, Orange, Gray). As únicas quatro cores que são fornecidas pelos dois fabricantes (mesmo nome, mas não o mesmo tom, saturação e brilho) são a Acqua/Aqua, Purple, Rose, Yellow e Gray.

As *overlays* podem variar de tamanho, cobrindo parte ou toda a página. Tanto o tamanho A5, que é o comercialmente mais encontrado, quanto o em forma de uma régua (20 x 6 cm), melhoram o desempenho de leitura caso seja prescrito o bloqueio espectral ideal (WALDIE; WILKINS, 2004; SMITH; WILKINS, 2007). Isso se deve ao fato de que a informação visual que contorna o overlay não interfere na percepção da cor do overlay em si, caso o paciente não apresente fotossensibilidade ao branco do papel circundante. Uma vantagem do formato de régua é o seu uso como guia ao longo do texto.

As *overlays* possuem um lado brilhante e outro fosco. O lado brilhante mantém a claridade do papel, porém só é recomendado quando a iluminação do ambiente é reduzida para evitar reflexos. Já o lado fosco reduz os reflexos e a luminosidade do texto em 47%, o que ajusta para níveis recomendáveis a claridade da página do texto em algumas salas de aula, reduzindo o ofuscamento provocado pela folha branca e aperfeiçoando a qualidade do contraste (WINTERBOTTOM; WILKINS, 2009).

## Características espectrais das Irlen Overlays

A Figura 1 demonstra a cromaticidade (tom, saturação e brilho) de oito dos dez Irlen Overlays, mais suas sobreposições, de acordo com o diagrama CIE 1976, analisada por WILKINS (1994)\_ENREF\_39. Os oito *overlays* cobrem ampla gama de cores e de saturação.

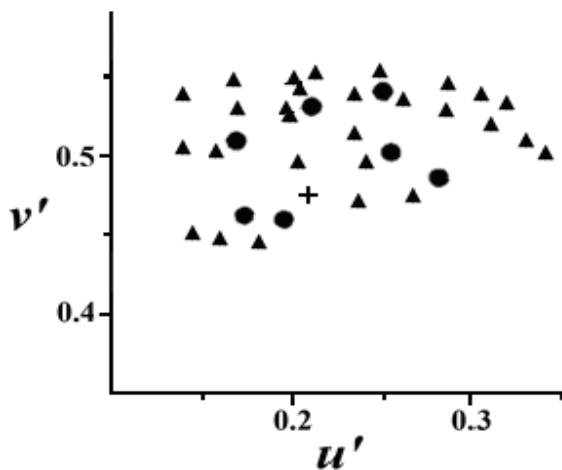


Figura 1 - Diagrama CIE 1976 com as coordenadas de cromaticidade das Irlen Overlays (●) e dos seus pares combinados (▲), com a cor branca/cinza centralizada (+).

Não foram analisados as *overlays Purple e Aqua*, localizadas aproximadamente no quadrante inferior direito e esquerdo respectivamente.

Fonte: WILKINS (1994)

Todos os Irlen Overlays podem ser combinados até no máximo duas vezes, o que aumenta a variedade de opções, com tons mais escuros e fortes (maior saturação). Assim, além dos 10 *overlays* base, é possível formar outros 10 por meio da sobreposição com *overlays* da mesma cor e mais 45 sobrepondo com outras cores, o que gera um total de 65 cromaticidades.

Essa grande gama se deve à distribuição não uniforme das Irlen Overlays no diagrama CIE 1976, evitando a sobreposição de cores complementares (que geram a cor cinza).

---

## Características espectrais das intuitive overlays

As Intuitive Overlays foram selecionadas de forma equidistante a partir da cor branca (saturação equivalente) do diagrama de cromaticidade CIE 1976 (ver Figura 2) (WILKINS, 1994). O ângulo de matiz (tonalidade,  $h_{uv}$ ) entre as cores vizinhas varia em média  $40^\circ$  (desvio padrão =  $7,7^\circ$ ), e a saturação ( $S_{uv}$ ) possui média de 0,52 (D.P. = 0,19).

As Intuitive Overlays apenas permitem a sobreposição de uma mesma cor ou de cores vizinhas, o que diminui o ângulo do matiz para  $20^\circ$  (D.P. =  $4,8^\circ$ ) e aumenta a saturação para 1,1 (D.P. = 0,13), sendo limitada a 27 possibilidades de cores (mais o overlay cinza e sua sobreposição).

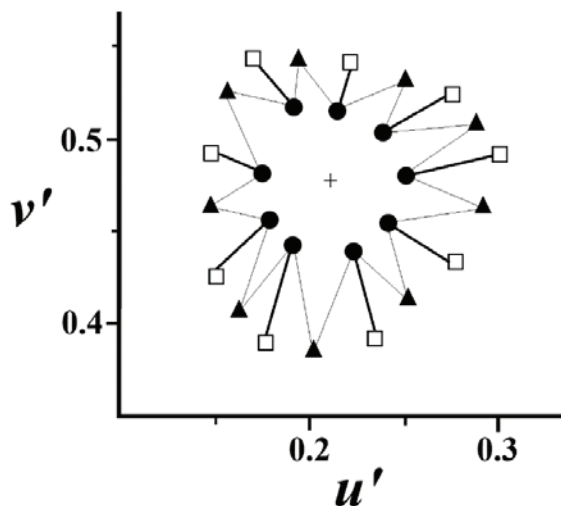


Figura 2 - Diagrama CIE 1976 com as coordenadas de cromaticidade das Intuitive Overlays (●), das sobreposições de overlays da mesma cor (□) e das sobreposições com as cores vizinhas (▲), com a cor branca/cinza centralizada (+)  
Fonte: WILKINS (1994).

## Método de prescrição do overlay

Atualmente há dois principais procedimentos para a prescrição das *overlays*, criados pela Dra. Irlen e pelo Dr. Wilkins. De forma resumida, em ambos são apresentados estímulos e tarefas visuais para provocar e intensificar um estresse visual, que é, em seguida, atenuado pela interposição de uma sequência de *overlays*. Por meio de eliminação, seleciona-se o overlay ideal, ou uma combinação entre eles, que melhore a percepção (clareza e conforto) do texto.

No método Irlen, após a seleção das *overlays*, complementa-se o exame com ilustrações de tipos de distorções de texto (borrado, auréola, embaçado, redemoinho, tremido, rios, serrilhado, ondas acentuadas, ondulado, guerra nas estrelas, letras flutuantes),

que habitualmente se manifestam em situações de esforço visual prolongado. Durante a seleção dessas distorções, o paciente se conscientiza da presença desses distúrbios neurovisuais, até então ignorados por fazerem parte de sua leitura habitual. Estudos mostram que quanto maior a severidade das distorções visuais, maior será o ganho de leitura com o uso das *overlays* (TYRRELL et al., 1995; WILKINS et al., 2001; HOLLIS; ALLEN, 2006).

Assim como os Transtornos do Desenvolvimento, o diagnóstico do Estresse Visual é clínico, sendo feito por protocolo médico específico, através do qual são eliminadas previamente patologias ópticas e oculomotoras (EVANS, 2005). Para a prescrição de *overlays*, a metodologia empregada visa o rastreamento do Estresse Visual e pode ser feita por profissionais da saúde e da educação, para emprego em larga escala. Atualmente, no Brasil, já estão em atividade mais de dois mil profissionais, em todos os estados, capacitados para a correta prescrição de *overlays*, via Fundação Hospital de Olhos em Belo Horizonte.

---

## Teorias sobre os efeitos das lâminas espectrais

Existem três principais teorias que auxiliam na compreensão de como diferentes tipos de *overlays* afetam o processamento neurovisual da informação, sendo elas a teoria da sensibilidade escotópica, a do déficit magnocelular e a da hiperexcitabilidade cortical. Outras hipóteses envolvendo alterações ópticas, oculomotoras e a degeneração da mácula foram descartadas em estudos (EVANS et al., 1995; EVANS et al., 1996; WILKINS; LEWIS, 1999; BOULDOUKIAN et al., 2002; EPERJESI et al., 2004; ALLEN et al., 2012; MONGER et al., 2014).

Pacientes com Estresse Visual apresentaram alterações bio-

químicas na proporção de lipídios no sangue e de aminoácidos e ácidos orgânicos na urina (ROBINSON et al., 2001; SPARKES et al., 2003). É interessante mencionar que 81–84% de um ou ambos os pais de crianças com Estresse Visual também apresentaram sintomas de distorções visuais e melhora com o bloqueio espectral, sugerindo uma influência genética, conforme estudos de Robinson et al. (1996, 2000).

### ***Teoria da Sensibilidade Escotópica***

A teoria da sensibilidade escotópica, criada pela Dra. Helen Irlen, foi a primeira hipótese levantada para descrever o conjunto de sintomas que eram amenizados com o uso das *overlays*. Visão escotópica se refere à condição de visão em ambientes com baixa luminosidade, quando se tornam inoperantes os cones (fotorreceptores envolvidos na visão cromática e com alta resolução espacial) e apenas estão ativos os bastonetes (fotorreceptores muito sensíveis a luz que detectam apenas tons de branco, preto e cinza).

Carroll et al. (1994) observaram déficit na adaptação ao escuro em pacientes disléxicos com Estresse Visual, sendo discutido as possíveis relações entre tais déficits, verificados o nível dos bastonetes retinianos, com o sistema magnocelular e o córtex visual. Essa hipótese etiológica é questionada pelo fato da ativação dos bastonetes ser parcialmente indiferente a cores e insensível a comprimentos de ondas maiores que 640 nanômetros, o que não justificaria a existência de *overlays* ou filtros espectrais que bloqueassem comprimentos além dessa faixa do espectro visível.

### ***Teoria do Déficit Magnocelular***

As vias neurovisuais magno e parvocelulares são subsistemas paralelos de processamento da informação visual. Essa divisão corresponde à discrepância que esses dois subsistemas possuem em relação a sua anatomia (neurônios grandes ou pequenos) e



a sua função (especialização no processamento temporal ou espacial) (PAMMER; WHEATLEY, 2001). Ambos sistemas se iniciam nas células ganglionares da retina, atravessam as camadas de neurônios magno ou parvocelulares do núcleo geniculado lateral talâmico, atingem o córtex occipital e terminam sua trajetória no córtex parietal e temporal (MAUNSELL; NEWSOME, 1987).

Livingstone et al. (1991) demonstraram que disléxicos possuem menores respostas a estímulos rápidos e de baixo contraste (coerentes com déficits no sistema magnocelular), mantendo respostas normais a estímulos lentos ou de alto contraste (preservação do sistema parvocelular). Em outra comparação com um grupo controle de leitores típicos, Livingstone et al. (1991) encontraram anormalidades *post-mortem* nas camadas magnocelulares dos núcleos geniculados laterais de disléxicos, mas não nas camadas parvocelulares.

Em um artigo com 4 experimentos, Gori et al. (2015) verificaram que: (1) a presença de dificuldade na percepção de movimento em disléxicos quando comparados a dois grupos controles; (2) a percepção de movimento visual de crianças na fase de pré-leitura prediz o desenvolvimento leitor; e (3) treinamentos no sistema magnocelular visual levam a uma melhor habilidade de leitura em crianças e adultos com dislexia do desenvolvimento. Gori et al. concluíram que há de fato uma relação causal entre déficits no sistema magnocelular e a dislexia, fechando virtualmente um debate de 30 anos.

A via magnocelular é considerada o caminho visual dominante na percepção de textos, atuando na mediação da capacidade de identificar, de forma rápida e sequencialmente, as letras, controlando a orientação visual da atenção das fixações e da sincronia binocular (GREATREX; DRASDO, 1995; CHASE et al., 2003; STEIN, 2003). Em tarefas de leitura, os déficits magnocelulares provocam principalmente instabilidade no controle coordenado dos olhos e dificuldade na correta fusão da imagem pelo cérebro, levando a

relatos de distorções visuais das palavras e do texto, mesmo na ausência de problemas ópticos (SOLAN et al., 1998; STEIN, 2001).

Os usos de *overlays* regulariam a velocidade de transmissão do sistema magnocelular, reequilibrando a sua relação com o sistema parvocelular (BREITMEYER; WILLIAMS, 1990; CROYLE, 1998; SOLAN et al., 1998; RAY et al., 2005).

Sparkes et al. (2003) argumentam que o baixo índice de colesterol encontrado no sangue de pacientes com Estresse Visual pode provocar desnutrição das células magnocelulares (altamente mielinizadas) devido às suas necessidades metabólicas relativamente altas. Essa explicação está de acordo com Stein (2001), que sugeriu que uma eficiente função do sistema magnocelular depende do metabolismo dos ácidos graxos.

### ***Teoria da Hiperexcitabilidade cortical***

A teoria de hiperexcitabilidade cortical, proposta pelo Prof Dr. Arnorld Wilkins, argumenta que uma estimulação sensorial intensa, como o acesso a um texto muito denso, poderia levar a uma redução dos mecanismos de inibição do córtex visual resultando em uma excitação excessiva dos neurônios corticais, causando distorções visuoperceptuais (WILKINS, 1995). As *overlays*, selecionadas específica e individualmente por cada leitor, ajudariam a redistribuir a atividade visual para neurônios corticais com menor excitabilidade, evitando áreas de hiperexcitação (WILKINS et al., 1994; WILKINS et al., 2001; HUANG et al., 2003; ALLEN et al., 2008).

Essa teoria se sustenta pela melhora observada com o uso das *overlays* em transtornos com hiperexcitabilidade cortical, como no Transtorno do Espectro Autista (LUDLOW et al., 2006; 2008b; LUDLOW; WILKINS, 2009; LUDLOW et al., 2012), enxaqueca (WILLIAMS et al., 1992), epilepsias fotossensíveis (WILKINS et al., 1999), e estresse visual secundários a acidente vascular cerebral (BEASLEY; DAVIES, 2013). Segundo Williams et al. (1992), a enxa-

queca, que se caracteriza por alta hiperexcitabilidade cortical, está presente em 25–45% das pessoas diagnosticadas com Estresse Visual. Em estudos posteriores, a redução da hiperexcitabilidade cortical na enxaqueca pela intervenção espectral foi constatada por tomografia e ressonância magnética funcional (DENUELLE et al., 2011; HUANG et al., 2011; CHOUINARD et al., 2012; KATZ; DIGRE, 2016) e, também, na supressão dos sintomas clínicos em 90% dos pacientes portadores de enxaqueca induzida por estresse visual (GUIMARÃES et al., 2010).

Adultos com hiperexcitabilidade cortical induzida por exposição a padrões de listras – e que obtiveram ganhos perceptuais e na taxa de leitura com as overlays – pontuaram mais na escala de neuroticismo (Eysenck Personality Questionnaire) do que o grupo controle, sem diferença significativa na escala de extroversão (HOLLIS et al., 2007). O construto psicológico “neuroticismo” reflete a personalidade de pessoas facilmente influenciadas por afetos negativos, que englobam ansiedade, depressão, sentimento de culpa, baixa autoestima, tensão, mau humor, hipocondria, baixa autonomia e obsessão. Pessoas com hiperexcitabilidade cortical normalmente possuem sensibilidade ao ofuscamento por padrões, que é uma anomalia sensorial no córtex visual que provoca distorções de percepção visual, especialmente quando submetidos a padrões repetitivos de listras em médias frequências espaciais e alto contraste. As linhas paralelas de um texto formam um padrão de listras que podem ter propriedades espaciais suficientes para provocar o ofuscamento por padrões, que, por sua vez, podem provocar epilepsias fotossensíveis e enxaquecas, ambos com alta comorbidade com o Estresse Visual (WILKINS et al., 1999).

Em pacientes com alta susceptibilidade a esse tipo de estresse visual, o uso das overlays melhora a velocidade de leitura e reduz a reserva acomodativa (ALLEN et al., 2008; ALLEN et al., 2010; ALLEN et al., 2012), apesar de não se ter demonstrado sua relevância no desempenho de tarefas de busca visual (SINGLETON;

HENDERSON, 2007a; ALLEN et al., 2008).

---

## Referências

- ALLEN, P. M. et al. Accommodation, pattern glare, and coloured overlays. *Perception*, v. 41, n. 12, p. 1458-67, 2012.
- ALLEN, P. M.; GILCHRIST, J. M.; HOLLIS, J. Use of visual search in the assessment of pattern-related visual stress (PRVS) and its alleviation by colored filters. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 49, n. 9, p. 4210-4218, set. 2008.
- ALLEN, P. M. et al. Pattern-Related Visual Stress, Chromaticity, and Accommodation. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 51, n. 12, p. 6843-6849, dez.2010.
- BEASLEY, I. G.; DAVIES, L. N. Visual stress symptoms secondary to stroke alleviated with spectral filters and precision tinted ophthalmic lenses: a case report. *Clinical & Experimental Optometry*, v. 96, n. 1, p. 117-120, jan.2013.
- BOULDOUKIAN, J.; WILKINS, A. J.; EVANS, B. J. Randomised controlled trial of the effect of coloured overlays on the rate of reading of people with specific learning difficulties. *Ophthalmic & Physiological Optics*, v. 22, n. 1, p. 55-60, jan. 2002.
- BREITMEYER, B. G.; WILLIAMS, M. C. Effects of isoluminant-background color on metacontrast and stroboscopic motion: interactions between sustained (P) and transient (M) channels. *Vision Research*, v. 30, n. 7, p. 1069-75, 1990.
- CARROLL, T. A.; MULLANEY, P.; EUSTACE, P. Dark adaptation in disabled readers screened for Scotopic Sensitivity Syndrome. *Perceptual and Motor Skills*, v. 78, n. 1, p. 131-141, fev.1994.
- CHASE, C. et al. Can the magnocellular pathway read? Evidence from studies of color. *Vision Research*, v. 43, n. 10, p. 1211-1222, maio, 2003.
- CHOUINARD, B. D. et al. A functional neuroimaging case study of Meares-Irlen syndrome/visual stress (MISViS). *Brain Topography*, v. 25, n. 3, p. 293-307, jul. 2012.
- CROYLE, L. Rate of reading, visual processing, colour and contrast. *Australian Journal of Learning Disabilities*, v. 3, n. 3, p. 13-21, set.1998.
- DENUELLE, M. et al. A PET study of photophobia during spontaneous migraine attacks. *Neurology*, v. 76, n. 3, p. 213-8, jan. 18 2011.
- EPERJESI, F.; FOWLER, C. W.; EVANS, B. J. The effects of coloured light filter overlays on reading rates in age-related macular degeneration. *Acta ophthalmologica Scandinavica*, v. 82, n. 6, p. 695-700, dez. 2004.
- EVANS, B. J. The need for optometric investigation in suspected Meares-Irlen syndrome or visual stress. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 25, n. 4, p. 363-70, jul 2005.
- EVANS, B. J. et al. Optometric correlates of Meares-Irlen Syndrome: a matched

group study. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 15, n. 5, p. 481-487, 1995.

EVANS, B. J.; JOSEPH, F. The effect of coloured filters on the rate of reading in an adult student population. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 22, n. 6, p. 535-45, nov. 2002.

EVANS, B. J. et al. A preliminary investigation into the aetiology of Meares-Irlen syndrome. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 16, n. 4, p. 286-96, jul 1996.

GORI, S. et al. Multiple Causal Links Between Magnocellular-Dorsal Pathway Deficit and Developmental Dyslexia. *Cerebral Cortex*, v.26, n.11, p.4356-4369. set.2015.

GREATREX, J. C.; DRASDO, N. The magnocellular deficit hypothesis in dyslexia: a review of reported evidence. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 15, n. 5, p. 501-6, set. 1995.

GUIMARÃES, M. R. et al. Eficácia das lâminas espectrais (overlays) na leitura: revisão sistemática de três décadas. Submetido, 2018.

GUIMARÃES, M. R. et al. Selective spectral filters in the treatment of visually induced headaches and migraines: a clinical study of 93 patients. *Headache Medicine*, v.1, n. 2, p. 72, 2010.

HOLLIS, J.; ALLEN, P. M. Screening for Meares-Irlen sensitivity in adults: can assessment methods predict changes in reading speed? *Ophthalmic & physiological optics*, v. 26, n. 6, p. 566-71, nov. 2006.

OLLIS, J. et al. Personality dimensions of people who suffer from visual stress. *Ophthalmic & physiological optics*, v. 27, n. 6, p. 603-10, nov. 2007.

HUANG, J. et al. Visual Distortion Provoked by a Stimulus in Migraine Associated With Hyperneuronal Activity. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, v. 43, n. 6, p. 664-671, 2003.

HUANG, J. et al. fMRI evidence that precision ophthalmic tints reduce cortical hyperactivation in migraine. *Cephalalgia*, v. 31, n. 8, p. 925-36, jun 2011.

KATZ, B. J.; DIGRE, K. B. Diagnosis, pathophysiology, and treatment of photophobia. *Survey of Ophthalmology*, v. 61, n. 4, p. 466-77, jul./aug. 2016.

KRISS, I.; EVANS, B. J. The relationship between dyslexia and Meares-Irlen Syndrome. *Journal of Research in Reading*, v. 28, n. 3, p. 350-364, 2005.

LIVINGSTONE, M. S. et al. Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proc Natl Acad Sci U S A*, v. 88, n. 18, p. 7943-7, set. 1991.

LUDLOW, A. K.; TAYLOR-WHIFFEN, E.; WILKINS, A. J. Coloured filters enhance the visual perception of social cues in children with autism spectrum disorders. *ISRN Neurology*, v. 2012, p. 1-6, 2012.

LUDLOW, A. K.; WILKINS, A.; HEATON, P. Colored overlays enhance visual perceptual performance in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, v. 2, n. 3, p. 498-515, 2008a.

LUDLOW, A. K.; WILKINS, A. J. *Case report*: Color as a therapeutic intervention.

- Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 39, n. 5, p. 815-818, 2009.
- LUDLOW, A. K.; WILKINS, A. J.; HEATON, P. The effect of coloured overlays on reading ability in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 36, n. 4, p. 507-16, maio, 2006.
- \_\_\_\_\_. Colored overlays enhance visual perceptual performance in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, v. 2, n. 3, p. 498-515, 2008b.
- MAUNSELL, J. H.; NEWSOME, W. T. Visual processing in monkey extrastriate cortex. *Annual Review Neuroscience*, v. 10, p. 363-401, 1987.
- MONGER, L.; WILKINS, A.; ALLEN, P. M. Identifying visual stress during a routine eye examination. *Journal of Optometry*, v.8, n.2, p.140-145, abr./jun. 2015.
- NEWMAN WRIGHT, B.; WILKINS, A.; ZOUKOS, Y. Spectral filters can improve reading and visual search in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology*, v. 254, n. 12, p. 1729-35, Dec 2007.
- NICHOLS, S. A. et al. Screening for dyslexia, dyspraxia and Meares-Irlen syndrome in higher education. *Dyslexia*, v. 15, n. 1, p. 42-60, fev. 2009.
- NOBLE, J. et al. A controlled field study of the use of coloured overlays on reading achievement. *Australian Journal of Learning Difficulties*, v. 9, n. 2, p. 14-22, jun.2004.
- PAMMER, K.; WHEATLEY, C. Isolating the M(y)-cell response in dyslexia using the spatial frequency doubling illusion. *Vision Research*, v. 41, n. 16, p. 2139-47, jul 2001.
- RAY, N. J.; FOWLER, S.; STEIN, J. F. Yellow Filters Can Improve Magnocellular Function: Motion Sensitivity, Convergence, Accommodation, and Reading. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1039, n. 1, p. 283-293, 2005.
- ROBINSON, G. L. et al. A biochemical analysis of people with chronic fatigue who have Irlen Syndrome: speculation concerning immune system dysfunction. *Percept Mot Skills*, v. 93, n. 2, p. 486-504, out. 2001.
- SINGLETON, C.; HENDERSON, L.-M. Computerised screening for visual stress in reading. *Journal of Research in Reading*, v. 30, n. 3, p. 316-331, 2007a.
- \_\_\_\_\_. Computerized screening for visual stress in children with dyslexia. *Dyslexia*, v. 13, n. 2, p. 130-151, 2007b.
- SMITH, L.; WILKINS, A. J. How many colours are necessary to increase the reading speed of children with visual stress? A comparison of two systems. *Journal of Research in Reading*, v. 30, n. 3, p. 332-343, 2007.
- SOLAN, H. A. et al. Eye movement efficiency in normal and reading disabled elementary school children: effects of varying luminance and wavelength. *Journal of the American Optometric Association*, v. 69, n. 7, p. 455-64, jul. 1998.
- SPARKES, D. L. et al. Plasma cholesterol levels and Irlen syndrome: preliminary study of 10- to 17-yr.-old students. *Percept Mot Skills*, v. 97, n. 3 pt. 1, p. 743-52, dez. 2003.
- STEIN, J. The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, v. 7, n.

1, p. 12-36, jan./mar. 2001.

\_\_\_\_\_. Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*, v. 41, n. 13, p. 1785-93, 2003.

TYRRELL, R. et al. Coloured overlays, visual discomfort, visual search and classroom reading. *Journal of Research in Reading*, v. 18, n. 1, p. 10-23, 1995.

WALDIE, M.; WILKINS, A. J. How big does a coloured overlay have to be? *Ophthalmic & Physiological Optics*, v. 24, n. 1, p. 57-60, jan. 2004.

WILKINS, A. J. Overlays for classroom and optometric use. *Ophthalmic & Physiological Optics*, v. 14, n. 1, p. 97-9, jan. 1994.

\_\_\_\_\_. *Visual stress*. Oxford ; New York: Oxford University Press, 1995. xxii, 194 p.

WILKINS, A. J. et al. Treatment of photosensitive epilepsy using coloured glasses. *Seizure*, v. 8, n. 8, p. 444-9, dez. 1999.

WILKINS, A. J. et al. Double-masked placebo-controlled trial of precision spectral filters in children who use coloured overlays. *Ophthalmic & Physiological Optics*, v. 14, n. 4, p. 365-70, out. 1994.

WILKINS, A. J.; LEWIS, E. Coloured overlays, text, and texture. *Perception*, v. 28, n. 5, p. 641-50, 1999.

WILKINS, A. J. et al. Coloured overlays and their benefit for reading. *Journal of Research in Reading*, v. 24, n. 1, p. 41-64, 2001.

WILLIAMS, M. C.; LECLUYSE, K.; ROCK-FAUCHEUX, A. Effective interventions for reading disability. *Journal of the American Optometric Association*, v. 63, n. 6, p. 411-7, jul. 1992.

WINTERBOTTOM, M.; WILKINS, A. J. Lighting and discomfort in the classroom. *Journal of Environmental Psychology*, v. 29, n. 1, p. 63-75, mar. 2009.

Data de submissão: 07/12/2017

Data de aprovação: 06/05/2018