
EDUCAÇÃO FÍSICA

ISABELA DE CAMPOS D'AURIA HERZ

**EFEITO DE ALTERAÇÃO DE CORES EM
DISPOSITIVO ELETRÔNICO NO DESEMPENHO
E NOS MOVIMENTOS DOS OLHOS DURANTE
LEITURA DE CRIANÇAS COM DISLEXIA**

ISABELA DE CAMPOS D'AURIA HERZ

EFEITO DE ALTERAÇÃO DE CORES EM DISPOSITIVO ELETRÔNICO
NO DESEMPENHO E NOS MOVIMENTOS DOS OLHOS DURANTE
LEITURA DE CRIANÇAS COM DISLEXIA

Orientador: José Angelo Barela

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharela em Educação Física.

Rio Claro

2020

H582e Herz, Isabela de Campos D'Auria
Efeito de alteração de cores em dispositivo eletrônico no desempenho e nos movimentos dos olhos durante leitura de crianças com dislexia / Isabela de Campos D'Auria Herz. -- Rio Claro, 2020
50 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: José Angelo Barela

1. Leitura. 2. Dislexia. 3. Movimento dos olhos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

*Dedico esse trabalho aos meus avós maternos,
José Paulo e Elza (in memoriam). "Dream away
child, let your dreams run wild" - Frank Sinatra.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as graças recebidas e por ter iluminado minha vida nos momentos de dúvida e insegurança.

Aos meus pais, irmão e familiares por todo o apoio, ajuda e incentivo ao longo de toda a minha graduação, principalmente, por fazerem de tudo pela minha felicidade. Vocês são minha inspiração para a vida!

Ao meu noivo, por ter me apoiado e ajudado nessa jornada.

Aos membros do LEM: meu orientador Prof. Dr. José Angelo Barela por todo ensinamento proporcionado ao longo dos anos, Gabriella por todas as lições e ajuda prestada e a Rafaela, também companheira de casa, por todos os momentos compartilhados que levarei comigo para sempre.

Aos meus amigos Unespianos por tornarem memoráveis e inesquecíveis esses quatros anos de UNESP Rio Claro.

Esse trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – processo 2019/11272-8.

RESUMO

A leitura envolve diversos aspectos cognitivos e coordenativos, tornando-a uma tarefa não natural. A movimentação dos olhos é uma das ferramentas utilizadas para averiguação e investigação do funcionamento no processo de leitura, uma vez que fornece informações a respeito dos comportamentos oculares. Crianças com dislexia possuem dificuldades na leitura além de uma alteração na coordenação dos movimentos oculares e, por isso, são sugeridas abordagens envolvendo alteração de cores visando à melhora no desempenho dessas crianças na performance da leitura. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi verificar o desempenho da leitura e os movimentos dos olhos em crianças com dislexia a partir da manipulação de diferentes cores de filtros em dispositivo eletrônico. Para tanto, 15 crianças diagnosticadas com dislexia ($12,01 \pm 2,01$ anos) e 15 crianças sem dislexia ($10,06 \pm 1,70$ anos) foram solicitadas a ler textos sem e com a manipulação das cores azul, verde e alaranjado. Foi utilizado um sistema para rastreamento dos movimentos dos olhos. Para cada uma das condições experimentais foram obtidas as variáveis: tempo total de leitura; número total de fixações; duração média das fixações e número total, duração média, amplitude média e velocidade média dos movimentos sacádicos. Os resultados mostraram que crianças com dislexia precisam de mais tempo para realizar a leitura, além de um maior número de fixações e de movimentos sacádicos do que crianças sem dislexia. Nenhuma diferença no desempenho da leitura e nos movimentos dos olhos foi observada entre as condições de filtro eletrônico colorido. Com base nestes resultados, conclui-se que o uso de filtros eletrônicos do tipo e nas cores do presente estudo não melhora o desempenho da leitura e dos movimentos dos olhos de crianças com dislexia durante a leitura.

Palavras chave: Leitura. Dislexia. Movimento dos olhos.

ABSTRACT

Reading involves several cognitive and coordinating aspects, making it a non-natural task. The eye movement is a tool used to investigate the reading process once it provides information about ocular movements. Children with dyslexia show difficulties in reading besides ocular movement coordination and, therefore, several approaches involving color manipulation are used to improve the performance of these children during reading. Therefore, the purpose of this study was to verify the reading performance and to examine eye movement characteristics in children with dyslexia while reading with different colors using an electronic device. A group of fifteen dyslexic children ($12,01 \pm 2,01$ years) and fifteen non-dyslexic children ($10,06 \pm 1,70$ years) were asked to read texts without and with color manipulation (blue, green and orange). An eye tracking system was used to monitor eye movements. For each reading condition the total reading time, number and duration of fixations and number, duration, amplitude and speed of saccadic eye movements were obtained. The results showed that children with dyslexia need more time to read, in addition to higher number of fixation and saccadic movements than children without dyslexia. No significant difference in reading performance and eye movement was observed under colored electronic filter conditions. Based on these results, it can be concluded that the type and color of colored electronic filter analyzed in this study do not improve reading performance and eye movement of children with dyslexia.

Keywords: Reading. Dyslexia. Eye movement.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	DISLEXIA	12
2.2	LEITURA	14
2.3	MOVIMENTO DOS OLHOS	16
2.4	MANIPULAÇÕES NA LEITURA	19
2.5	AMBIENTE VIRTUAL E DISLEXIA	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	24
3.2	PARTICIPANTES	24
3.3	PROCEDIMENTOS	25
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4	RESULTADOS	35
4.1	DESEMPENHO DA LEITURA	35
4.1.1	Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Azul Eletrônico	35
4.1.2	Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Verde Eletrônico	35
4.1.3	Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Laranja Eletrônico	36
4.2	MOVIMENTO DOS OLHOS	36
4.2.1	Número e Duração das Fixações	36
4.2.1.1	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul	36
4.2.1.2	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde	37
4.2.1.3	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja	37
4.2.2	Número e Duração dos Movimentos Sacádicos	37
4.2.2.1	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul	38

4.2.2.2	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde.....	38
4.2.2.3	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja	38
4.2.3	Amplitude e Velocidade dos Movimentos Sacádicos	39
4.2.3.1	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul	39
4.2.3.2	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde.....	39
4.2.3.3	Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja	39
5	DISCUSSÃO	40
6	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de ler, vista por muitos como trivial nos dias atuais, é, na verdade, uma habilidade de alta complexidade. A leitura envolve desde aspectos cognitivos para a identificação do conteúdo até uma complexa e refinada coordenação dos movimentos dos olhos para rastrear as letras ao longo de linhas do texto em questão. Nesse processo dinâmico, os olhos realizam movimentos que se diferem conforme a eficiência do leitor, sendo observado fixações e sacadas características da maturidade na leitura.

Apesar de muito necessária e recorrente na vida cotidiana, muitas pessoas de diversas faixas etárias não desenvolvem a leitura de maneira efetiva. Fato este alarmante pelos impactos provocados para esta pessoa. Este problema é ainda mais preocupante quando relacionado a crianças em fase escolar, trazendo diversas consequências no aprendizado da leitura e escrita e, em casos extremos, podendo levar à evasão escolar. Há diversos problemas relacionados à aprendizagem que são classificados de diferentes maneiras. A dislexia, em específico, se refere a problemas de aprendizagem da forma escrita da linguagem (MANIS, CUSTODIO & SZESZULSKI, 1993), assim como uma desordem da leitura (FONSECA, 2009), sendo responsável por uma alteração no processamento cognitivo (SILVA & CAPELLINI, 2013). No caso da dislexia desenvolvimental, refere-se ao diagnóstico das dificuldades feito durante a fase de alfabetização da criança, na qual apresenta falhas na obtenção de habilidades referentes a essa fase na mesma proporção que outras habilidades cognitivas (MOE-NILSEN et al., 2003), afetando possivelmente a compreensão da leitura e o reconhecimento de palavras durante esta (FACOETTI, PAGANONI & LORUSSO, 2000).

Por ser um transtorno que afeta algumas esferas da aprendizagem, a dislexia interfere diretamente no rendimento escolar, sendo ele inferior ao esperado em relação à idade cronológica do indivíduo, ao seu potencial intelectual e nível escolar. É estimado que em torno de 5 a 10% de escolares sejam afetados pela dislexia. (CAPELLINI et al., 2007).

No âmbito escolar, a identificação deste transtorno não é imediata, seja pela percepção tardia do educador ou mesmo pelo diagnóstico errôneo diante de outros distúrbios de aprendizagem. Além do mais, o possível diagnóstico, nem sempre é

prontamente aceito pela família, dificultando e retardando assim, o trabalho a ser desenvolvido. Segundo Martins (2002), quando não diagnosticada a criança com dislexia, ainda na educação infantil, pode apresentar perturbações de ordem emocional, efetiva e linguística em fases educacionais posteriores.

Para o desenvolvimento da criança e para o sistema de ensino, as causas e as medidas a serem tomadas para reduzir ou mitigar as consequências e incidência da dislexia antes citadas, ainda são frequentemente discutidas. Recentemente, é de comum acordo que a dislexia desenvolvimental está relacionada à desordem neuro-comportamental (HABIB, 2000; HAIRSTON et al., 2005; RAMUS, 2001), sendo ela, de acordo com alguns estudiosos, causada por déficits visuais relacionados a problemas na formação das magnocélulas, formadoras do caminho retino-cortical (FACOETTI, PAGANONI & LORUSSO, 2000; FACOETTI et al., 2001) ou, como defende um outro grupo de pesquisadores, decorrente de pequenas alterações no cerebelo, responsável por integrar informações sensoriais vindas de diferentes canais (NICOLSON et al., 2002).

Um dos métodos utilizados para a verificação da leitura é através da movimentação dos olhos (LUEGI, COSTA & FARIA, 2009). Sua justificativa se dá pelo fato de eventuais dificuldades sentidas pelo leitor serem percebidas através dos movimentos dos olhos, assim como pelos resultados que se obtém através deles, como comportamentos oculares que são, então, comparados a padrões sendo característica a progressão dos olhos na linha por saltos (sacadas) seguidos por pausas (fixações).

Esses comportamentos durante a leitura e as características de duração da fixação e comprimento da sacada durante essa tarefa são diretamente influenciados pelas características e dificuldade do texto, assim como pela habilidade de leitura e o sistema de escrita utilizado. Rayner (2009) apresenta que, quanto mais difícil o texto, mais longas são as fixações e as sacadas mais curtas. Ainda, no caso de iniciantes e leitores com dislexia, quando comparados a leitores experientes, esse mesmo resultado é encontrado.

O controle de estímulos envolvidos no comportamento textual e intraverbal (ENDEMANN et al., 2011) pode ser também verificado pela análise de movimentos dos olhos. No entanto, estudos mostram que crianças com dislexia possuem

dificuldades na identificação e no foco do estímulo sensorial (BARELA et al., 2011; RAZUK & BARELA, 2014). Esse achado reforça a ideia da dificuldade existente na utilização da informação visual por parte dos disléxicos, apresentando um desempenho inferior quando em comparação com crianças normais (FACOETTI et al., 2001). A dificuldade na utilização de estímulos sensoriais, no entanto, não se limita à informação visual. Viana e colegas (2013) também observaram dificuldades no uso de informação somatossensorial por crianças com dislexia quando realizando uma tarefa postural.

Questionamentos relacionando cor e dificuldade na leitura são reportados desde 1958, quando um estudante que possuía dificuldades na execução dessa tarefa não era capaz de reconhecer letras impressas em papel branco, mas o mesmo conseguia ter reconhecimento em papel amarelo (UCCULA, ENNA, MULATTI, 2014). Desde então, tem-se a utilização de filtro colorido como uma abordagem para lidar com a relação entre o texto escrito e fundo em que o insere. Apesar de haver estudos relacionados com a utilização de filtros coloridos beneficiando a leitura, Razuk et al. (2018) observaram que filtros coloridos poderiam facilitar a leitura de crianças com dislexia, demonstrando que a melhora na realização dessa tarefa se deu através do uso mais eficiente dos movimentos dos olhos.

Manipulações simples nas características do texto ou no contexto em que o mesmo se insere podem influenciar positivamente no desempenho da leitura de disléxicos. Já se provou benéfica a manipulação de elementos textuais de espaçamento e fonte (ZORZI et al., 2012; RELLO & BAEZA-YATES, 2015; YU et al., 2007), de cores através de filtros coloridos (RAZUK et al., 2018) e, também, de plano de fundo (RELLO & BIGHAM, 2017; PIJPKER, 2013).

O mundo está cada vez mais tecnológico e a inserção dessa tecnologia já no período infantil é uma realidade. Sendo assim, o ambiente virtual pode ser considerado uma ferramenta a ser explorada por pessoas com dislexia devido a sua grande variedade de benefícios. Sendo eles decorrentes de aplicações multimídias para estudantes que apresentam dificuldades específicas de aprendizagem (ARAÚJO, 2009), utilização de videogames de ação para a melhoria da atenção (FRANCESCHINI, 2013), além de também ser possível efetuar treinamento oculomotor através de computadores (BUCCI et al., 2018) e utilizar diversos softwares destinados a auxiliar nas dificuldades enfrentadas por disléxicos.

Portanto, nesse contexto e com os efeitos positivos decorrentes das manipulações apresentadas, se faz necessário verificar o desempenho da leitura e dos movimentos dos olhos em crianças com dislexia com diferentes cores em dispositivo eletrônico como uma nova abordagem por sua simplicidade de acesso e manuseio.

1.1 OBJETIVO

Esse estudo teve como objetivo verificar o desempenho da leitura e os movimentos dos olhos em crianças com dislexia a partir da manipulação de diferentes cores de filtros em dispositivo eletrônico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISLEXIA

O desenvolvimento e o desempenho escolar de uma criança podem ser afetados por alterações de cunho neuropsicológico e cognitivo. Os transtornos de aprendizagem, responsáveis pela alteração no processamento cognitivo e na linguagem (SILVA & CAPELLINI, 2013), são exemplos dessas alterações. Frequentes e de diferentes tipos, cada um deles possui sua especificidade.

A dislexia, transtorno em questão, é uma desordem da leitura e da linguagem (FONSECA, 2009) de origem neurobiológica (LYON, SHAYWITZ & SHAYWITZ, 2003) caracterizada pela dificuldade no reconhecimento preciso e fluente da palavra, na habilidade de decodificação e soletração (ABD, 2006). De maneira geral, não é um transtorno decorrente apenas de uma educação e de estímulos inferiores, uma vez que é presente também em crianças com níveis normais de inteligência (TELES, 2004).

Mesmo sendo comum e recorrente, a taxa de incidência da dislexia é de difícil definição, pelos muitos casos não contabilizados ou investigados. Apesar disso, é estimado que no Brasil em torno de 5 a 10% dos escolares sejam afetados pela dislexia. (CAPELLINI, 2007). De acordo com Cowen (2016), aproximadamente 14% da população escolar apresentam alguma condição que os qualificam para um serviço de educação especial, onde metade (50%) apresenta alguma forma de dificuldade de aprendizagem. Dentro deste grupo, 85% possui uma dificuldade de aprendizagem primária na leitura e no processamento da linguagem. Dentre os mais diversos transtornos de aprendizagem existentes, a dislexia é considerada o mais comum na fase da infância (ZIEGLER et al., 2003). Ainda, a dislexia é um transtorno persistente e uma condição crônica, com relação hereditária e sem cura. Até 50% de filhos de pais disléxicos; irmãos de crianças disléxicas; e pais de crianças disléxicas podem desenvolver a dislexia (SHAYWITZ & SHAYWITZ, 2003).

As causas para a dislexia são extensivamente discutidas e há diferentes explicações sobre sua origem. Dentre as teorias conhecidas e mais aceitas academicamente, estão listadas a teoria fonológica; teoria magnocelular e a teoria cerebelar. A teoria fonológica está associada a um déficit por parte dos disléxicos no

qual resulta uma representação fonológica imprecisa. Nesse contexto, quando se tem uma captação e interpretação defasada do som, há um comprometimento na aprendizagem da correspondência entre letras e sons (PRESTES & FEITOSA, 2016). Em nível neurológico, tem-se a dislexia como provinda de uma disfunção de áreas do hemisfério esquerdo do cérebro onde se dá a representação fonológica (RAMUS et al., 2003).

A teoria magnocelular sugere que a dislexia seja decorrente de um problema encontrado nas magnocélulas que formam a via de processamento visual que se estende da retina até o cérebro. Disléxicos apresentam magnocélulas menores e mais desorganizadas do que as encontradas em pessoas que não apresentam o quadro de dislexia (KALIJAHA, 2009). Ainda, disléxicos também apresentam menor ativação da área visual inervada pelas magnocélulas. Desse modo, é possível perceber um desenvolvimento anormal do sistema visual magnocelular nessa população (STEIN & TALCOTT, 1999). Segundo Kajihara (2009), a leitura é afetada por este problema por ser uma tarefa que exige um processamento eficaz de estímulos visuais e auditivos que são efetuados pelas magnocélulas. Apesar disso, a disfunção magnocelular afeta também questões táteis, não apenas visual e/ou auditivo (RAMUS et al., 2003).

Por fim, a teoria cerebelar sugere uma disfunção leve no cerebelo como possível causa das dificuldades vivenciadas por pessoas com dislexia (RAMUS et al., 2003). A disfunção cerebelar, apesar de leve, provocaria dificuldades cognitivas e afetaria a capacidade de automação de algumas tarefas motoras, da escrita e, ainda, reduzindo a compreensão da leitura. (SARAIVA et al., 2012). A alteração cerebelar também prejudicaria as habilidades auditivas, desencadeando dificuldades no processamento fonológico e nas habilidades visuais, como movimento dos olhos e reconhecimento de letras, desenvolvendo problemas no aprendizado da leitura e soletração (NICOLSON et al., 2002).

Como mencionado anteriormente, o transtorno provocado pela dislexia na leitura e na escrita, tarefas essas essenciais em toda a fase escolar, interfere diretamente no rendimento do aluno. Vivenciando um desempenho inferior ao esperado para a idade cronológica ou série escolar em relação ao potencial intelectual e escolaridade, crianças e pessoas com dislexia são severamente impactadas no convívio cotidiano (CAPELLINI, 2007). Diante desse cenário, é importante que ações

sejam realizadas para minimizar tais dificuldades e suas consequências no aprendizado com relação ao desempenho escolar e desenvolvimento cognitivo. Entretanto, essa não é uma tarefa simples.

No âmbito escolar, a identificação da dislexia não é imediata. Invariavelmente, a identificação a partir da percepção do educador ocorre tardiamente. Infelizmente, o diagnóstico frequentemente também é errôneo, sendo as dificuldades atribuídas a outros distúrbios de aprendizagem. Ainda, o possível diagnóstico nem sempre é aceito pela família ou responsáveis, dificultando assim, ações para reduzir as consequências relacionadas à dislexia. Segundo Martins (2002), quando não diagnosticada a criança com dislexia ainda na educação infantil, entre 4 e 5 anos de idade, a mesma pode apresentar perturbações de ordem emocional, efetiva e linguística em fases educacionais posteriores.

2.2 LEITURA

Apesar de parecer corriqueira e habitual, a leitura é uma tarefa de alta complexidade. Envolve aspectos cognitivos necessários para a identificação do conteúdo, além de uma complexa e refinada coordenação dos movimentos dos olhos para rastrear as letras ao longo de linhas do texto. É considerada por Fonseca (2009), como sendo um processo ativo e de competência do leitor, no qual as informações são adquiridas. Exige coordenação de múltiplas áreas do cérebro (BEAULIEU et al., 2005), envolvendo de maneira integrada diversos sistemas neuropsicológicos (FONSECA, 2009).

Durante a leitura, há a utilização de duas vias que se complementam para a sua execução (OLIVEIRA, CARDOSO & CAPELLINI, 2012). A rota fonológica, que utiliza o processo de conversão grafema-fonema e a busca pela pronúncia. A outra via, rota lexical, trabalha com significados, ocorrendo uma mediação da representação semântica. Quando as pessoas apresentam dificuldades na realização da leitura, invariavelmente, as dificuldades e/ou diferenças ocorrem na realização de uma dessas vias (CAMPOS, PINHEIRO & GUIMARÃES, 2012).

Muitas pessoas de diversas faixas etárias e por diversos motivos não desenvolvem a leitura de forma efetiva. Por se tratar de uma atividade do cotidiano e

que impacta drasticamente a independência do indivíduo, a ocorrência de dificuldades na aquisição ou realização da leitura tem chamado a atenção de muitos estudiosos.

As dificuldades para realização da leitura são ainda mais marcantes quando se referem a crianças em fase escolar, trazendo diversas consequências no aprendizado da leitura e escrita e, em casos extremos, evasão escolar. Embora problemas relacionados à aprendizagem tenham sido abordados e classificados de diversas maneiras, o termo dislexia tem sido tradicionalmente utilizado para denominar problemas de aprendizagem da forma escrita da linguagem (MANIS, CUSTODIO & SZESZULSKI, 1993).

Assim como toda tarefa realizada por nós, a leitura também possui diversos componentes indispensáveis para que, com eles, ela seja efetuada. Kamala (2014) destaca cinco integrantes da leitura: compreensão de texto, onde se entende o que foi lido; vocabulário, ferramenta fundamental para comunicação; fluência, onde a leitura é feita com precisão; fonética, relação entre som e letra; e, por fim, a consciência fonêmica, referindo-se à capacidade de ouvir e manipular sons foneticamente. Crianças disléxicas apresentam dificuldades em alguns desses componentes prejudicando, assim, o desempenho da leitura (OLIVEIRA, CARDOSO & CAPELLINI, 2012). A fluência, a consciência fonológica, a decodificação e a discriminação dos sons são componentes comprometidos pela dislexia.

Nesse contexto, a aquisição da habilidade fonológica por parte do disléxico é complicada. É necessário que haja um entendimento por parte do leitor de que a palavra escrita representa os sons reproduzidos na fala, onde quanto maior for a fala, maior será a quantidade de letras na palavra. Para tanto, um trabalho intensificado com crianças com dislexia sobre consciência fonêmica através de atividades que desenvolvam tal habilidade, como identificação de rimas e criação de palavras através de sons isolados, é uma intervenção a ser considerada (SHAYWITZ, 1998).

As dificuldades de leitura têm sido associadas a aspectos funcionais de áreas do sistema nervoso central. No caso de pessoas com dislexia, a aprendizagem da leitura por parte da criança é mais complicada, sendo lenta e trabalhosa. Leitores disléxicos demonstram uma sub ativação em ambos os sistemas posteriores (parietotemporal e occiptotemporal), um aumento na ativação do giro frontal inferior

(SHAYWITZ & SHAYWITZ, 2003), além de apresentarem uma redução na ativação temporoparietal esquerdo, sugerindo uma relação com um desenvolvimento precoce de distúrbios da leitura (BEAULIEU et al., 2005). Ainda, Backes e colaboradores (2002) notaram que os componentes envolvidos na leitura de disléxicos são atipicamente lateralizados no córtex pré-frontal. Portanto, a dislexia está diretamente associada com diferentes ativações de áreas específicas para a realização da tarefa de identificação e codificação do conteúdo.

A alfabetização, processo onde há a aprendizagem da decodificação dos elementos que compõem a escrita, de crianças disléxicas pode ser feita de maneira mais efetiva a partir de estratégias e abordagens diferenciadas que despertem novos estímulos. O ensino da leitura a partir de uma abordagem multissensorial desenvolvida por Orton e Gillingham é uma técnica recomendada (KAMALA, 2014), pois, a comum confusão entre as letras B e D entre os disléxicos, por exemplo, poderia ser trabalhada através de meios cinemáticos ao desenhar as letras; por meios táteis ao trabalhar com letras físicas; por meio visual ao representá-las e por meio auditivo ao reproduzi-las oralmente para uma melhor distinção.

2.3 MOVIMENTO DOS OLHOS

Durante a leitura, leitores movimentam seus olhos pelo texto buscando captar as mais diversas informações ali contidas. Luegi, Costa e Faria (2009) citam a movimentação dos olhos como sendo uma das metodologias mais utilizadas na averiguação e investigação do funcionamento cognitivo no processo de leitura, uma vez que é possível obter os comportamentos oculares através dessa ferramenta. Ainda, eventuais dificuldades sentidas pelo leitor podem ser percebidas a partir dos movimentos dos olhos.

Apesar de enxergarmos uma grande área num único momento, a necessidade do movimento dos olhos para a leitura é decorrente da anatomia da retina e das limitações provenientes da acuidade fora da fóvea. Enquanto lê, o leitor movimenta os olhos buscando colocar a fóvea, área de maior acuidade visual, sob a região em que se encontra o que se deseja ler, (RAYNER, 2009).

Como características oculares da leitura, de maneira simplificada, os olhos apresentam uma progressão nas linhas realizadas por saltos, chamados de sacadas,

seguidos por pequenas pausas, denominadas fixações (LUEGI, COSTA & FARIA, 2009). Os movimentos sacádicos, ou sacadas, se referem ao deslocamento dos olhos até a área a ser fixada por eles (YOKOMIZO et al., 2008). Em situações normais, não há obtenção de informação durante a sacada, por conta da rapidez do movimento (RAYNER, 2009). Sua principal função é deslocar as regiões do texto até a área de visão foveal para que ocorra a devida análise, uma vez que a visão parafoveal e periférica tornam a leitura quase impossível (RAYNER, 1998). Ainda segundo Rayner (1998), a velocidade do movimento chega até 500° por segundo e sua duração é influenciada pela distância a ser abrangida, ou seja, quanto maior o grau, mais demorada será a sacada. Apesar da velocidade dos movimentos sacádicos, há uma necessidade dessa movimentação ocorrer de forma sincronizada entre os dois olhos. Tal sincronização é alcançada pela coordenação binocular, permitindo que a fóvea de cada olho fixe um determinado ponto, por exemplo um conjunto de letras, obtendo assim, uma visão binocular desse conjunto (BUCCI, BRÉMONG-GIGNAC & KAPOULA, 2008).

A fixação, por sua vez, consiste no período em que o olho fica relativamente parado e é nessa fase que a captação de informação sobre o objeto ou símbolos ocorre (RAYNER, 2009). Quanto a duração da fixação durante a leitura, Rayner (2009) comparou algumas situações e verificou que entre a leitura oral e a silenciosa, a leitura oral apresenta uma fixação mais longa pelo fato da pronúncia das palavras ser mais lenta que o movimento dos olhos, forçando-os a conter sua rápida movimentação, evitando o distanciamento entre o que se vê e o que se fala. É possível ler mais de 400 palavras por minuto, porém não é possível pronunciá-las nessa mesma velocidade (LEFFA, 1996). Numa leitura normal, a duração das fixações é de em média 250 milésimos de segundos (YOKOMIZO et al., 2008).

Algumas variáveis da leitura tais como complexidade e características do texto, habilidade do leitor e o sistema de escrita utilizado afetam diretamente as questões de duração da fixação e comprimento da sacada. Como apresentado por Rayner (2009), quanto mais difícil o texto, mais longas serão as fixações e as sacadas mais curtas. Crianças, no geral, apresentam essas especificidades de fixações e sacadas quando comparadas a adultos na realização da tarefa (BLYTHE et al., 2006). Quando a palavra é de fácil identificação e entendimento, a fixação será mais rápida (CLIFTON, STAUB & RAYNER, 2007).

A partir da análise de direção das sacadas durante a leitura, De Luca e colaboradores (1999) observaram que os escolares disléxicos mostraram numerosas e pequenas sacadas especificamente para direita com uma longa duração. O número total de fixação, ainda, foi influenciado pelo comprimento das palavras. Posteriormente, Seassau e colaboradores (2014) também verificaram em crianças disléxicas movimentos sacádicos mais curtos ao longo da leitura. Esse padrão apresentado representa o processo de leitura sequencial e fragmentado que os disléxicos utilizam para execução dessa tarefa (DE LUCA et al., 2002). Ainda, Ryaner (1998) demonstra que durante a leitura, crianças disléxicas apresentam mais fixações do que crianças sem dislexia, além de sua duração ser maior (SEASSAU et al., 2014).

Com relação à coordenação binocular, até 40-50% do tempo, os olhos durante a tarefa se encontram em lugares diferentes devido ao fato dos textos serem constituídos de letras distintas que necessitam identificação, podendo, portanto, ocasionar cruzamento (RAYNER, 2009). Tal condição é mais frequente, porém não exclusiva, em leitores iniciantes. Crianças com dislexia possuem uma qualidade inferior na coordenação binocular durante e após as sacadas quando comparadas a crianças de idade semelhante sem o transtorno (BUCCI, BRÉMOND-GIGNAC & KAPOULA, 2008), além de apresentarem fixação binocular instável e problemas de convergência (STEIN & WALSH, 1997).

Pavlidis (1981) demonstrou que leitores normais, por apresentarem tamanho e duração semelhantes ao longo de toda a leitura, desempenham movimentos dos olhos uniformes que se assemelham a uma escada. Leitores lentos, mesmo apresentando movimentos curtos, ainda se assemelham aos leitores normais. Os leitores com dislexia, no entanto, se diferem desse padrão. Apresentam movimentos irregulares que espalham, quase que aleatoriamente, pelas linhas dos textos além de uma grande quantidade de regressão ser frequente. Cada linha lida apresenta características diferentes, sendo difícil de identificar o final de uma linha e o início da próxima. Essas características são exclusivas de leitores com dislexia (PAVLIDIS, 1981). Além do mais, esses movimentos oculares atípicos apresentados por leitores disléxicos podem ser também decorrentes de processos de atenção, uma vez que comprometidos, afetam a movimentação ocular durante a leitura. (PRADO, DUBOIS & VALDOIS, 2007).

As regressões, frequentemente presentes na leitura de indivíduos com dislexia, são registradas quando as linhas de inter-fixação prosseguem da direita para esquerda. Regressões, de maneira geral, ocorrem a partir de um condicionamento perceptivo e não pelo desejo de verificar novamente algo já lido (TAYLOR, 1965). Dentre as diversas diferenças entre leitores normais e com dislexia, Pavlidis (1981) sugere que a maior delas seja relacionada ao tamanho e número de regressões. Essa quantidade de fixações regressivas proporciona informações sobre a qualidade e compreensão da leitura, assim como sobre as características do texto. Todos realizam regressões, porém os leitores mais experientes e com melhor qualidade na leitura realizam-nas em menor quantidade. Questões de complexidade e dificuldade do texto também interferem nas regressões, sendo que quanto mais complexo o texto, maior o número de fixações regressivas apresentadas (LEFFA, 1996).

2.4 MANIPULAÇÕES NA LEITURA

No universo escolar, a leitura é uma atividade corriqueira e necessária para as mais diversas tarefas. Crianças com dislexia apresentam dificuldade em sua execução e precisam, portanto, de ferramentas e manipulações que auxiliem positivamente no desempenho dessa tarefa.

A manipulação de elementos textuais, abordagem que envolve alteração de espaçamento e fonte, por exemplo, tem sido investigada em diversos estudos. Zorzi e colaboradores (2012) buscando testar essa manipulação, basearam-se na premissa de que pessoas com dislexia são altamente afetados pela aglomeração, um fenômeno que prejudica o reconhecimento de letras que se modula pelo espaçamento entre elas, desencadeando erros na leitura e reduzindo a sua velocidade. Nesse estudo, os autores encontraram resultados positivos, mostrando que um espaçamento extragrande das letras melhora o desempenho da leitura do texto de crianças com dislexia entre 8 e 14 anos. Com relação ao tamanho da fonte, Rello & Baeza-Yates (2015) encontraram que as fixações são afetadas por essa variável e, no caso de pessoas com dislexia de idade entre 13 e 37 anos, a duração da fixação foi menor quando utilizado fontes maiores.

Ainda numa mesma perspectiva de abordagem, com relação à velocidade da leitura, Yu e colaboradores (2007) encontraram uma relação entre espaçamento da letra e o tamanho da impressão, sendo que a velocidade de leitura aumenta mais com

espaçamento entre letras em impressão menor do que em impressão grande. Os resultados desse estudo ainda corroboram a hipótese de que os efeitos do espaçamento na velocidade da leitura ocorrem devido a alterações no tamanho da extensão visual.

Em 1958, um caso de um estudante que apresentava dificuldade na leitura foi reportado. Este estudante não era capaz de reconhecer letras impressas em papel branco, mas o mesmo conseguiu em papel amarelo. A partir de então, começaram os questionamentos em relação ao escrito preto em papel branco e os sintomas associados ao estresse visual. A utilização de filtro colorido surge, portanto, como uma abordagem que busca relacionar o texto escrito e o fundo em que o insere (UCCULA, ENNA, MULATTI, 2014).

Os filtros e/ou lentes coloridas são utilizadas a fim de melhorar a capacidade de leitura e percepção visual, reduzir o tempo total de leitura e eliminar algumas questões relacionadas à leitura como dor de cabeça e fadiga ocular (WILLIAMS et al., 2004). Ainda, tendem a aliviar os sintomas de estresse visual e melhorar a velocidade de leitura, sendo que, de acordo com Wilkins (2002), pelo menos 5% da população escolar acelerou a execução da tarefa em resposta ao uso do filtro colorido.

O uso do filtro não cura a dislexia, mas pode ser benéfica para a execução da leitura. Alguns estudos foram desenvolvidos relacionando o uso do filtro e a melhora da leitura em crianças com dislexia (GRIFFITHS, 2016; RAZUK et al., 2018). Razuk e colaboradores (2018) observaram que filtros coloridos poderiam facilitar a leitura de crianças com dislexia, demonstrando que a melhora na realização dessa tarefa se deu a partir do uso mais eficiente dos movimentos dos olhos. Nesse estudo, ainda, foi encontrado que a duração média das fixações de crianças disléxicas foi menor na condição de filtro verde do que quando sem filtro, assim como a velocidade da leitura foi reduzida nessa mesma condição.

Uma das justificativas que explicam essa melhora da leitura com o uso de filtros se fundamenta na alteração causada pelos filtros coloridos nos comprimentos de onda de acordo com a cor utilizada. Neste caso, diferentes cores propiciariam estímulos visuais diferentes para as crianças com dislexia, que podem facilitar o processo de captação de informação (RAY, FOWLER & STEIN, 2005).

A relação entre cor e dislexia na leitura não é restrita aos filtros. A mesma pode ser também manipulada alterando a cor de fundo. Rello e Bigham (2017) compararam o desempenho da leitura em pessoas com e sem dislexia realizando a leitura com fundos de diferentes cores. Os resultados indicaram que o fundo colorido é benéfico para ambos os grupos, uma vez que impacta diretamente a legibilidade do texto. Para as pessoas com dislexia especificamente, a cor de fundo alaranjada (pêssego) apresentou o menor tempo de leitura, enquanto que o azul acinzentado apresentou o tempo de leitura mais longo.

Pijpker (2013) verificou que crianças com dislexia com bom nível de leitura possuem uma tendência a melhorar a precisão da leitura quando a mesma foi realizada em papel amarelo em comparação ao papel branco. Por outro lado, crianças com dislexia com baixo nível de leitura não apresentaram qualquer diferença significativa entre as condições de fundo amarelo e branco.

Como apresentado, a escolha da cor de fundo afeta diretamente a legibilidade do texto. De maneira geral, não é recomendado o uso de fundo branco com escrito em preto para leitores disléxicos devido ao alto contraste existente e pelo fato de muitos disléxicos serem sensíveis ao brilho, fazendo com que as palavras sejam desfocadas (RELLO, KANVINDE & BAEZA-YATES, 2012) afetando diretamente a execução da leitura. Apesar do padrão escrita preta e fundo branco ser o mais utilizado em ambos os ambientes impresso e virtual, um estudo (RELLO & BAEZA-YATES, 2015) demonstrou que o par de cores mais escolhido pelos participantes com dislexia foi de escrita preta em fundo amarelo, uma vez que não apresentam contrastes tão alto.

É possível, portanto, facilitar a tarefa da leitura dos disléxicos através da implementação de manipulações simples que se baseiam em pequenas alterações no texto propriamente dito, como maior espaçamento entre as letras e diferentes fontes, ou no contexto em que se insere, alterando as cores de fundo (papel ou tela) além de utilização de filtros e lentes coloridas sobrepondo o texto, amenizando as consequências sofridas por pessoas que possuem o transtorno.

2.5 AMBIENTE VIRTUAL E DISLEXIA

O mundo está cada vez mais tecnológico e a inserção desta tecnologia, já no período infantil, é uma realidade. Sendo assim, o ambiente virtual deve ser considerado uma ferramenta a ser utilizada por pessoas com dislexia. Dentre os mais variados benefícios, Araújo (2009) sugere o uso de aplicações multimídias para estudantes que apresentam dificuldades específicas de aprendizagem, uma vez que trabalham questões de estímulo, atenção e motivação.

A atenção, conforme antes mencionado, pode afetar o desempenho da leitura de disléxicos. Nesse sentido, Pedroli e colaboradores (2017) usufruindo da tecnologia, utilizaram realidade virtual na reabilitação de déficits de leitura de indivíduos com dislexia estimulando habilidades de atenção. Os resultados obtidos por eles demonstraram ser uma abordagem promissora, uma vez que a atenção é um foco importante dentro do processo de reabilitação dessa população, podendo desenvolver uma consciência fonológica e melhora nas habilidades de decodificação. Ainda, outros estudos já trouxeram que videogames de ação, por exemplo, melhoram a atenção e, conseqüentemente, agilizam a leitura de crianças disléxicas (FRANCESCHINI, 2013).

O ambiente virtual é uma ferramenta de grande valia para pessoas de diferentes faixas etárias que apresentam problemas neurocognitivos (KALYVIOTI & MIKROPOULOS, 2014), podendo, então, ser aplicado no universo da dislexia. Um estudo relacionando ambiente virtual com a movimentação dos olhos investigou o treinamento oculomotor através do computador e encontrou resultados bastante positivos para crianças com dislexia. As capacidades de leitura progrediram através desse treino, sendo elas: melhora nos movimentos sacádicos e atenção visual, assim como nas habilidades magnocelulares (BUCCI et al., 2018). Essas melhorias, podem, portanto, promover uma performance mais eficiente na leitura, permitindo uma melhor e mais rápida identificação de palavras.

Além do mais, algumas alterações feitas em dispositivos eletrônicos e seus componentes fazem com que os disléxicos sejam inseridos nessa realidade virtual, gerando acessibilidade. Mesmo havendo softwares específicos para indivíduos com dislexia, alguns websites ainda não fornecem tal acessibilidade, sendo necessário utilizar aplicativos e/ou configurações que façam essa função. Alguns já existentes

conseguem otimizar a leitura e a escrita, como o SeeWord; prever a palavra que a pessoa com o transtorno deseja digitar, como o Penfriend XL; ou até mesmo permitir que seja alterado as cores do primeiro plano, plano de fundo e das fontes, como é o caso do Color Explorer (RELLO, KANVINDE & BAEZA-YATES, 2012). Portanto, nesse contexto, a utilização de filtros coloridos eletrônicos no dia a dia de uma criança com dislexia pode ser uma nova abordagem para o ensino e desenvolvimento da leitura nessa população, além de ser vantajosa pela sua simplicidade de acesso e manuseio.

Apesar do aumento do uso de ferramentas digitais na leitura de indivíduos com dislexia, o impacto do uso de filtros digitais no desempenho da leitura ainda é pouco estudado. Nesse sentido, o presente estudo busca examinar o uso de ferramentas digitais, com manipulação de cores, no desempenho da leitura de crianças com dislexia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

A participação das crianças na coleta de dados desse estudo foi mediante aprovação e consentimento dos pais e/ou responsáveis e das crianças. Para tanto, o responsável assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a criança assinou um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), ambos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional (CAAE: 19418419.7.0000.5465 – CEP – IB - UNESP).

3.2 PARTICIPANTES

A amostra desse estudo foi composta por 30 crianças, divididas em dois grupos, sendo um grupo com dislexia e um grupo sem dislexia. O grupo experimental, caracterizado na Tabela 1, foi composto por 15 crianças com diagnóstico de dislexia que apresentavam uma média de idade de 12,01 ($\pm 2,0$) anos. O grupo controle, por sua vez, foi composto por 15 crianças sem dislexia com média de idade de 10,6 ($\pm 1,7$) anos. As crianças com dislexia que participaram da pesquisa foram encaminhadas por profissionais da cidade de Rio Claro. As crianças sem dislexia faziam parte de atividades de extensão do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro ou eram conhecidas dos membros do laboratório.

As coletas foram realizadas em dois lugares em decorrência das restrições impostas pelo governo do Estado de São Paulo, devido à pandemia da COVID 19. Coletas foram realizadas no Laboratório para Estudos do Movimento, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Rio Claro e em uma clínica de fonoaudiologia localizada também na cidade de Rio Claro. Em ambos os ambientes, a padronização do equipamento de coleta foi mantida, reduzindo possíveis interferências externas. Além disso, devido à pandemia, as medidas e protocolos de segurança foram seguidos.

Tabela 1. Detalhamento da amostra referente ao grupo com dislexia quanto ao diagnóstico e demais condições existentes.

Participantes	Sexo	Idade	Laudo	Observação
1	Masculino	13,40	Dislexia	Diagnóstico de dislexia pela Associação Brasileira de Dislexia
2	Feminino	13,98	Dislexia	
3	Feminino	10,32	Dislexia	
4	Masculino	15,45	Dislexia	Alteração no processamento auditivo
5	Feminino	11,21	Dislexia	
6	Feminino	12,43	Dislexia	TDHA
7	Feminino	9,19	Dislexia	
8	Masculino	13,72	Dislexia	
9	Feminino	11,45	Dislexia	Deficit de atenção e Discalculia
10	Feminino	9,63	Dislexia	
11	Masculino	13,6	Dislexia	
12	Masculino	10,4	Dislexia	Alteração no processo auditivo e Tontura
13	Feminino	10,2	Dislexia	
14	Masculino	12,9	Dislexia	Problemas psiquiátricos com características suicidas
15	Masculino	12,2	Dislexia	

*TDHA = Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

Fonte: dados da pesquisa

3.3 PROCEDIMENTOS

Os pais e/ou responsáveis das crianças foram contatados anteriormente a fim de agendar e coordenar a ida ao local de coleta dos dados. Dentre as organizações feitas previamente à coleta estavam as seguintes tarefas: a randomização dos textos e filtros; as impressões das fichas de coletas, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE); a organização da disposição dos textos nas ordens referente à randomização e, por fim, a organização dos testes neuropsicológicos. Cada criança foi então acompanhada de seus responsáveis ao local para a realização da coleta no dia e hora marcados.

A coleta foi dividida em dois momentos. Primeiramente as crianças desempenharam a tarefa da leitura e posteriormente eram submetidas aos testes neuropsicológicos. Para a realização dos testes, tanto o aplicador do teste quanto a criança se sentavam confortavelmente à mesa onde os quatro testes neuropsicológicos foram aplicados. Cada um dos testes utilizados possui um objetivo específico.

O “Teste de desempenho escolar – TDE” é um instrumento psicométrico de aplicação individual no qual se avalia as capacidades para o desempenho escolar, sendo elas leitura; escrita e aritmética. Para nossos objetivos, apenas a capacidade de leitura foi avaliada, sendo necessário o reconhecimento de 70 palavras isoladas sem contexto.

O “Teste de atenção por cancelamento – TAC” visa avaliar a atenção seletiva e alternada. Ele é constituído por três matrizes impressas com diferentes estímulos, onde é necessário que a criança assinale todos os estímulos iguais ao estímulo-alvo previamente apresentado. Todos são apresentados em cor preta e em fundo branco.

O “Teste de nomeação automatizada rápida – NAR” conta com uma sequência de 40 figuras composta por 4 figuras diferentes (casa, elefante, relógio e bola) dispostas em fileiras de 5 itens cada, no qual a criança deve identificar e nomear os nomes das figuras em ordem horizontal.

O “Teste de matrizes progressivas coloridas – RAVEN” é um instrumento utilizado para medir o raciocínio analógico, capacidade de abstração e percepção (inteligência). É composto de 36 matrizes, no qual a criança deve resolvê-las e averiguar qual peça falta para completar a imagem apresentada.

Além dos testes, também se encontravam na mesa os materiais necessários para a aplicação dos mesmos, como relógio cronômetro e canetas. Os quatro testes foram cuidadosamente explicados pelo aplicador seguindo o protocolo exigido e as instruções fornecidas pelos próprios testes. A ordem de aplicação dos testes seguiu uma lógica de complexidade, alternando-os entre difíceis e fáceis para que não fosse gerada fadiga e desistência dos participantes. Os resultados dos testes neuropsicológicos seguem apresentados na tabela 2.

Através de análises de variância, os resultados indicaram que crianças com dislexia obtiveram desempenho de leitura inferior ao das crianças do grupo controle (TDE, $F_{1,28} = 7,02$, $P < 0,05$), assim como desempenho inferior na atenção por cancelamento (TAC, $F_{1,28} = 5,26$, $P < 0,05$) e de matrizes progressivas (RAVEN, $F_{1,28} = 4,26$, $P < 0,05$). Diferente dos demais testes, o desempenho das crianças disléxicas no teste de nomeação automatizada rápida foi semelhante ao das crianças sem dislexia (NAR, $F_{1,28} = 0,32$, $P > 0,05$), não havendo qualquer diferença significativa entre os grupos.

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão dos testes neuropsicológicos aplicados nas crianças com dislexia e sem dislexia (grupo controle).

CRIANÇAS Grupo	Nº	TDE (segundos)	NAR (segundos)	RAVEN (% total de acertos)	TAC (total de acertos)
Dislexia	15	229,77 ± 129,96	41,64 ± 16,12	74,64 ± 12,11	99,07 ± 7,41
Controle	15	127,35 ± 74,24	38,59 ± 13,02	82,58 ± 8,75	104 ± 3,8

Subteste de velocidade de leitura (TDE); nomeação automatizada rápida (NAR); matrizes progressivas coloridas (RAVEN) e teste de atenção por cancelamento (TAC) *Diferença significativa entre as crianças com e sem dislexia ($p < 0.05$).

Fonte: Dados da pesquisa

Para a tarefa da leitura, primeira tarefa realizada, a criança foi encaminhada à uma sala e instruída a sentar-se de maneira confortável à frente de um computador portátil (LG - 14 polegadas) disposto a uma distância de 30 cm diante de uma queixeira de altura base 45,6 cm e largura 27 cm, posicionada entre a criança e o computador (Figura 1). O computador foi utilizado para a reprodução dos textos no programa PowerPoint e pela alteração dos filtros no aplicativo ColorVeil (descritos a seguir). A queixeira possui apoio para o queixo e testa, impedindo movimentos bruscos da cabeça que interferissem no rastreamento dos olhos. A distância inicial de 30 cm poderia ser ajustada conforme notava-se necessidade no enquadramento observado no sistema de captação (iView ETG 2.7). A cadeira, a altura da queixeira e do computador também eram ajustados de acordo com as características antropométricas da criança, de forma que os olhos do participante estivessem alinhados com o centro da tela de exibição dos textos. Um outro computador notebook (Dell - 15 polegadas), contendo os programas iViewETG 2.7 (responsável pelo rastreamento dos olhos) e o SMI BeGaze 3.7 (responsável pela análise das filmagens captadas) foi utilizado.

Figura 1. Foto do participante posicionado na queixeira em frente ao computador portátil apresentando um texto durante a tarefa de leitura.



Fonte: elaborado pelo autor

A tarefa de leitura das crianças foi filmada pelo sistema de rastreamento ocular, Eye Tracking Glasses – ETG 2.0 – SMI, um sistema móvel de medição binocular dos movimentos dos olhos que permite detectar a posição da pupila, mediante um processo de emissão de um feixe de luz infravermelha refletido sobre a córnea. Esse sistema é composto por duas micro-câmeras de alta resolução responsável pela filmagem (Figura 2).

Figura 2. Foto dos óculos do sistema Eye Tracking Glasses – ETG 2.0 – SMI, dispositivo utilizado no rastreamento dos movimentos dos olhos.



Fonte: elaborado pelo autor

A calibração do sistema de rastreamento utilizado para coleta foi de três pontos, na qual havia três pontos específicos e estrategicamente posicionados. Para tanto, um texto contendo o mesmo padrão dos textos utilizados durante a tarefa de leitura foi apresentado. Nele, a primeira letra da segunda linha (três no total), o ponto referencial localizado ao final do slide e a última letra também da segunda linha foram

utilizados como os pontos para calibração, visando um melhor enquadramento do texto proporcionando, assim, um rastreamento mais eficiente e sem perdas de sinal.

A leitura realizada na tarefa era silenciosa e, ao término de cada leitura de texto, a criança foi instruída a deslocar seus olhos a um ponto referencial localizado no final do texto indicando que a leitura estava finalizada, além de vocalizar o término da leitura dizendo: “terminei”. Ainda, ao final de cada leitura perguntas relacionadas ao texto lido eram feitas as crianças para verificar se de fato haviam completado a tarefa em questão.

Para a tarefa de leitura, foram utilizados quatro textos, estes selecionados de forma randômica entre oito textos, todos padronizados com aproximadamente 35 palavras, reduzindo interferências ou diferenciação entre eles. Os mesmos foram digitados na fonte Courier New, tamanho 18 e na cor preta, apresentados sobre o fundo branco do computador. Os textos utilizados seguem apresentados abaixo.

Texto 1: Um dia o rei leão quis conhecer todos os bichos que faziam parte do seu reino. Convidou todos os seus súditos para uma grande e alegre festa. Todos os animais foram para um grande banquete.

Texto 2: O caçador apanhou um gavião vivo. Todos ficaram impressionados, pois não é tão fácil apanhar um gavião. Então, o gavião foi dado de presente ao rei, já que ele era uma ave rara e preciosa.

Texto 3: Certa velha tinha uma galinha que botava ovos de ouro. Seu afilhado sempre dizia: “Se esta galinha bota ovos de ouro, é porque deve ser toda de ouro por dentro, vamos verificar isso!

Texto 4: Dois ratos famintos andavam a procura de comida, quando avistaram um ovo. Então pensaram que aquele ovo seria suficiente para o jantar. Eles eram pequenos e não precisavam comer um boi para matar a fome.

Texto 5: Pedro e Raul eram amigos. Em um final de semana, eles foram andar na floresta com seus pais para se divertirem e encontraram um urso grande. Os dois ficaram com medo e saíram correndo rápido.

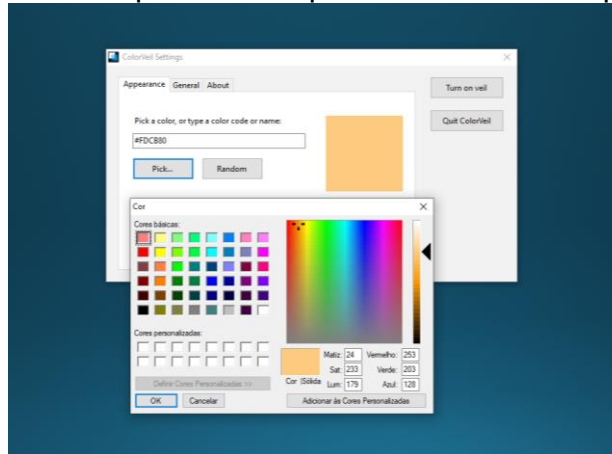
Texto 6: Sábado de manhã, a raposa saiu para encontrar comida. Ela encontrou uma árvore cheia de maçãs. A raposa subiu na árvore para pegar a fruta e falou: “Que delícia!”, comendo então todas as maçãs.

Texto 7: Giselda, a girafa, girou o seu pescoço tão rápido para pegar um ramo fresco da goiabeira que ficou com torcicolo. A pobre girafa precisou de gelo para curar o mau jeito que gerou uma inflamação.

Texto 8: A rata entrou na roda parecendo uma linda rainha, o rabinho enrolado, a orelhinha em pé e o rosto enfeitadinho. Ela era uma rata, rainha que entrou na brincadeira e correu muito em sua roda.

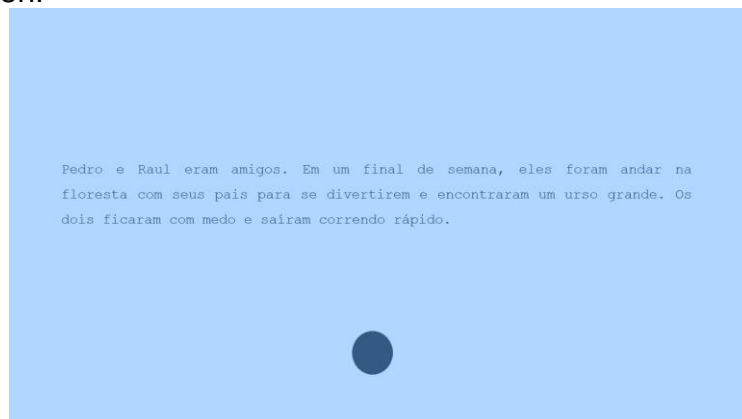
Os textos estavam dispostos nos slides do programa PowerPoint em fundo branco representando a condição sem filtro. Para implementar os diferentes filtros, um aplicativo gratuito chamado ColorVeil foi utilizado e suas colorações foram selecionadas a partir da alteração de matiz, saturação, luminosidade e diferentes tonalidades de vermelho, verde e azul. O filtro digital verde possui respectivamente, 90, 240, 163, além das tonalidades 91, 255 e 133. O filtro digital azul possui respectivamente 140, 240, 167 e tonalidades 100, 177 e 255. Por fim, o filtro digital alaranjado possui respectivamente 24, 233, 179 e tonalidades 253, 203 e 128 (Figura 3). A opacidade utilizada pelos filtros eletrônicos foi de 51% para todas as colorações. Com a manipulação das características do aplicativo ColorVeil, ocorre a alteração da cor apresentada na tela do computador, possibilitando a simulação das cores de forma a mimicar o uso dos Overlays de Irlen. A Figura 4 apresenta uma cópia da condição experimental na cor azul, após a alteração das características utilizando o aplicativo ColorVeil.

Figura 3. Foto da tela do aplicativo ColorVeil utilizado para manipular eletronicamente a cor da tela do computador no qual os textos eram apresentados.



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 4. Representação do ambiente da tela do computador após a alteração das cores utilizando o aplicativo ColorVeil para mimicar a cor azul dos Overlays de Irlen.



Fonte: elaborado pelo autor

3.4. TRATAMENTOS DE DADOS

Os escores dos testes neuropsicológicos foram computados e plotados em uma planilha do Excel e então realizada uma análise descritiva com média e desvio padrão dos resultados.

Cada teste aplicado foi analisado a partir de diferentes variáveis, de acordo com o conteúdo do teste. No Teste de desempenho escolar, composto por um conjunto de 70 palavras isoladas do contexto em ordem crescente de dificuldade, foram computados os valores obtidos através das variáveis de tempo total de execução da tarefa; total de acertos e erros baseados no gabarito do teste. O tempo total de leitura foi calculado utilizando um cronômetro.

No Teste de nomeação rápida de figura, responsável por avaliar continuamente o desempenho na velocidade de nomeação sequencial de estímulos comuns, ou seja, a velocidade com que a criança verbaliza sequencialmente uma lista contendo símbolos básicos (bola, relógio, casa e elefante), o número de erros foi registrado e o tempo total foi computado utilizando um cronômetro.

O Teste de matrizes progressivas de Raven é dividido em três séries (A, AB e B) com 12 itens cada, listados em ordem crescente de dificuldade. As variáveis utilizadas para a computação de dados deste teste foram o total de acertos em cada série, totalidade de erros no teste independente da série em que o erro ocorreu e o tempo total de execução do teste. A pontuação total correspondeu ao número de acertos, com atribuição de um ponto para cada resposta correta, e o tempo total foi computado utilizando um cronômetro.

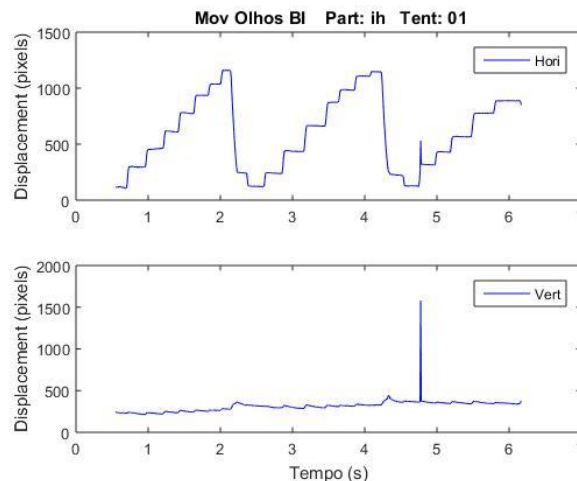
Por fim, o Teste de atenção por cancelamento teve seus dados computados a partir das variáveis de total de acertos em cada uma das três partes que compõem o teste, baseado no cálculo de escore do próprio teste; a pontuação total e o tempo total de execução do teste. O cálculo utilizado para calcular o número de acertos foi feito a partir da subtração de erro e omissão do total de acerto, ou seja, $\text{escore final} = \text{acerto} - (\text{erro} + \text{omissão})$. A pontuação total foi feita através da soma de todos os acertos e o tempo total foi cronometrado por um relógio cronômetro.

Para analisar o desempenho das crianças na tarefa de leitura, as filmagens obtidas pelo sistema de rastreamento dos movimentos dos olhos através do software específico (iViewETG - versão 2.7) foram inspecionadas utilizando o programa de análise de dados do próprio sistema (SMI BeGaze – versão 3.7). Após a inspeção inicial, as coordenadas X e Y, correspondendo aos movimentos dos olhos nos planos horizontal e vertical, respectivamente, foram salvas em arquivos formato texto.

Posteriormente, as coordenadas dos movimentos dos olhos foram analisadas em ambiente MatLab, utilizando rotina específica desenvolvida para tal finalidade. Inicialmente, as coordenadas dos movimentos dos olhos foram apresentadas graficamente, formando duas séries temporais referentes aos movimentos dos olhos no plano horizontal e vertical (Figura 5) ao longo da leitura do texto. Com base na inspeção visual anterior, utilizando as imagens durante a leitura do texto no sistema

de rastreamento ocular, e com base no posicionamento dos olhos, utilizando as coordenadas, o início e o final da leitura foram precisamente definidos e, posteriormente, o tempo total da leitura foi obtido. A determinação do início e final da leitura foi previamente padronizada pelos pesquisadores onde o início da leitura corresponde à última fixação pré movimentação dos olhos sobre a linha do texto e o final da leitura sendo o momento em que há o deslocamento dos olhos em direção ao ponto referencial no final do texto.

Figura 5. Séries temporais da posição dos olhos na direção horizontal (painel superior) e vertical (painel inferior) ao longo da leitura do texto obtidas após a definição de início e fim da leitura no programa MatLab. Nota: dado binocular com a combinação da posição dos olhos direito e esquerdo.



Fonte: dados da pesquisa

Com base nessa análise e identificação do início e final da leitura, as variáveis do estudo foram obtidas, sendo elas: tempo total de leitura; número total de fixações; duração média das fixações; número total, duração média, amplitude média e velocidade média dos movimentos sacádicos.

O tempo total de leitura correspondeu o tempo entre o início da leitura, após o comando do pesquisador, até o momento que o participante indicou o encerramento da mesma, acompanhada pela inspeção dos movimentos dos olhos.

Ainda, após a definição do início e final da leitura, estes eventos foram definidos no sistema de rastreamento de movimento dos olhos para obtenção das variáveis referentes aos movimentos dos olhos. No caso, o número total de fixação corresponde

à ocorrência de eventos ao longo da leitura que começaram e finalizaram em uma palavra e a duração média corresponde à média da duração dos eventos de fixação identificados ao longo da leitura do texto.

O número de movimentos sacádicos corresponde à ocorrência de eventos com mudanças de pontos de fixação ao longo da tentativa. Para a identificação do movimento sacádico, deve ocorrer um aumento na velocidade alcançando seu pico e, então, redução da velocidade. Nesse caso, se o pico (pelo menos 40 graus/s) ocorreu entre 20 e 80% da movimentação dos olhos, o mesmo é considerado um movimento sacádico. Após a identificação dos movimentos sacádicos ao longo da leitura do texto, o número total, a duração média, a amplitude média e a velocidade dos movimentos sacádicos foram obtidos. Todas as variáveis referentes ao movimento dos olhos foram obtidas utilizando o software específico (SMI BeGaze - versão 3.7).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após testar e aceitar os pressupostos para análise estatística paramétrica (normalidade e homogeneidade de variância), três análises de variância (ANOVAs) foram empregadas, tendo como fatores grupo (com dislexia e sem dislexia) e cada uma das condições de filtro (sem filtro e filtro azul; sem filtro e filtro verde; sem filtro e filtro laranja), esse último fator tratado como medida repetida. A variável dependente foi o tempo total de leitura nas respectivas condições. Para análise dos movimentos dos olhos, análises de multivariância (MANOVAs) foram empregadas tendo também como fatores grupo (com dislexia e sem dislexia) e cada uma das condições de filtro (sem filtro e filtro azul; sem filtro e filtro verde; sem filtro e filtro laranja), esse último fator tratado como medida repetida. Três MANOVAs tiveram como variáveis dependentes o número e a duração das fixações nas respectivas condições. Três MANOVAs tiveram como variáveis dependentes o número e a duração das sacadas nas respectivas condições. Finalmente, três MANOVAs tiveram como variáveis dependentes a amplitude e a velocidade média das sacadas.

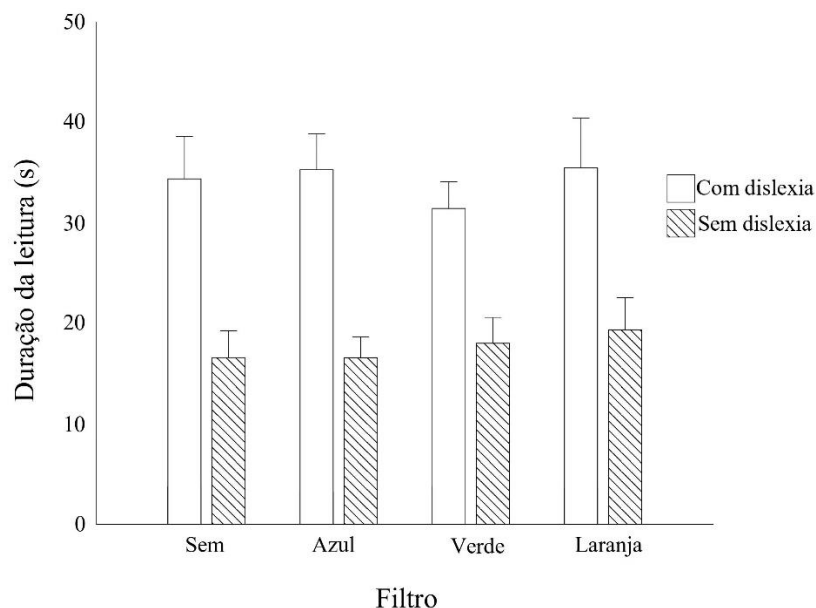
Quando necessário, testes univariados foram realizados. O nível de significância foi mantido em 0,05 e todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS.

4 RESULTADOS

4.1 DESEMPENHO DA LEITURA

O tempo total de leitura para as crianças com e sem dislexia, nas quatro condições de filtro eletrônico, é apresentado na figura 6. Percebe-se que crianças com dislexia demoram muito mais tempo que crianças sem dislexia para a realização da tarefa de leitura.

Figura 6. Média e erro-padrão do tempo total de leitura para os participantes com e sem dislexia nas condições sem filtro e filtros eletrônicos azul, verde e laranja.



Fonte: dados da pesquisa

4.1.1 Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Azul Eletrônico

ANOVA revelou efeito de grupo, $F_{1,28}=19,40$, $p<0,001$, porém não revelou efeito de condição, $F_{1,28}=0,05$, $p>0,05$, e interação grupo e condição, $F_{1,28}=0,5$, $p>0,05$. Crianças com dislexia demoraram mais que o dobro (34,84 segundos) para realizar a leitura do que as crianças sem dislexia (16,58 segundos). Nenhuma diferença no tempo de leitura, no entanto, foi observada entre as condições sem e com o filtro eletrônico azul.

4.1.2 Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Verde Eletrônico

ANOVA revelou efeito de grupo, $F_{1,28}=14,03$, $p<0,001$, porém não revelou efeito de condição, $F_{1,28}=0,29$, $p>0,05$, e interação grupo e condição, $F_{1,28}=2,44$, $p>0,05$. Crianças com dislexia demoraram quase que o dobro (32,92 segundos) para

realizar a leitura do que as crianças sem dislexia (17,30 segundos). O uso do filtro verde eletrônico não provocou qualquer alteração na velocidade de leitura das crianças com e sem dislexia.

4.1.3 Leitura Sem Filtro vs Leitura Filtro Laranja Eletrônico

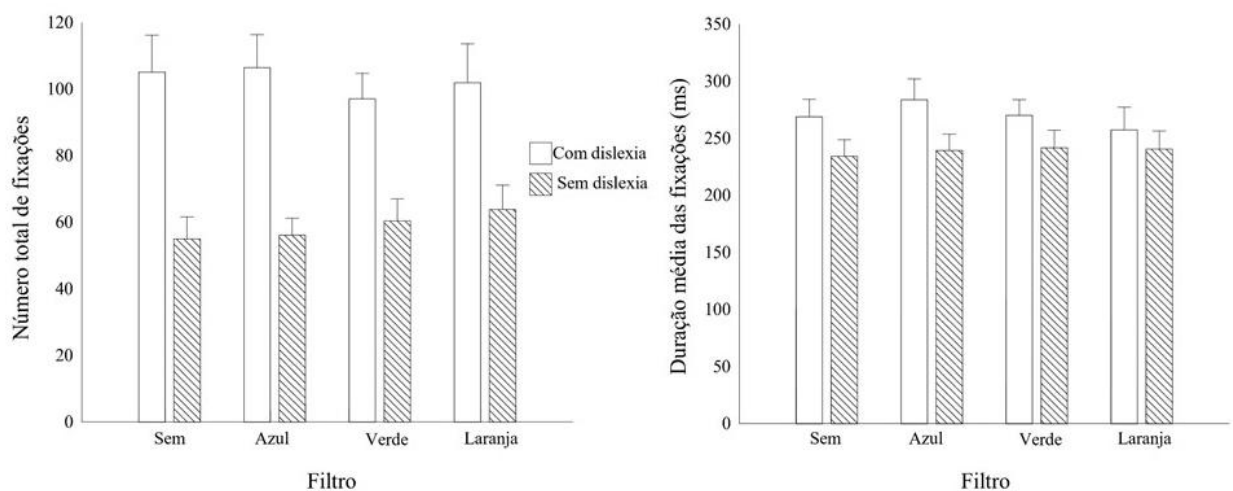
ANOVA revelou efeito de grupo, $F_{1,28}=10,66$, $p<0,005$, porém não revelou efeito de condição, $F_{1,28}=1,21$, $p>0,05$, e interação grupo e condição, $F_{1,28}=0,23$, $p>0,05$. Crianças com dislexia demoraram praticamente o dobro (34,93 segundos) para realizar a leitura do que as crianças sem dislexia (17,97 segundos). O uso do filtro eletrônico alaranjado também não provocou qualquer alteração na velocidade de leitura das crianças com e sem dislexia.

4.2 MOVIMENTO DOS OLHOS

4.2.1 Número e Duração das Fixações

O número de fixações e o tempo médio das fixações para as crianças com e sem dislexia, nas quatro condições de filtro eletrônico, são apresentados na Figura 7.

Figura 7. Média e erro-padrão do número total de fixações (a) e duração média das fixações (b) dos participantes com e sem dislexia nas condições sem filtro e filtros eletrônicos azul, verde e laranja.



Fonte: dados da pesquisa

4.2.1.1 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul

MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,548, $F_{2,27}=11,13$, $p<0,001$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,902, $F_{2,27}=1,47$, $p>0,05$, e efeito de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,974, $F_{2,27}=0,35$,

$p>0,05$. Testes univariados indicaram que para grupo ocorreu para o número de fixações, sendo maior para as crianças com dislexia (105,8) do que para as crianças sem dislexia (55,5), $F_{1,28}=23,10$, $p<0,001$, e tendência para a duração média das fixações, sendo mais longas para as crianças com dislexia (276,3 milissegundos) do que para as crianças sem dislexia (236,8 milissegundos), $F_{1,28}=3,40$, $p=0,07$.

4.2.1.2 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde

MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,636, $F_{2,27}=7,74$, $p<0,005$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,973, $F_{2,27}=0,37$, $p>0,05$, e efeito de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,913, $F_{2,27}=1,29$, $p>0,05$. Testes univariados indicaram que para grupo a diferença ocorreu apenas para o número de fixações, sendo maior para as crianças com dislexia (101,1) do que para as crianças sem dislexia (57,7), $F_{1,28}=16,05$, $p<0,001$.

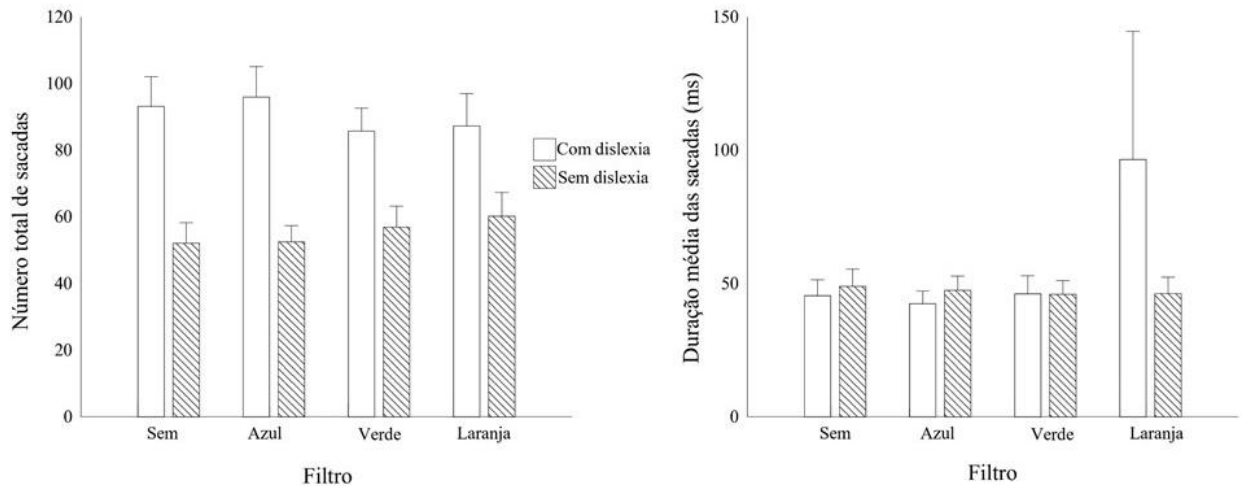
4.2.1.3 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja

MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,698, $F_{2,27}=5,84$, $p<0,01$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,973, $F_{2,27}=0,37$, $p>0,05$, e efeito de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,901, $F_{2,27}=1,47$, $p>0,05$. Testes univariados indicaram que para grupo a diferença ocorreu apenas para o número de fixações, sendo maior para as crianças com dislexia (103,5) do que para as crianças sem dislexia (59,4), $F_{1,28}=17,74$, $p<0,005$.

4.2.2 Número e Duração dos Movimentos Sacádicos

O número de ocorrência das sacadas e o tempo médio dos movimentos sacádicos para as crianças com e sem dislexia, nas quatro condições de filtro eletrônico, são apresentados na Figura 8.

Figura 8. Média e erro-padrão do número de ocorrência dos movimentos sacádicos (a) e da duração média dos movimentos sacádicos (b) dos participantes com e sem dislexia nas condições sem filtro e filtros eletrônicos azul, verde e laranja.



Fonte: dados da pesquisa

4.2.2.1 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul

MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,555, $F_{2,27}=10,84$, $p<0,001$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,961, $F_{2,27}=0,54$, $p<0,05$, e interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,995, $F_{2,27}=0,07$, $p>0,05$. Testes univariados indicaram que para grupo a diferença ocorreu apenas para o número de ocorrência dos movimentos sacádicos, sendo maior para as crianças com dislexia (95,6) do que para as crianças sem dislexia (52,3), $F_{1,28}=22,04$, $p<0,001$.

4.2.2.2 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde

MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,660, $F_{2,27}=6,94$, $p<0,005$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,968, $F_{2,27}=0,44$, $p>0,05$, e efeito de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,910, $F_{2,27}=1,33$, $p>0,05$. Testes univariados indicaram que para grupo a diferença ocorreu apenas para o número de ocorrência dos movimentos sacádicos, sendo maior para as crianças com dislexia (89,5) do que para as crianças sem dislexia (54,5), $F_{1,28}=13,78$, $p<0,005$.

4.2.2.3 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja

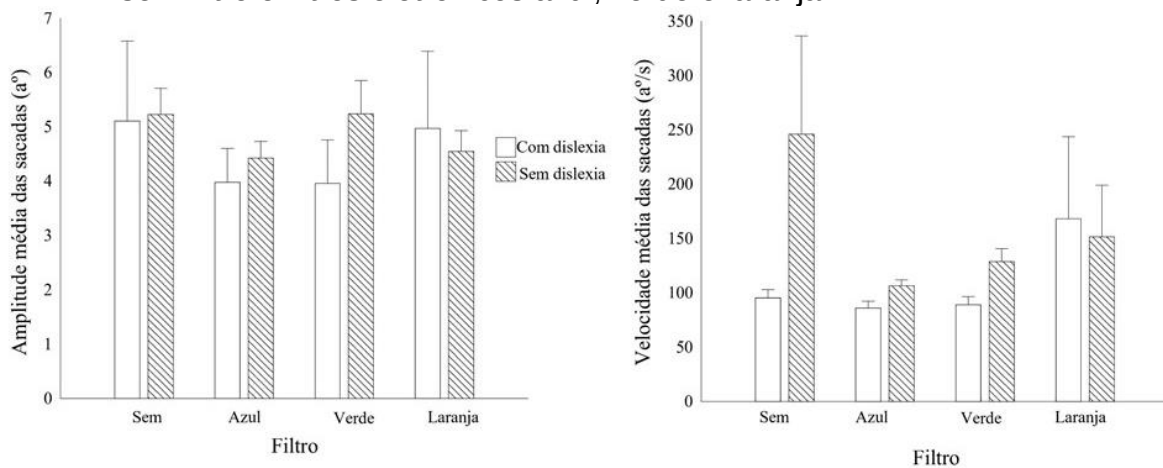
MANOVA revelou efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,692, $F_{2,27}=5,99$, $p<0,01$, porém não revelou efeito de condição, Wilks' Lambda=0,947, $F_{2,27}=0,75$, $p>0,05$, e efeito de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,901, $F_{2,27}=1,47$, $p>0,05$.

Testes univariados indicaram que para grupo a diferença ocorreu apenas para o número de ocorrência dos movimentos sacádicos, sendo maior para as crianças com dislexia (90,2) do que para as crianças sem dislexia (56,1), $F_{1,28}=10,16$, $p<0,005$.

4.2.3 Amplitude e Velocidade dos Movimentos Sacádicos

A amplitude e a velocidade média dos movimentos sacádicos para as crianças com e sem dislexia, nas quatro condições de filtro eletrônico, são apresentados na Figura 9.

Figura 9. Média e erro-padrão da amplitude (a) e da velocidade média (b) dos movimentos sacádicos dos participantes com e sem dislexia nas condições sem filtro e filtros eletrônicos azul, verde e laranja.



Fonte: dados da pesquisa

4.2.3.1 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Azul

MANOVA não revelou qualquer efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,889, $F_{2,27}=1,69$, $p>0,05$, de condição, Wilks' Lambda=0,846, $F_{2,27}=2,46$, $p>0,05$, e de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,927, $F_{2,27}=1,06$, $p>0,05$

4.2.3.2 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Verde

MANOVA não revelou qualquer efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,832, $F_{2,27}=2,71$, $p>0,05$, de condição, Wilks' Lambda=0,871, $F_{2,27}=1,99$, $p>0,05$, e de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,877, $F_{2,27}=1,88$, $p>0,05$.

4.2.3.3 Leitura Sem Filtro vs Filtro Eletrônico Laranja

MANOVA não revelou qualquer efeito de grupo, Wilks' Lambda=0,968, $F_{2,27}=0,44$, $p>0,05$, de condição, Wilks' Lambda=0,884, $F_{2,27}=1,77$, $p>0,05$, e de interação grupo e condição, Wilks' Lambda=0,874, $F_{2,27}=1,95$, $p>0,05$.

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o desempenho da leitura e os movimentos dos olhos em crianças com diferentes cores em dispositivo eletrônico. Os resultados do presente estudo mostraram que crianças com dislexia necessitam de maior tempo para completar a tarefa de leitura do que crianças sem dislexia. Surpreendentemente, o uso de filtros eletrônicos coloridos não promoveu qualquer alteração no desempenho das crianças com dislexia. Em relação aos movimentos dos olhos, crianças com dislexia necessitam de um maior número de fixações e de sacadas para realização da leitura dos textos em comparação às crianças sem dislexia. Novamente, o uso de filtros eletrônicos coloridos não provocou qualquer alteração na característica e padrão de movimento dos olhos das crianças com dislexia.

Crianças com dislexia apresentam como característica marcante uma leitura mais lenta do que crianças sem dislexia (SUMMER, CONNELLY & BARNETT, 2013), podendo variar de acordo com a gravidade e severidade da dislexia. Os resultados do presente estudo corroboram essa característica, pois crianças com dislexia necessitaram por volta do dobro de tempo para finalizar a leitura dos textos do que as crianças sem dislexia. Essa dificuldade de leitura, provocando falta de fluência na leitura, traz transtornos impactantes para a criança quanto ao rendimento escolar e processo de alfabetização. Como consequência mais grave, pode ainda provocar evasão escolar destas crianças (LODYGOWSKA & CZEPITA, 2012).

Os resultados do presente estudo mostraram que crianças com dislexia apresentam uma baixa fluência, refletindo em um tempo muito maior para leitura dos textos, e que pode refletir em diversas consequências no cotidiano escolar destas crianças. Assim, o presente estudo examinou uma possível estratégia para minimizar essa dificuldade, utilizando filtros eletrônicos coloridos aplicados no ambiente da leitura. Surpreendentemente, o tempo total de leitura não foi influenciado pelo uso do filtro eletrônico nas cores azul, verde e alaranjada através da aplicação dessas cores no monitor no qual as crianças realizaram a leitura.

O uso de filtros eletrônicos tem sido sugerido, pois alguns estudos recentes (RAZUK et al., 2018; GUIMARÃES et al., 2020; WILKINS, 2002) têm demonstrado que o uso de filtros coloridos, no formato de transparências (IRLEN, 2005), melhora a

velocidade e fluência da leitura em crianças com dislexia. Estes resultados, apesar de controversos, são promissores, pois constituem uma forma de manipulação simples e prática que pode interferir positivamente na leitura de crianças com dislexia. Considerando o uso de dispositivos eletrônicos (celulares, tablets, computadores) e a facilidade em alterar o ambiente destes dispositivos, a aplicação de filtros eletrônicos pode constituir uma solução e manipulação importante. Entretanto, considerando os resultados do presente estudo, a transferência de possíveis efeitos advindos do uso de filtros coloridos reais (tipo transparência) para o ambiente eletrônico precisa ser melhor examinada e verificada. Nenhuma diferença foi observada no tempo de leitura de crianças com e sem dislexia com a aplicação de um tipo desse dispositivo.

A análise dos movimentos dos olhos realizada no presente estudo corroborou resultados anteriores (RAYNER, 1998; RAZUK et al., 2018; HUTZLER & WIMMER, 2004). Especificamente, crianças com dislexia necessitaram de um número maior de fixações do que crianças sem dislexia para a leitura dos textos. Ainda, foi observada uma tendência de fixações mais longas em crianças com dislexia do que a observada em crianças sem dislexia. Tais características ocorrem, pois, a leitura em crianças com dislexia é sequencial e fragmentada (DE LUCA et al., 2002). Outra característica também observada no movimento dos olhos de crianças com dislexia é o maior número de sacadas. Como crianças realizam mais fixações, elas também precisam realizar mais movimentos sacádicos para realizar a movimentação dos olhos ao longo do texto.

Da mesma forma que observado no tempo de leitura, nenhuma diferença foi observada para o movimento dos olhos entre as condições de filtro eletrônico colorido. Novamente, esse resultado foi surpreendente, considerando mudanças no movimento dos olhos quando filtros coloridos foram utilizados em crianças com dislexia (RAZUK et al., 2018). Apesar de surpreendente, a não observação de alteração no movimento dos olhos está relacionada com a falta de alteração no desempenho da leitura. Razuk e colegas (2018) identificaram que a mudança no desempenho da leitura, quando crianças com dislexia necessitaram de menor tempo para concluir a tarefa quando utilizaram filtro verde em comparação com sem filtro, foi decorrente da redução do tempo de fixação. Neste caso, como o filtro eletrônico colorido não melhorou o tempo de leitura, nenhuma mudança no comportamento dos olhos foi observada.

A implementação do uso de cores para tentar facilitar a leitura de crianças com dislexia decorre da alteração do comprimento de ondas luminosas, inerentes às cores, sendo que no caso do presente estudo os comprimentos de ondas das cores azul, verde e alaranjado são considerados pequeno, médio e longo, respectivamente (RAY, FOWLER & STEIN, 2005). No caso, comprimentos de ondas diferentes propiciariam estimulação dos cones sensitivos às respectivas cores e, no caso, crianças com dislexia melhoram o desempenho da leitura quando usam comprimentos de ondas médios (RAZUK et al., 2018) e mais ainda pequenos (GUIMARÃES et al., 2020). Os resultados do presente estudo indicam que a manipulação eletrônica das cores não foi suficiente para desencadear os efeitos observados com filtros reais, do tipo transparência colorida. Há a necessidade, portanto, de realizar uma análise mais específica dos comprimentos de ondas que a manipulação eletrônica propicia para melhor entendimento do presente fenômeno.

Interessante notar que, no caso dos filtros eletrônicos do presente estudo, a cor com menor comprimento de onda (das disponibilizadas) para as crianças com dislexia foi a única que apresentou alguma melhora no desempenho da leitura. Guimarães e colegas (2020), revisando a influência de filtros em crianças brasileiras examinadas ao longo de 15 anos, verificaram que filtros ou combinação de filtros propiciando ondas mais curtas foram as mais preferidas e mais efetivas para amenizar as dificuldades de leitura das crianças e melhorar o desempenho da leitura.

É importante mencionar que, considerando o impacto da dificuldade da leitura em crianças com dislexia, diversas estratégias têm sido examinadas, tais como o uso de filtros coloridos do tipo transparência (RAZUK et al., 2018; HENDERSON, 2012), espaçamento entre as letras e alteração na fonte (ZORZI et al., 2012; RELLO & BAEZA-YATES, 2015; YU et al., 2007) e utilização de fundo colorido no qual o texto se insere (RELLO & BIGHAM, 2017). A possibilidade de uso eletrônico é mais uma tentativa de propiciar uma forma e uma estratégia de auxílio prático e simples para minimizar os efeitos deletérios da dislexia. Neste sentido, há necessidade de examinar outros aspectos além dos observados neste estudo inicial para melhor entender essa manipulação eletrônica e o possível efeito no desempenho e movimento dos olhos de crianças com dislexia.

O presente estudo, como qualquer outro, apresenta algumas limitações. Primeiro, o tamanho da amostra pode ser considerado pequeno, considerando as

características e o diagnóstico da dislexia. Entretanto, o tamanho amostral do presente estudo não difere significativamente de outros estudos, porém pode ser considerado um fator limitante. A segunda limitação é o tipo de filtro eletrônico utilizado. Como a proposta de filtros eletrônicos é recente, há uma pequena variedade de filtros. No caso do presente estudo, por questões técnicas decorrentes do uso de sistema operacional, foi utilizado o aplicativo ColorVeil, de forma a similar as cores dos filtros tipo transparência de Irlen (2005). Haveria necessidade de verificar o uso de outros aplicativos, que usam outras tecnologias, para avançar no entendimento de possíveis efeitos dos filtros eletrônicos coloridos, inclusive mapeando as alterações no espectro do comprimento de ondas proporcionadas por estes aplicativos.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, conclui-se que crianças com dislexia necessitam de mais tempo para realizar a tarefa de leitura, indicando desempenho significativamente inferior ao observado em crianças sem dislexia. Esse desempenho inferior na leitura está relacionado com diferentes estratégias de movimentos dos olhos, com crianças disléxicas apresentando maior número de fixações e tendência de fixações mais longas que as observadas em crianças sem dislexia. Surpreendentemente, o uso de filtros coloridos eletrônicos, nas cores azul, verde e alaranjado, não proporcionou qualquer alteração no desempenho da leitura ou nos movimentos dos olhos de crianças disléxicas. Dessa forma, o uso de filtros eletrônicos do tipo e nas cores do presente estudo não é indicado para mitigar os efeitos deletérios da dislexia no desempenho da leitura de crianças.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Filipa Andreia Portela. **Melhorar a fluência da leitura com recurso ao computador pessoal: estudo de caso único de criança com dislexia**. 2009. Tese de Doutorado.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISLEXIA. **O que é Dislexia?** 2016. Disponível em: <http://www.dislexia.org.br/o-que-e-dislexia/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

BACKES, Walter; VUURMAN, Eric; WENNEKES, Rianne; SPRONK, Patricia; WUISMAN, Mea; VAN ENGELSHOVEN, Jos; JOLLES, Jelle. Atypical brain activation of reading processes in children with developmental dyslexia. **Journal of Child Neurology**, [S. l.], v. 17, n. 12, p. 867–871, 2002.

BARELA, Jose A.; DIAS, Josenaldo L.; GODOI, Daniela; VIANA, André R.; DE FREITAS, Paulo B. Postural control and automaticity in dyslexic children: The relationship between visual information and body sway. **Research in Developmental Disabilities**, [S. l.], v. 32, n. 5, p. 1814–1821, 2011.

BEAULIEU, Christian; PLEWES, Christopher; PAULSON, Lori Anne; ROY, Dawne; SNOOK, Lindsay; CONCHA, Luis; PHILLIPS, Linda. Imaging brain connectivity in children with diverse reading ability. **NeuroImage**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 1266–1271, 2005.

BLYTHE, Hazel I.; LIVERSEDGE, Simon P.; JOSEPH, Holly S. S. L.; WHITE, Sarah J.; FINDLAY, John M.; RAYNER, Keith. The binocular coordination of eye movements during reading in children and adults. **Vision Research**, [S. l.], v. 46, n. 22, p. 3898–3908, 2006.

BUCCI, Maria Pia; BRÉMOND-GIGNAC, Dominique; KAPOULA, Zoï. Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, [S. l.], v. 246, n. 3, p. 417–428, 2008.

BUCCI, Maria Pia; CARZOLA, Beatrice; FIUCCI, Giusy; POTENTE, Cristina; CARUSO, Laure. Computer based oculomotor training improves reading abilities in dyslexic children: Results from a pilot study. **Sports Injuries & Medicine**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 3–8, 2018.

CAMPOS, Ana Maria Gomes; PINHEIRO, Luciana Ribeiro; GUIMARÃES, Sandra Regina Kirchner. A consciência fonológica, a consciência lexical e o padrão de leitura de alunos com dislexia do desenvolvimento. **Revista Psicopedagogia**, v. 29, n. 89, p. 194–207, 2012.

CAPELLINI, Simone Aparecida; FERREIRA, Tais de Lima; SALGADO, Cíntia Alves; CIASCA, Sylvia Maria. Desempenho de escolares bons leitores, com dislexia e com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade em nomeação automática rápida. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 114–119, 2007.

CLIFTON, Charles; STAUB, Adrian; RAYNER, Keith. Eye Movements in Reading Words and Sentences. *In: Eye movements*. Elsevier, 2007. p. 341-371

COWEN, Carolyn. **How Widespread Is Dyslexia?** 2016. International Dyslexia Association. Disponível em: <https://dyslexiaida.org/how-widespread-is-dyslexia/>. Acesso em: 28 abr. 2020.

DE LUCA, Maria; BORRELLI, Marta; JUDICA, Anna; SPINELLI, Donatella; ZOCCOLOTI, Pierluigi. Reading words and pseudowords: An eye movement study of developmental dyslexia. **Brain and Language**, [S. l.], v. 80, n. 3, p. 617–626, 2002.

DE LUCA, Maria; DI PACE, Enrico; JUDICA, Anna; SPINELLI, Donatella; ZOCCOLOTI, Pierluigi. Eye movement patterns in linguistic and non-linguistic tasks in developmental surface dyslexia. **Neuropsychologia**, [S. l.], v. 37, n. 12, p. 1407–1420, 1999.

ENDEMANN, Peter; PESSÔA, Candido V. B. B.; PEREZ, William Ferreira; TOMANARI, Gerson Y. Identificação de operantes verbais constituintes da leitura por meio da análise dos movimentos dos olhos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 139–148, 2011.

FACOETTI, Andrea; PAGANONI, Pierluigi; LORUSSO, Maria Luisa. The spatial distribution of visual attention in developmental dyslexia. **Experimental Brain Research**, [S. l.], v. 132, p. 531–538, 2000.

FACOETTI, A.; TURATTO, M.; LORUSSO, M. L.; MASCETTI, G. G. Orienting of visual attention in dyslexia: Evidence for asymmetric hemispheric control of attention. **Experimental Brain Research**, [S. l.], v. 138, p. 46–53, 2001.

FONSECA, Vitor Da. Dislexia, cognição e aprendizagem: uma abordagem neuropsicológica das dificuldades de aprendizagem da leitura. **Psicopedagogia**, [S. l.], v. 26, n. 81, p. 339–356, 2009.

FRANCESCHINI, Sandro; GORI, Simone; RUFFINO, Milena; VIOLA, Simona; MOLTENI, Massimo; FACOETTI, Andrea. Action video games make dyslexic children read better. **Current Biology**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 462–466, 2013.

GRIFFITHS, Philip G.; TAYLOR, Robert H.; HENDERSON, Lisa M.; BARRETT, Brendan T. The effect of coloured overlays and lenses on reading: a systematic review of the literature. **Ophthalmic & Physiological Optics**, [S. l.], v. 36, p. 519–544, 2016.

GUIMARÃES, Márcia Reis; VILHENA, Douglas de Araújo; LOEW, Stephen J.; GUIMARÃES, Ricardo Queiroz. Spectral overlays for reading difficulties: Oculomotor function and reading efficiency among children and adolescents with visual stress. **Perceptual and Motor Skills**, [S. l.], v. 127, n. 2, p. 490–509, 2020.

HABIB, M. The neurological basis of developmental dyslexia: An overview and working hypothesis. **Brain**, [S. l.], v. 123, p. 2373–2399, 2000.

HAIRSTON, W. David; BURDETTE, Jonathan H.; FLOWERS, D. Lynn; WOOD, Frank B.; WALLACE, Mark T. Altered temporal profile of visual-auditory multisensory interactions in dyslexia. **Experimental Brain Research**, [S. l.], v. 166, p. 474–480, 2005. DOI: 10.1007/s00221-005-2387-6.

HENDERSON, Lisa M.; TSOGKA, Natassa; SNOWLING, Margaret J. Questioning the benefits that coloured overlays can have for reading in students with and without dyslexia. **Journal of Research in Special Educational Needs**, v. 13, n. 1, p. 57–65, 2013.

HUTZLER, Florian; WIMMER, Heinz. Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. **Brain and Language**, [S. l.], v. 89, n. 1, p. 235–242, 2004.

IRLEN, Helen. **Reading by the colors: Overcoming dylsexia and other Reading disabilities through the Irlen method**. Penguin, 2005.

KAJIHARA, Olinda Teruko. Modelos Teoricos atuais da dislexia do desenvolvimento. **Olhar de Professor**, v. 11, n. 1, 2009.

KALYVIOTI, Katerina; MIKROPOULOS, Tassos A. Virtual environments and dyslexia: A literature review. **Procedia Computer Science**, [S. l.], v. 27, p. 138–147, 2014.

KAMALA, R. Multisensory approach to reading skills of dyslexic students. **IOSR Journal of Humanities and Social Science**, v. 19, n. 5, p. 32-34, 2014.

LEFFA, Vilson José. **Aspectos da leitura**. Porto Alegre: Sagra, 1996.

LODYGOWSKA, Ewa; CZEPIA, Damian A. School phobia in children with dyslexia. **Annales Academiae Medicae Stetinensis**, [S. l.], v. 58, n. 1, p. 66–70, 2012.

LUEGI, Paula; COSTA, Armanda; FARIA, Isabel Hub. Analisando os comportamentos oculares durante a leitura. **Revista Linguística**, v.5, p. 62-80, 2009.

LYON, G. Reid; SHAYWITZ, Sally E.; SHAYWITZ, Bennett A. A definition of dyslexia. **Annals of Dyslexia**, v. 53, n. 1, p. 1–14, 2003.

MANIS, Franklin R.; CUSTODIO, Rebecca; SZESZULSKI, Patricia A. Development of phonological and orthographic skill: A 2-year longitudinal study of dyslexic children. **Journal of Experimental Child Psychology**, [S. l.], v. 56, n. 1, p. 64–86, 1993.

MARTINS, Vicente. Professor aponta a dislexia como maior causa do fracasso escolar. **Zero-a-seis**, v. 4, n.5, p. 1-2, 2002.

MOE-NILSSEN, Rolf; HELBOSTAD, Jorunn L.; TALCOTT, Joel B.; TOENNESSEN, Finn Egil. Balance and gait in children with dyslexia. **Experimental Brain Research**, [S. l.], v. 150, n. 2, p. 237–244, 2003.

NICOLSON, Roderick I.; DAUM, Irene; SCHUGENS, Markus M.; FAWCETT, Angela J.; SCHULZ, Adelheid. Eyeblick conditioning indicates cerebellar abnormality in dyslexia. **Experimental Brain Research**, [S. l.], v. 143, n. 1, p. 42–50, 2002.

OLIVEIRA, Adriana Marques De; CARDOSO, Monique Herrera; CAPELLINI, Simone Aparecida. Caracterização dos processos de leitura em escolares com dislexia e distúrbio de aprendizagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 201–207, 2012.

PAVLIDIS, George Th. Do eye movements hold the key to dyslexia? **Neuropsychologia**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 57–64, 1981.

PEDROLI, Elisa; PADULA, Patrizia; GUALA, Andrea; MEARDI, Maria Teresa; RIVA, Giuseppe; ALBANI, Giovanni. A Psychometric Tool for a Virtual Reality Rehabilitation

Approach for Dyslexia. **Computational and Mathematical Methods in Medicine**, [S. l.], v. 2017, 2017.

PIJPKER, Tineke. **Reading performance of dyslexics with a special font and a colored background**. 2013. Dissertação de Mestrado. University of Twente.

PRADO, Chloé; DUBOIS, Matthieu; VALDOIS, Sylviane. The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: Impact of the visual attention span. **Vision Research**, v. 47, n. 19, p. 2521–2530, 2007.

PRESTES, Marta Regueira Dias; FEITOSA, Maria Angela Guimarães. Teorias da Dislexia: Sustentação com base nas alterações perceptuais auditivas. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 32, n. SPE, 2016.

RAMUS, Franck. Talk of two theories. **Nature**, v. 412, n. 6845, p. 393- 394, 2001.

RAMUS, Franck; ROSEN, Stuart; DAKIN, Steven C.; DAY, Brian L.; CASTELLOTE, Juan M.; WHITE, Sarah; FRITH, Uta. Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. **Brain**, [S. l.], v. 126, n. 4, p. 841–865, 2003.

RAY, Nicola 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.

RAYNER, Keith. The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 62, n. 8, p. 1457–1506, 2009.

RAYNER, Keith. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. **Psychological Bulletin**, [S. l.], v. 124, n. 3, p. 372–422, 1998.

RAZUK, Milena; BARELA, Jose A. Dyslexic children suffer from less informative visual cues to control posture. **Research in Developmental Disabilities**, [S. l.], v. 35, n. 9, p. 1988–1994, 2014.

RAZUK, Milena; PERRIN-FIEVEZ, Faustine; GERARD, Christophe Loic; PEYRE, Hugo; BARELA, José Angelo; BUCCI, Maria Pia. Effect of colored filters on reading capabilities in dyslexic children. **Research in Developmental Disabilities**, [S. l.], v. 83, p. 1–7, 2018.

RELLO, Luz; BAEZA-YATES, Ricardo. How to present more readable text for people with dyslexia. **Universal Access in the Information Society**, [S. l.], 2015.

RELLO, Luz; BIGHAM, Jeffrey P. Good background colors for readers: A study of people with and without dyslexia. In: **Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. 2017. p. 72-80

RELLO, Luz; KANVINDE, Gaurang; BAEZA-YATES, Ricardo. Layout guidelines for web text and a web service to improve accessibility for dyslexics. In: **Proceedings of the international cross-disciplinary conference on web accessibility**. 2012. p. 1-9

SARAIVA, João Paulo et al. Dislexia: Teorias explicativas. **II Seminário Internacional “Contributos da Psicologia em Contextos Educativos”**, p. 591-600, 2012.

SEASSAU, Magali; GÉRARD, Christophe Loic; BUI-QUOC, Emmanuel; BUCCI, Maria Pia. Binocular saccade coordination in reading and visual search: A developmental study in typical reader and dyslexic children. **Frontiers in Integrative Neuroscience**, [S. l.], v. 8, p. 1–11, 2014.

SHAYWITZ, Sally E. Dyslexia. **The New England Journal of Medicine**, v. 338, n. 5, p. 307-312, 1998.

SHAYWITZ, Sally E.; SHAYWITZ, Bennett A. Dyslexia (Specific Reading Disability). **Pediatrics in Review**, [S. l.], v. 24, n. 5, p. 147–153, 2003.

SILVA, Cláudia da; CAPELLINI, Simone Aparecida. Desempenho de escolares com e sem transtorno de aprendizagem em leitura, escrita, consciência fonológica, velocidade de processamento e memória de trabalho fonológica. **Revista Psicopedagogia**, p. 3–11, 2013.

STEIN, John; TALCOTT, Joel. Impaired neuronal timing in developmental dyslexia - The magnocellular hypothesis. **Dyslexia**, v. 5, n. 2, p. 59-77, 1999.

STEIN, John; WALSH, Vincent. To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. **Trends in Neurosciences**, v. 20, n. 4, p. 147–152, 1997.

SUMNER, Emma; CONNELLY, Vincent; BARNETT, Anna L. Children with dyslexia are slow writers because they pause more often and not because they are slow at handwriting execution. **Reading and Writing**, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 991–1008, 2013.

TAYLOR, Stanford E. Eye movements in Reading: Facts and fallacies. **American Educational Research Journal**, v. 2, n. 4, p. 187-202, 1965.

TELES, Paula. Dislexia: como identificar? Como intervir? **Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar**, v. 20, n. 6, p. 713–730, 2004.

UCCULA, Arcangelo; ENNA, Mauro; MULATTI, Claudio. Colors, colored overlays, and reading skills. **Frontiers in Psychology**, [S. l.], v. 5, p. 1–5, 2014.

VIANA, André R.; RAZUK, Milena; DE FREITAS, Paulo B.; BARELA, José A. Sensorimotor Integration in Dyslexic Children under Different Sensory Stimulations. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 8, n. 8, 2013.

WILKINS, Arnold. Coloured overlays and their effects on reading speed: A review. **Ophthalmic and Physiological Optics**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 448–454, 2002.

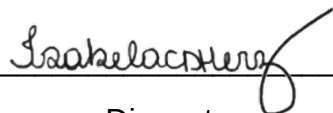
WILLIAMS, Gary J.; KITCHENER, Gregory; PRESS, Leonard J.; SCHEIMAN, Mitchell M.; STEELE, Glen T. The use of tinted lenses and colored overlays for the treatment of dyslexia and other related reading and learning disorders. **Optometry – Journal of the American Optometric Association**, v. 75, n. 11, p. 720–722, 2004.

YOKOMIZO, Juliana Emy; LUKASOVA, Katerina; FONTELES, Daniel Sá Roriz; MACEDO, Elizeu Coutinho De. Movimentos sacádicos durante leitura de texto em crianças e universitários bons leitores. **O mundo da saúde**, v. 32, n. 2, p. 131–138, 2008.

YU, Deyue; CHEUNG, Sing Hang; LEGGE, Gordon E.; CHUNG, Susana T. L. Effect of letter spacing on visual span and reading speed. **Journal of Vision**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 1–10, 2007.

ZIEGLER, Johannes C.; PERRY, Conrad; MA-WYATT, Anna; LADNER, Diana; SCHULTE-KÖRNE, Gerd. Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal? **Journal of Experimental Child Psychology**, [S. l.], v. 86, n. 3, p. 169–193, 2003.

ZORZI, Marco et al. Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], v. 109, n. 28, p. 11455–11459, 2012.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Isakhelacxung", written over a horizontal line.

Discente

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bal", written over a horizontal line.

Orientador