

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

**Liana Tito Barbosa Francisco**

Impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de  
leitura em estudantes do ensino fundamental

São Paulo  
2024

Liana Tito Barbosa Francisco

**Impacto dos distúrbios oculomotores sobre a  
velocidade de leitura em estudantes do ensino  
fundamental**

**Versão corrigida**

Dissertação apresentada ao Instituto  
de Psicologia da Universidade de São  
Paulo para obter o título de mestre em  
Ciências. Programa de Neurociências  
e Comportamento

Orientador: Prof. Dr. Marcelo  
Fernandes da Costa

São Paulo  
2024

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL  
OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER  
MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A  
FONTE.

Catálogo na publicação  
Biblioteca Dante Moreira Leite  
Instituto de Psicologia da  
Universidade de São Paulo  
Dados fornecidos pelo (a) autor (a)

Nome: Francisco, Liana Tito Barbosa

Título: Impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de leitura em estudantes do ensino fundamental

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obter o título de Mestre em Neurociências e Comportamento

Aprovada em: 17 de abril de 2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcelo Fernandes da Costa  
Instituição: IP - USP  
Julgamento: Aprovado

Profa. Dra. Roberta Melissa Benetti Zagui  
Instituição: HCFMUSP  
Julgamento: Aprovado

Profa. Dra. Andrea Araujo Zin  
Instituição: FIOCRUZ  
Julgamento: Aprovado

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Valter e Jacira, pelo suporte.

À minha irmã Aline, pelo exemplo.

Ao meu marido Gilmar, pelo apoio.

Aos meus filhos, Estela e Otávio, por serem  
minha força motriz.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e aos Orixás, que me iluminam e guiam meus passos.

Ao meu orientador Marcelo Fernandes da Costa, pela gentileza e paciência nos ensinamentos

Aos meus pacientes, que me fazem querer ser uma profissional melhor a cada dia.

## RESUMO

Francisco, L. T. B. (2024). *Impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de leitura em estudantes do ensino fundamental*. Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Introdução: A leitura envolve diversos processos de diferentes graus de complexidade, que nos permitem transformar a informação visual percebida pelos olhos, numa mensagem que é compreendida. Ao longo dos anos, diversos estudos evidenciam correlações entre distúrbios da motilidade ocular e leitura.

Objetivo: Avaliar o impacto dos distúrbios oculomotores na velocidade de leitura em crianças e adolescentes do ensino fundamental. Metodologia: Participaram do estudo 37 crianças e adolescentes entre 9 e 12 anos de idade. Treze (35,13%) eram ortofóricos, onze (29,72 %) apresentavam exoforia, três (8,1 %) eram portadores de X(T) com foria e em dez (27,02 %) evidenciou-se X(T) com tropia. Todos foram submetidos a exame oftalmológico com avaliação da motilidade ocular e estereopsia. Após o exame, foi avaliada a velocidade de leitura utilizando a tabela MNREAD modelo On e OFF. A análise de cluster foi o cálculo estatístico eleito para avaliar o resultado da pesquisa. Resultados: Os resultados da análise evidenciaram que independente da apresentação do modelo da tabela MNREAD (fundo ON X fundo OFF), a melhor acuidade visual atingida se relacionou com a Variante 1, definida pela idade dos participantes, e com a amplitude de divergência fusional para perto e para longe. O resultado do Titmus não se associou à velocidade de leitura observada.

Conclusão: A pesquisa evidenciou que a faixa etária, a amplitude de leitura e a função vergencial se associaram no desempenho de leitura do grupo estudado.

Palavras-chave: Estrabismo. Velocidade de leitura. Binocularidade. Aprendizagem.

## ABSTRACT

Francisco, L. T. B. (2024). *Impact of oculomotor disorders on reading speed in elementary school students*. Institute of Psychology, University of São Paulo, São Paulo.

Introduction: Reading involves several processes of different degrees of complexity, which allow us to transform visual information perceived by the eyes into a message that is understood. Over the years, several studies have shown correlations between ocular motility disorders and reading. Objective: To evaluate the impact of oculomotor disorders on reading speed in elementary school children and adolescents. Methodology: 37 children and adolescents between 9 and 12 years of age participated in the study. Thirteen (35.13%) were orthophoric, eleven (29.72%) had exophoria, three (8.1%) were carriers of X(T) with phoria and in ten (27.02%) X( T) with tropia. All underwent ophthalmological examination with assessment of ocular motility and stereopsis. After the exam, reading speed was evaluated using the MNREAD table model On and OFF. Cluster analysis was the statistical calculation chosen to evaluate the research results. Results: The results of the analysis showed that regardless of the presentation of the model in the MNREAD table (background ON near and far. The Titmus result was not associated with the observed reading speed. Conclusion: The research showed that age group, reading range and vergence function were associated with the reading performance of the studied group.

Keywords: Strabismus. Reading speed. Binocularity. Learning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática das camadas de células da retina. O epitélio pigmentar da retina (EPR) está em contato próximo aos segmentos externos dos bastonetes e das células cônicas da neuroretiniana. O cílio de conexão conecta os segmentos externos dos fotorreceptores aos corpos celulares, que constituem uma camada conhecida como camada nuclear externa (CNE). Os axônios dos fotorreceptores fazem sinapse com as células neuronais (bipolares, amácrinas e horizontais) da camada nuclear interna (CNI) por meio da camada plexiforme externa (CPE). Os axônios das células CNI, por sua vez, fazem sinapse com a camada de células ganglionares (CCG) através da camada plexiforme interna (ICPI). Os axônios das células ganglionares convergem para formar o nervo óptico.....	19
<b>Figura 2</b> - Circuito responsável pela geração de respostas no centro do campo receptivo de células ganglionares da retina. (A) Anatomia funcional de sinais de entrada de um cone no centro do campo receptivo de uma célula ganglionar. Um sinal positivo (+) indica uma sinapse conservadora de sinal; um sinal negativo (-) representa uma sinapse inversora de sinal. (B) Resposta dos vários tipos celulares à apresentação de um ponto de luz no centro do campo receptivo da célula ganglionar. (C) Resposta de vários tipos celulares à apresentação de um ponto escuro no centro do campo receptivo da célula.....	22
<b>Figura 3</b> - Projeções centrais das células ganglionares da retina. Os axônios das células ganglionares terminam no núcleo geniculado lateral do tálamo, no colículo superior, no pré-tecto e no hipotálamo.....	24
<b>Figura 4</b> - Feixes magno, parvo e coniocelulares na retina. (A) Traçados de células ganglionares M, P e K vistas em porções aplanadas da retina. (B) Núcleo geniculado lateral humano mostrando as camadas magnocelular, parvocelular e coniocelular. (C) Terminação dos axônios do geniculado lateral no córtex estriado. Camadas magnocelulares terminam na camada 4C $\alpha$ , camadas parvocelulares terminam na camada 4C $\beta$ , e as camadas coniocelulares terminam em um padrão em placas nas camadas 2 e 3. Ainda não se sabe com exatidão a função das células ganglionares K, que formam a via K. Acredita-se que esteja relacionada a alguns aspectos da visão para cores.....	2
<b>Figura 5</b> - Subdivisões do córtex extraestriatal no macaco. (A) Cada uma das subdivisões indicadas em cor contém neurônios que respondem à estimulação visual. Algumas das áreas extraestriatais mais estudadas são identificadas especificamente (V2, V3, V4 e MT). V1 é o córtex visual primário; MT é a área temporal média. (B) O arranjo de áreas extraestriatais e de outras áreas do neocórtex em uma visão aplanada do córtex do macaco.....	26
<b>Figura 6</b> - Vias visuais ventral e dorsal.....	27
<b>Figura 7</b> - Diagrama de blocos esquematizando a interação entre o sistema sensorial (visual binocular), à direita, e o oculomotor (à esquerda).....	33
<b>Figura 8</b> - Rotas dorsal e ventral do processamento de leitura.....	43

<b>Figura 9</b>	-	Configurações	das	tarefas	de	leitura.....	51
<b>Figura 10-</b>		Medição	de	acuidade	visual	com	escala
		logarítmica.....					55
<b>Figura 11</b>	-	Régua de RAF. Utilizada para medir ponto próximo de convergência e ponto próximo de acomodação.....					57
<b>Figura 12</b>	-	Régua de prisma – modelo semelhante à utilizada na pesquisa.....					58
<b>Figura 13</b>	-	Titmus test para medida de estereopsia.....					59
<b>Figura 14-</b>		Modelo de frase Tabela MNREAD em português.....					61

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Dados analisados do grupo de participantes na faixa etária 9 anos.....	61
<b>Tabela 1</b> - continuação .....	62
<b>Tabela 2</b> - Dados analisados do grupo de participantes na faixa etária de 10 anos.....	63
<b>Tabela 3</b> - Dados analisados do Grupo de participantes na faixa etária de 11 anos.....	65
<b>Tabela 4</b> - Dados analisados do Grupo de participantes na faixa etária de 12 anos....	69

## LISTA DE GRÁFICO

<b>Gráfico 1</b> - A relação entre os dados pesquisados, segundo a análise de Cluster...70	70
--	----

## LISTA DE SIGLAS

AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal;  
AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal;  
AFDP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal  
AFCP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal;  
APA: American Psychiatric Association  
AVODCc: Acuidade visual em olho direito com correção;  
AVODsc: Acuidade visual em olho direito sem correção;  
AVOEcc: Acuidade visual em olho esquerdo com correção;  
AVOEsc: Acuidade visual em olho esquerdo sem correção;  
CA/A: Convergência Acomodativa Por Acomodação  
CBO – Conselho Brasileiro de Oftalmologia  
COVID-2019: Coronavírus Disease  
D: Dioptrias  
EPR: Epitélio Pigmentar Da Retina  
ET: Esotropia  
INEP: Instituto Nacional De Estudos E Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira  
IPCE: Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica  
VLB Linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF  
VLP Linha: Acuidade visual atingida no fundo ON.  
M: Magnocelular  
MNREAD: Minnesota Low Vision Reading Test  
Orto: Ortoforia  
P: Parvocelular  
PPA: Ponto Próximo de Acomodação  
PPC: Ponto Próximo de Convergência  
SAEB: Sistema de Avaliação da Educação Básica  
TDAH: Transtorno do Déficit De Atenção E Hiperatividade  
UNICEF: Fundo das Nações Unidas para a Infância  
Var 1 Variante 1  
VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF  
VLp: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON  
VWFA: (Visual Word Form Area– área da forma visual da palavra)  
X(T): exotropia intermitente  
XT: Exotropia

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
1.1 Processamento visual	18
1.2 Fisiologia da Visão Binocular	27
1.3 Supressão	29
1.3.1 Fisiopatologia	31
1.4 Distúrbios da motilidade ocular	32
1.5 Estrabismos	36
1.5.1 Exoforia	36
1.5.1.2 Insuficiência de convergência	36
1.5.3 Exotropia	38
1.5.3.1 Exotropia intermitente	38
1.5.3.2 Exotropias constantes	39
1.5.3.3 Exotropia da síndrome de monofixação descompensada	39
1.5.3.4 Exotropia sensorial	40
1.6 Leitura e visão	40
1.7 Velocidade de leitura e visão	45
<b>2 JUSTIFICATIVA</b>	50
<b>3 OBJETIVOS</b>	52
<b>4 METODOLOGIA</b>	52
4.1 Tipos de Estudo	52
4.2 Aspectos Éticos	53
4.3 Participantes	53
4.4 Instrumento	54
4.4.1 Acuidade visual	55
4.4.2 Avaliação da motilidade ocular	56
<b>5. RESULTADOS</b>	62
<b>6. DISCUSSÃO</b>	71
<b>CONCLUSÃO</b>	75
<b>REFERÊNCIAS</b>	76
<b>APÊNDICES</b>	88
<b>APÊNDICES 1 Estrabismos</b>	88
<b>APÊNDICES 1.1 Esoforia</b>	88
<b>APÊNDICES 1.2 Exoforia</b>	89
<b>APÊNDICES 1.3 Insuficiência de convergência</b>	86
<b>APÊNDICES 1.4 Esotropia</b>	90
<b>APÊNDICES 1.5 Exotropia</b>	89

## 1. INTRODUÇÃO

A leitura é uma das mais importantes formas de transmissão da cultura e de integração social do ser humano (Messias, A. *et al.* 2008). Ela é de fundamental relevância na aquisição do conhecimento do indivíduo para sua compreensão de mundo e desenvolvimento sociocultural, fazendo com que o sujeito pertença a um meio que se renova diariamente através de seus pensamentos e ideias.

Ao mesmo tempo que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra” (Freire, 1982a) e experiências vividas desde os primeiros anos são fundamentais para que a decodificação de letras tenha significado, a leitura faz com que o ser humano aumente seu repertório de informações, contribuindo com a construção do intelecto.

A partir da leitura, a linguagem se amplia, favorecendo a transposição de barreiras educacionais. (Bamberger, 1977)

A linguagem está relacionada com a comunicação consensual. Vygotsky afirma que o desenvolvimento da linguagem ocorre por meio da interação com o outro, favorecendo o desenvolvimento de funções mentais, como o pensamento. Os indivíduos pensam por meio da linguagem. A relação entre o pensamento e a palavra constitui um processo que passa por diversas transformações, um movimento contínuo que vai do pensamento à fala e vice-versa, até a interiorização do mundo exterior. O pensamento passa a existir por meio da linguagem. A linguagem traduz ideias e sentimentos, e apesar de ser promovida a partir de gestos, fala e outros sinais convencionais, a linguagem transmitida a partir da escrita, pela leitura, proporciona ligações que independem de distância ou cronologia, característica que permite a perpetuação do conhecimento. (Oliveira, 2008)

Correlacionando a linguagem escrita com a aprendizagem, Kolinsky e colaboradores trazem dados importantes sobre a maior efetividade da leitura no processo de aprender quando comparada a linguagem oral, uma vez que impacta de forma superior a memória e cognição. (Gabriel, R. *et al.* 2016)

Se a linguagem oral é uma chave de acesso às memórias de longo prazo, a aprendizagem a partir da leitura parece criar uma nova chave de acesso de

natureza visual, por meio da qual a linguagem oral pode ser recuperada através da visão e convergir para as áreas associativas de processamento sintático-semântico.

Esse estudo afirma que:

- A aprendizagem da leitura aprimora a percepção visual e auditiva, levando à construção de novas representações e categorias na memória de longo prazo, necessárias para armazenar diferenças sutis percebidas graças à análise fonológica provocada pela associação entre fonemas e grafemas. (Gabriel, R. *et al.* 2016)
- A aprendizagem da leitura cria uma nova forma de aquisição, recuperação e armazenamento de informações na memória, por meio da representação ortográfica das palavras que se conecta às redes da linguagem oral, permitindo que o leitor possa contar com duas chaves de acesso ao conhecimento recuperável por meio da linguagem. (Gabriel, R. *et al.* 2016)
- A memória de trabalho, em especial a memória verbal de curto prazo, parece ser ampliada pelas representações linguísticas (fonológicas e ortográficas) existentes na memória de longo prazo, levando ao desempenho superior em tarefas facilitadas pela capacidade de análise fonológica e conhecimento lexical. (Gabriel, R. *et al.* 2016)

Dehaene e colaboradores concluíram que a leitura, seja ela aprendida na idade adulta ou na infância, incrementa as respostas cerebrais em pelo menos três maneiras (Dehaene, S. *et al.* 2010):

1. Impulsiona a reorganização do córtex visual, particularmente por induzir um aumento nas respostas dos padrões conhecidos na VWFA (Visual Word Form Area– área da forma visual da palavra) e por aumentar as respostas visuais iniciais no córtex occipital;

2. Permite que praticamente toda a rede da linguagem falada localizada no hemisfério esquerdo seja ativada por sentenças escritas;
3. Refina o processamento da linguagem oral pelo incremento de uma região fonológica, o *planum temporale*, e por permitir que as representações ortográficas estejam disponíveis de modo “top-down, onde o conhecimento prévio da leitura auxilia na compreensão do texto.

Em convergência com as informações citadas, conclui-se que leitura é ferramenta fundamental para a aprendizagem, assim como uma deficiência desta habilidade, trará prejuízos importantes no ato de aprender.

A aprendizagem tem um conceito amplo. Sob o olhar de diversos autores, ela apresenta características diferentes que, em linhas gerais, podemos conceituar (Campos, 2014):

- Um processo de associação entre uma situação estimuladora e uma resposta, como vista na teoria conexionista de aprendizagem.
- O ajustamento ou adaptação do indivíduo ao ambiente, conforme a teoria funcionalista;
- Um processo de reforço do comportamento, segundo Hull
- Um condicionamento de reações, realizado por diversas formas, como se verifica na teoria de condicionamento de Guthrie ou Skinner
- Um processo perceptivo, com mudança cognitiva, como as proposições das teorias de Gestalt

Uma análise das definições conduzirá à conclusão que a aprendizagem é uma modificação sistemática do comportamento ou da conduta, pelo exercício ou

repetição, em função de condições ambientais e condições orgânicas. (Campos, 2014).

No Brasil, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep (Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira) realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante. (SAEB, 2021)

Em 2017, o SAEB apontou dados importantes a respeito do ensino fundamental no Brasil. Em relação ao nível de leitura e escrita, no 5º ano do Ensino Fundamental os dados apontaram que somente 11,9% das crianças apresentavam adequado nível de leitura/escrita, e que 39,3% eram classificadas com nível insuficiente (não alfabetizadas ou nível inicial de alfabetização). Somente 15,5% apresentavam nível adequado de aprendizagem. (SAEB, 2017).

Em 2021, os dados mostraram piora do desempenho dos alunos em todas as etapas. Especialistas apontaram a pandemia de COVID-19 como a provável causa desta piora. (INEP, 2021)

Em 2020 e 2021, foi verificado que no primeiro ano de pandemia praticamente todas as escolas suspenderam as atividades presenciais (99,3%) e apenas 9,9% retornaram à sala de aula durante o ano letivo. Diferentemente, em 2021, grande parte das escolas brasileiras (82,6%) adotou atividades híbridas ou presenciais em algum momento do ano letivo. Tendo em vista as dificuldades enfrentadas pelas escolas e o provável não cumprimento dos objetivos de aprendizagem em 2020, o Conselho Nacional de Educação sugeriu, em resolução publicada em dezembro de 2020, a adoção de um continuum curricular para os anos 2020-2021, envolvendo o replanejamento do currículo e do calendário escolar de forma a assegurar a inclusão de eventuais objetivos não cumpridos em 2020 no ano letivo de 2021.

Como consequência desse cenário, foi observado um aumento considerável nas taxas de aprovação da rede pública para os anos de 2020 e 2021, quando comparadas com as taxas do período pré-pandemia (2019). O aumento das taxas de aprovação está, provavelmente, relacionado a ajustes nos critérios de aprovação e à adoção do continuum curricular, já que essas estratégias foram recomendadas e adotadas por parte das escolas. Os desafios e

adaptações impostas pela pandemia impactaram negativamente o desempenho dos alunos, e portanto, a confiança no indicador. (INEP, 2021).

Entendendo que a leitura seja primordial à aprendizagem e que algum obstáculo à essa habilidade possa impactar o potencial acadêmico de uma criança, esse trabalho traz para o centro do estudo a relação entre os olhos e a leitura, uma vez que a partir da visão, todo o processo se inicia. (Gabriel, R. *et al.* 2016), (Dehaene, S. *et al.* 2010) e (Hopkins *et al.*, 2019) -

### **1.1 Processamento visual**

Para melhor entendimento do papel dos olhos no ato de ler, é importante que o processamento visual seja bem compreendido. O processamento visual se inicia na retina de ambos os olhos. A ascensão dos estímulos às vias visuais superiores compõe a organização neural da visão binocular, uma função importante na leitura.

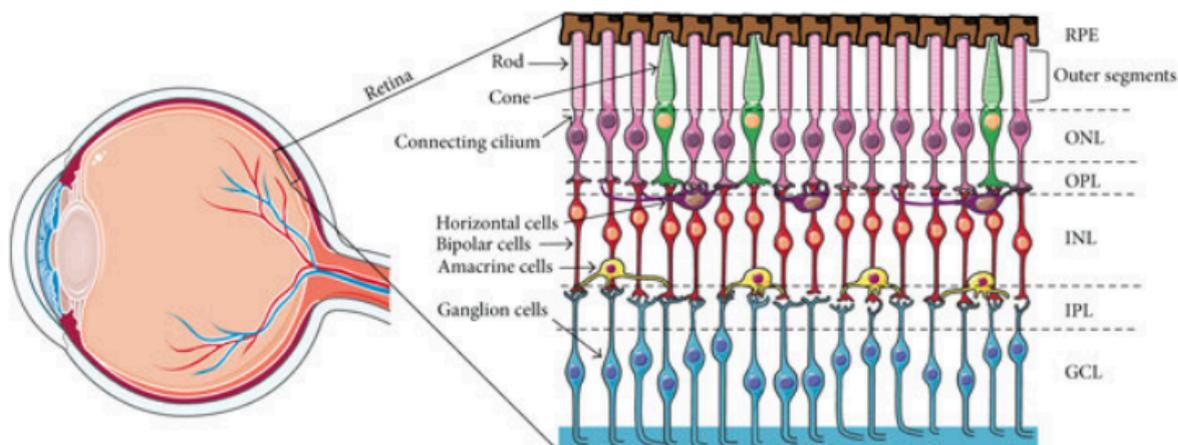
Essa visão binocular provém do alinhamento ocular, que à partir da coordenação dos músculos extraoculares, da preservação do mecanismo de acomodação, da hígidez das estruturas do bulbo ocular e da emetropia ou ametropias corrigidas, promovem uma disparidade retiniana das imagens processadas, possibilitando as condições necessárias à fusão binocular e discriminação estereoscópica. (Bicas, 2004)

A retina é a porta de informação para o encéfalo. Mais de 70 % de informações do meio externo chegam ao cérebro através dela. Na retina o processamento se inicia. Nesta estrutura, informações de contraste local, movimento, cor e orientação são discriminados. (Purves, D. *et al.* 2010)

A partir dos fotorreceptores, cones e bastonetes, o processamento inferior será disparado. Essas células estão localizadas adjacentes ao epitélio pigmentar da retina (EPR), uma camada celular que é vital para o metabolismo dos fotorreceptores. Os bastonetes são altamente sensíveis à luz e operam em condições de pouca iluminação. Os cones funcionam sob condições de intensa iluminação e exibem respostas rápidas às variações na intensidade da luz. Eles são responsáveis pela visão das cores e alta acuidade visual. A retina humana contém 1 milhão de bastonetes e 6 milhões de células cônicas, sendo estas últimas concentradas na região macular. (Molday, R. S., & Moritz, O. L. 2015)

A fototransdução é o processo pelo qual cones e bastonetes convertem a energia luminosa em um impulso elétrico, que percorrerá as camadas retinianas. As sinapses entre os terminais do fotorreceptor e as células bipolares e células horizontais ocorrem na camada plexiforme externa. Os corpos celulares dos fotorreceptores constituem a camada nuclear externa, enquanto os corpos celulares das células bipolares situam-se na camada nuclear interna. Os curtos processos axonais das células bipolares, por sua vez, estabelecem contatos sinápticos com processos dendríticos de células ganglionares na camada plexiforme interna. Os axônios bem maiores das células ganglionares formam o nervo óptico e levam informação acerca da estimulação da retina para o resto do sistema nervoso central. (Purves *et al.* 2010)

**Figura 1** - Representação esquemática das camadas de células da retina. O epitélio pigmentar da retina (EPR) está em contato próximo aos segmentos externos dos bastonetes e das células cônicas da neurorretiniana. O cílio de conexão conecta os segmentos externos dos fotorreceptores aos corpos celulares, que constituem uma camada conhecida como camada nuclear externa (CNE). Os axônios dos fotorreceptores fazem sinapse com as células neuronais (bipolares, amácrinas e horizontais) da camada nuclear interna (CNI) por meio da camada plexiforme externa (CPE). Os axônios das células CNI, por sua vez, fazem sinapse com a camada de células ganglionares (CCG) através da camada plexiforme interna (ICPI). Os axônios das células ganglionares convergem para formar o nervo óptico.



Fonte: Adaptado de Sanjurjo-Soriano *et al.*

As células bipolares comparam as informações oriundas de diferentes fotorreceptores, fazendo surgir pela primeira vez dentro do processamento visual a informação de contraste. Essas células fazem a codificação de contraste graças

à organização de seus campos receptivos, uma região compacta próxima ao corpo celular com diferentes propriedades de ativação / inibição entre as áreas centrais e periféricas desses campos. A estrutura do campo receptivo com antagonismo funcional entre seu centro e periferia é o circuito básico para o processamento da informação espacial no sistema visual. (Zhang, A.J. 2009; Souza, 2013) .

Essa organização conhecida por ON/ OFF, ocorre devido aos receptores que respondem de forma diferente ao glutamato na sinapse.

Células bipolares centro-OFF apresentam receptores ionotrópicos AMPA e cainato que provocam a despolarização da célula em resposta ao glutamato liberado dos terminais dos fotorreceptores. Por outro lado, células bipolares centro-ON expressam um receptor glutamatérgico metabotrópico acoplado a uma proteína G (mGluR6). Quando ligados ao glutamato, esses receptores ativam uma cascata intracelular que fecha canais de sódio ativados por GMPc, reduzindo a corrente de sódio que entra na célula, hiperpolarizando-a.

Dessa forma, o glutamato apresenta efeitos opostos nessas duas classes de células, despolarizando células bipolares centro-OFF e hiperpolarizando células centro-ON. Sinapses que se estabelecem entre fotorreceptores e células bipolares centro-OFF são denominadas conservadoras de sinal, uma vez que o sinal da alteração no potencial de membrana da célula bipolar (despolarização ou hiperpolarização) é o mesmo do que aquele do fotorreceptor. Sinapses entre fotorreceptores e células bipolares centro-ON são denominadas inversoras de sinal, uma vez que a alteração no potencial de membrana da célula bipolar é oposta àquela do fotorreceptor. (Purves *et al.* 2010)

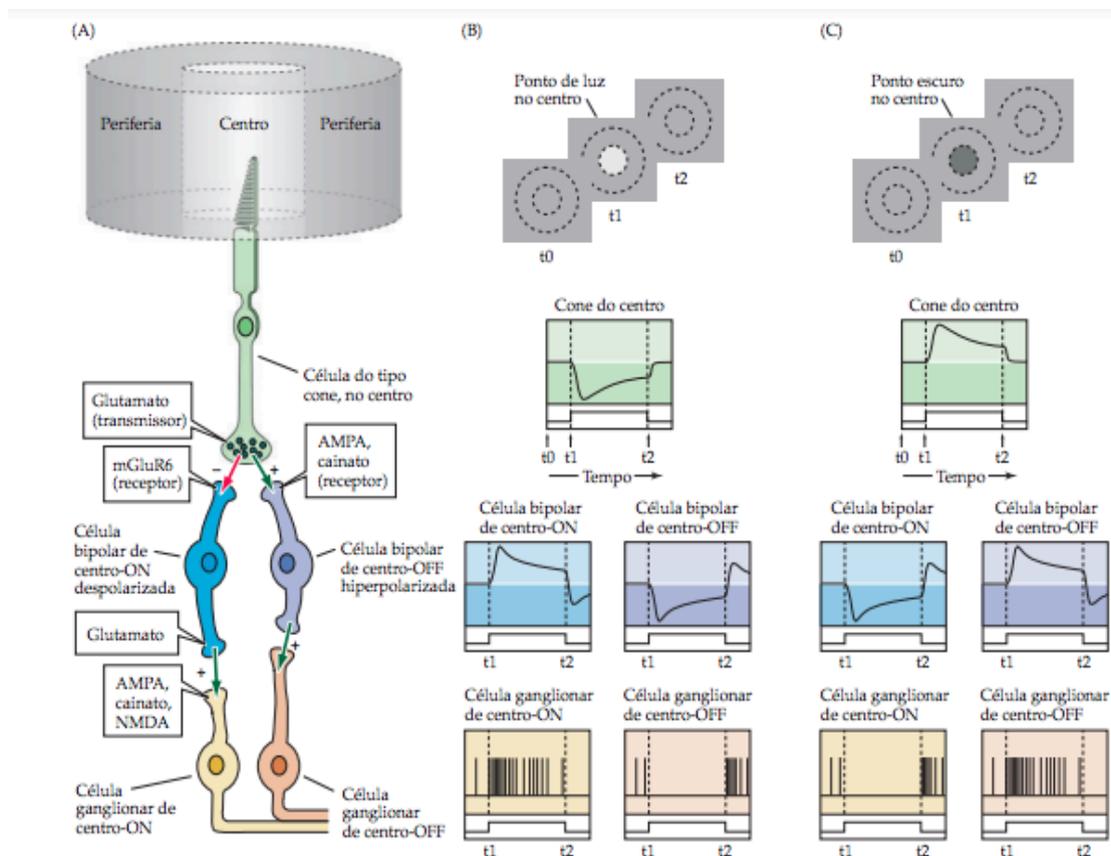
O estímulo proveniente das células bipolares alcança as células ganglionares. Células ganglionares centro-ON e centro-OFF estabelecem sinapses seletivamente com os terminais de células bipolares centro-ON e centro-OFF que respondem a acréscimos e decréscimos na luminância, respectivamente. A organização centro/ periferia dos campos receptivos da camada de células ganglionares, onde o centro do campo receptivo de uma célula ganglionar é cercado por uma região concêntrica que, quando estimulada, antagoniza a resposta à estimulação desse centro do campo receptivo, promove o

contraste de luminância, além de contribuir no processamento das alterações temporais e de movimento. (Purves *et al.* 2010)

Células ganglionares ON e OFF existem em quantidade semelhante. Os campos receptivos se sobrepõem, de modo que cada ponto na superfície da retina é analisado por diversas células ganglionares centro ON e centro OFF. (Purves *et al.* 2010)

A topografia na retina influencia o tamanho do campo receptivo e sua representação no córtex visual, de forma que campos receptivos foveais são menores e com maior representação no córtex visual que os campos receptivos periféricos da retina. (Kandel *et al.*, 2014)

**Figura 2** - Circuito responsável pela geração de respostas no centro do campo receptivo de células ganglionares da retina. (A) Anatomia funcional de sinais de entrada de um cone no centro do campo receptivo de uma célula ganglionar. Um sinal positivo (+) indica uma sinapse conservadora de sinal; um sinal negativo (-) representa uma sinapse inversora de sinal. (B) Resposta dos vários tipos celulares à apresentação de um ponto de luz no centro do campo receptivo da célula ganglionar. (C) Resposta de vários tipos celulares à apresentação de um ponto escuro no centro do campo receptivo da célula ganglionar.



Fonte: Adaptado, com permissão, de PURVES, Dale *et al.* 2010

As informações processadas pela organização ON/ OFF dos centros receptivos das células ganglionares serão conduzidas às vias centrais à partir dos seus axônios, os quais compõem o nervo óptico.

### As células ganglionares parvocelulares ( P ) e magnocelulares ( M )

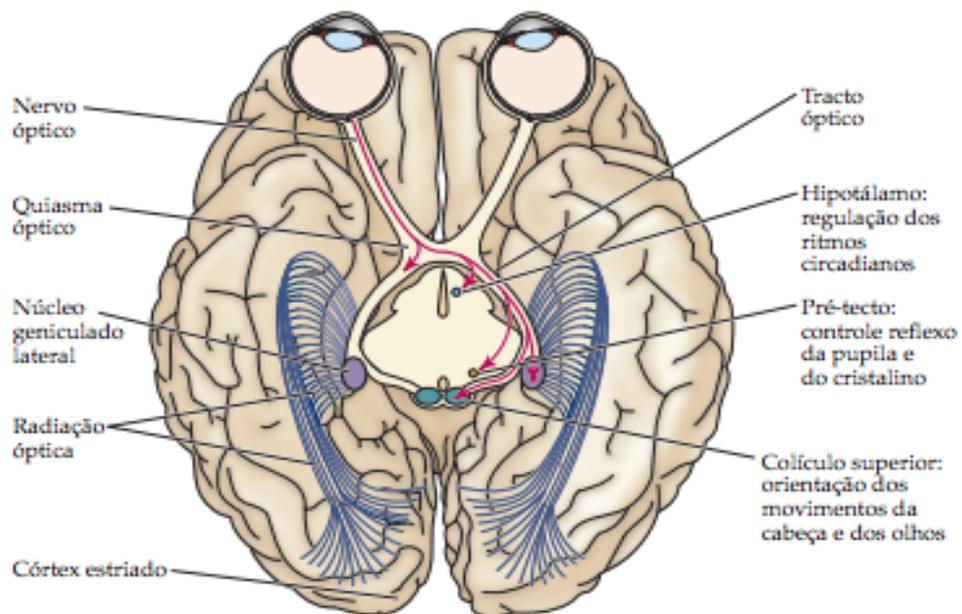
A partir da década de sessenta, mais de vinte tipos de células ganglionares foram descritas. As duas principais classes de células ganglionares são as células parvocelular ( P ) e magnocelular ( M ).

As células parvocelulares apresentam campos receptivos pequenos e constituem a maioria das células ganglionares . Apresentam maior concentração na região macular, com redução proporcional à excentricidade retiniana. São caracterizadas por responderem a estímulos de velocidade de condução relativamente lenta e por apresentarem insensibilidade a pequenas mudanças no contraste de luminância e alta resolução, propriedades importantes que a fazem responder com eficiência a estímulos de fixação central na região macular. (Purves *et al.* 2010).

As células M apresentam tamanho e campo receptivos muito maiores, além de respostas mais rápidas e mais transitórias que as células P. Apresentam alta sensibilidade a pequenas mudanças no contraste de luminância e baixa resolução espacial, além de concentrações mais periféricas, características que conferem eficiência na resposta a estímulos da periferia do campo visual. (Aleci & Belcastro, 2016, p. 35). As células K são células ganglionares, porém ainda não se sabe com exatidão a função dessas células. Acredita-se que esteja relacionada a alguns aspectos da visão para cores. (Purves *et al.* 2010)

A partir da retina, os axônios das células ganglionares percorrem uma via direta até o quiasma óptico. Cerca de 60% dessas fibras cruzam no quiasma, enquanto os outros 40% continuam em direção aos alvos no tálamo e no mesencéfalo do mesmo lado. Uma vez ultrapassado o quiasma óptico, os axônios das células ganglionares de cada lado formam o trato óptico, com fibras ganglionares de ambos os olhos. Os axônios das células ganglionares no trato óptico alcançam diversas estruturas no diencefalo e no mesencéfalo. No mesencéfalo, conexões com o colículo superior têm a função de controlar os movimentos oculares. Uma terceira via se estende da retina até a área pré-tectal do mesencéfalo onde estão neurônios que controlam os reflexos pupilares que regulam a quantidade de luz para os olhos. (Purves *et al.* 2010)

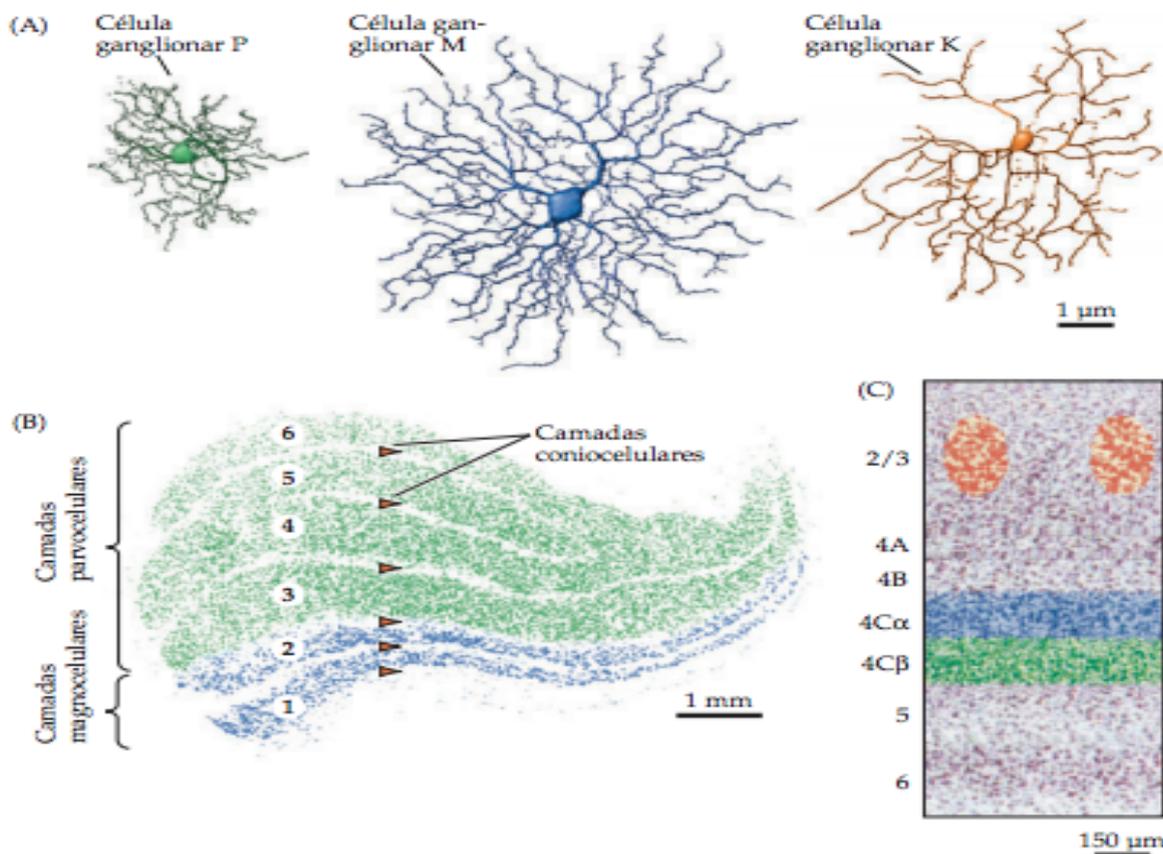
**Figura 3** - Projeções centrais das células ganglionares da retina. Os axônios das células ganglionares terminam no núcleo geniculado lateral do tálamo, no colículo superior, no pré-tecto e no hipotálamo.



Fonte: Adaptado, com permissão, de PURVES, Dale *et al.* 2010

No diencéfalo, o principal destino é o núcleo geniculado lateral dorsal do tálamo. Nele, as células P fazem sinapse com os pequenos neurônios ganglionares localizados nas quatro camadas externas, enquanto as células M fazem sinapse com as grandes células ganglionares localizadas nas duas camadas internas.

**Figura 4** - Feixes magno, parvo e coniocelulares na retina. (A) Traçados de células ganglionares M, P e K vistas em porções aplanadas da retina. (B) Núcleo geniculado lateral humano mostrando as camadas magnocelular, parvocelular e coniocelular. (C) Terminação dos axônios do geniculado lateral no córtex estriado. Camadas magnocelulares terminam na camada 4C $\alpha$ , camadas parvocelulares terminam na camada 4C $\beta$ , e as camadas coniocelulares terminam em um padrão em placas nas camadas 2 e 3. Ainda não se sabe com exatidão a função das células ganglionares K, que formam a via K. Acredita-se que esteja relacionada a alguns aspectos da visão para cores.



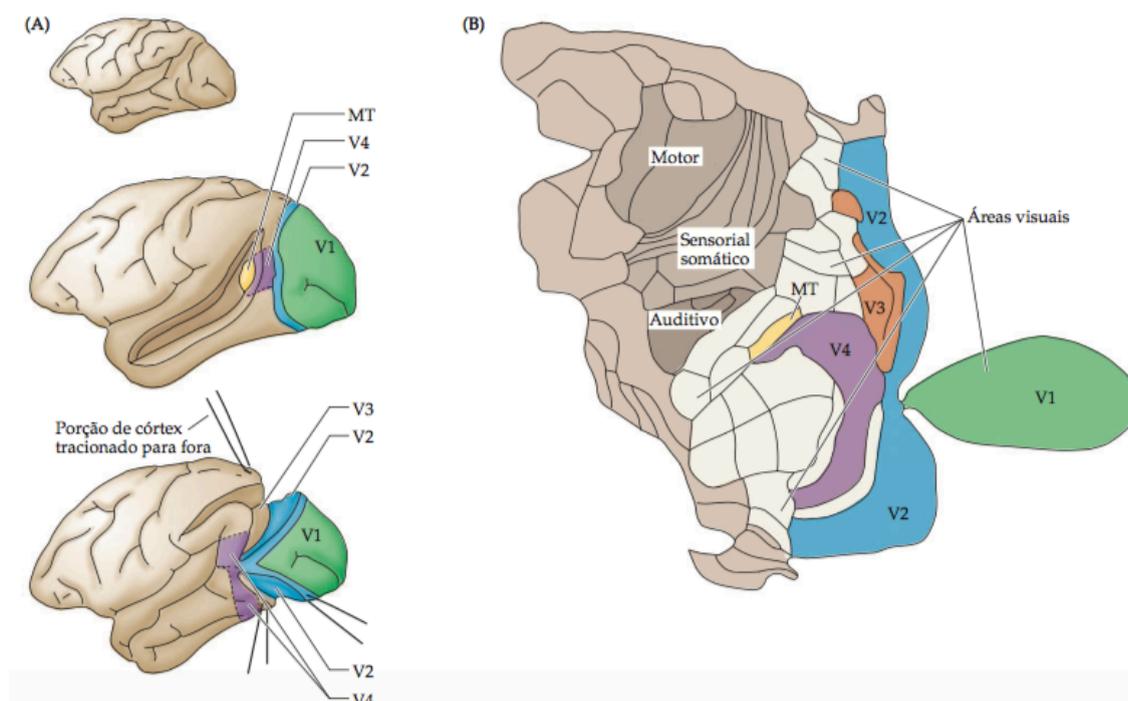
Fonte: Adaptado, com permissão, de PURVES, Dale *et al.* 2010

A partir do corpo geniculado lateral, as vias magnocelulares ( M) e parvocelulares ( P), com informações processadas inicialmente na retina, seguirão em paralelo até o córtex visual constituindo um mapa retinotópico, integrando o processamento visual. (Goldstein, E. B. 2013/ Purves *et al.* 2010/Aleci *et al.*, 2016).

No córtex, as projeções parvocelulares atingem a lâmina 4C. Da camada 4B, o fluxo magnocelular continua em direção à V2, passando por V5/MT, chegando ao córtex parietal posterior. A via P faz sinapses com neurônios de V2 a V4. De V4 o

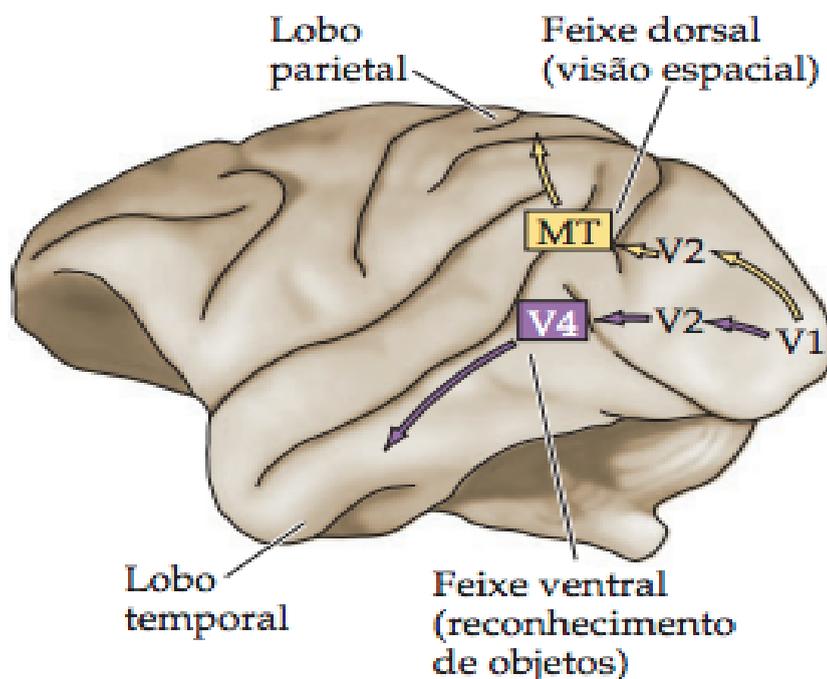
signal é projetado para o córtex inferotemporal. A via parvocelular também denominada via ventral processa o reconhecimento de objetos, incluindo seus detalhes finos, cor e forma, sendo conhecida por via “o que?”. No córtex, a via M, também denominada via dorsal, processa informações sobre localização espacial, especialmente de alvos móveis, sendo conhecida por via “onde?”. (Purves *et al.* 2010 e (Aleci *et al.*, 2016).

**Figura 5** - Subdivisões do córtex extraestriatal no macaco. (A) Cada uma das subdivisões indicadas em cor contém neurônios que respondem à estimulação visual. Algumas das áreas extraestriatais mais estudadas são identificadas especificamente (V2, V3, V4 e MT). V1 é o córtex visual primário; MT é a área temporal média. (B) O arranjo de áreas extraestriatais e de outras áreas do neocórtex em uma visão aplainada do córtex do macaco.



Fonte: Adaptado, com permissão, de PURVES, Dale *et al.* 2010

**Figura 6** - Vias visuais ventral e dorsal



Fonte: Adaptado, com permissão, de PURVES, Dale *et al.* 2010

## 1.2 Fisiologia da visão binocular

Sempre que uma área da retina é estimulada, além das características de cor e forma, também surgirá uma representação no espaço visual. (Von Noorden, 1996)

A apresentação de um objeto na periferia do campo visual induzirá a um movimento sacádico gerado a partir de estímulos centrais aos músculos oculomotores, com a finalidade de colocar a fóvea em contato com o estímulo a ser captado. (Von Noorden, 1996)

Ao estimular a fóvea em ambos os olhos, o estímulo será representado em uma linha abstrata denominada horóptero. (Bicas, 2004)

Considerando que os estímulos são captados pelos campos receptivos e que não é plausível que esse estímulo ocupe uma região tão estreita, a teoria de que a estimulação binocular ocorre em uma área, se torna mais aceita. A área de Panum é uma área horizontal onde os estímulos captados pelos campos receptivos são representados. Não são uniformes, sendo maiores na periferia que na área central, uma vez que naquela região, os estímulos ocupam uma área maior. (Bicas, 2004)

Imagens binoculares que ocorrem aquém ou além da área de Panum, provocam diplopia.

Existem algumas condições fisiológicas em que o estímulo em ambos os olhos não se corresponderá na área de Panum. Esses estímulos serão representados em faixas adicionais à área de Panum, estando a frente ou atrás dela, e ao invés de provocar diplopia, como esse ângulo de separação é muito pequeno, se torna corticalmente suprimido, dando origem a percepção de estereopsia. (Bicas, 2004) A projeção que ocorrer além do horóptero, provocará uma percepção de escavação e distanciamento, a projeção que ocorrer aquém do horóptero, provocará uma percepção de aproximação e relevo. (Bicas, 2004)

Quanto menos discrepantes forem os distanciamentos angulares desses elementos não correspondentes, mais delicada é a sensação de cavidade ou ressalto. Estereopsias de 20" a 40" representam limites normais dessa percepção, mas separações angulares entre dois pontos de até cerca de 3000" podem ser percebidas como a de um único, com aproximação ou distanciamento. (Bicas, 2004)

Quanto mais eficiente for a visão binocular, em graus de complexidade de binocularidade teremos:

- Percepção simultânea: é a capacidade de preservar simultaneamente duas imagens dissimilares, formadas uma em cada fóvea, mas não necessariamente sobrepostas.
- Fusão: É um mecanismo cortical em que ocorre a interação de estímulos com correspondência retiniana. De acordo com o tamanho e natureza do estímulo e da distância entre os olhos, ocorrerá uma movimentação binocular vergencial a fim de que as imagens

permaneçam correspondentes, evitando diplopia. A essa capacidade de adaptação do posicionamento binocular para manter os olhos alinhados promovendo fusão, chamamos de amplitude da fusão. Além da capacitação sensorial, é também necessária a disponibilidade oculomotora para a execução dos movimentos de convergência e divergência fusional, que são movimentos coordenados e disjuntivos. A convergência fusional possui valores de 30 D ou mais, enquanto a divergência apresenta valores baixos, em torno de 8D. Patologias oculares que impactem na motilidade ocular, terão amplitudes fusionais reduzidas, ainda que a capacidade sensorial de fazê-las possa ser normal. (Bicas, 2004)

- Estereopsia: é a função mais complexa alcançada pela binocularidade. Como citado anteriormente, a estereopsia ocorre a partir da disparidade dos estímulos retinianos. A fusão das imagens díspares que estão projetadas em faixas adicionais às áreas de Panum, são capazes de provocar percepções em três dimensões. (Bicas, 2004)

Em disfunções da motilidade ocular, haverá adaptações na função visual. O tipo de desvio, a idade de surgimento, a fixação e a mono ou bilateralidade, pedirão a adaptação e intensidade dessas adaptações abaixo descritas: (Almeida, 1997)

### **1.3 Supressão**

A supressão é um mecanismo sensorial fisiológico que bloqueia a diplopia e a confusão.

Os objetos situados aquém e além da área de Panum estimulam áreas retinianas não correspondentes que, tendo direções visuais diferentes, levam a formação de imagens idênticas em dois pontos diferentes do espaço, provocando diplopia. Outro fenômeno fisiológico é a confusão. No espaço existem vários objetos em uma determinada direção visual a diversas distâncias do olho, provocando estímulos retinianos diferentes. Em relação a fóvea, objetos aquém ou além do horóptero serão superpostos e projetados na linha de direção visual, provocando o fenômeno de confusão.

A supressão surge como uma adaptação, viabilizando a orientação espacial do observador diante da diplopia e confusão. Imagens de um dos olhos são bloqueadas sem que atinjam níveis de consciência.

Em condições como o estrabismo infantil, o desvio ocular leva à confusão e diplopia sem queixa explícita. A exacerbação da supressão fisiológica leva a um bloqueio central desses fenômenos. Em desvios pequenos, em que a fusão com seus componentes sensorial e motor são capazes de manter a posição e equilíbrio dos olhos, a diplopia não ocorre e a foria é a regra. Se a fusão não é capaz de compensar o desvio e a diplopia se mantém presente, a supressão da imagem do olho não fixador evita que a imagem diplópica chegue a nível consciente. Ocorrerão duas áreas de supressão. A primeira é a supressão foveal, eliminando a confusão de imagens. A segunda suprime a periferia, área indutora de diplopia. Quanto maior o ângulo de desvio, maior é a área periférica suprimida. (Almeida, 1997)

De acordo com a fixação macular, monocular ou alternante, a supressão se manifestará de modo diverso. No desvio monocular, a supressão ocorrerá no olho desviado de modo permanente e intenso, levando a ambliopia. No desvio alternante, a supressão ocorre quando o olho está desviado, mudando a supressão quando há troca de fixação. O uso alternado preserva a visão foveal, evitando a ambliopia.

Quanto mais profunda a supressão, mais difícil será sua reversão, impactando na binocularidade normal. (Almeida, 1997)

### **Correspondência retiniana anômala:**

Alteração sensorial binocular que ocorre em desvios oculares surgidos precocemente, quando o bloqueio da diplopia e da confusão se dá pela modificação da projeção espacial da retina do olho desviado. Considerando um dos olhos com fixação foveal e projeção espacial frontal, o olho desviado modifica a direção visual da periferia retiniana utilizada em conjunto com a fóvea do olho fixador, objetivando impedir o surgimento da diplopia e da confusão.

### **Ambliopia:**

Ambliopia é clinicamente definida como a redução da acuidade visual em um ou ambos os olhos, causada por interação binocular anormal durante o

período crítico do desenvolvimento visual, que não pode ser atribuída a qualquer anormalidade no sistema ocular ou visual, ou corrigida somente com o uso de correção óptica adequada. (Zagui, 2019)

Diagnostica-se ambliopia, quando o indivíduo apresenta pelo menos duas linhas de diferença na acuidade visual entre os olhos, mesmo quando fatores ambliogênicos forem removidos. (Meier, 2017)

Embora a definição enfatize o impacto da ambliopia sobre a acuidade visual, esta patologia, que deve ser considerada como distúrbio binocular e não somente monocular, provoca déficits na estereopsia, redução da acuidade vernier e da sensibilidade ao contraste. (Birch, 2013) e (Black *et al.*, 2021). Afeta até 3% da população, com um risco de 1,2% de perda de visão ao longo da vida devido a essa condição. A prevalência da ambliopia parece ser igual entre os olhos direito e esquerdo e nenhuma predileção sexual foi evidenciada. (Blair, 2024)

### **1.3.1 Fisiopatologia**

No período crítico do desenvolvimento visual, compreendido entre o nascimento e os 8-9 anos de idade, o córtex visual exibe uma plasticidade sensorial dependente de estímulos do meio externo. (Blair, 2023)

Com a privação monocular durante este desenvolvimento, há competição entre as redes neurais dos dois olhos pelo impacto nos neurônios corticais. Como os aspectos da seletividade neuronal, como a plasticidade sináptica, a dependência de atividade e o aprendizado da rede neuronal apresentam diferentes períodos sensíveis, eles são afetados de maneira diferente pelos tipos de privação de visão envolvidos. Enquanto as relações anatômicas das vias visuais determinarão o desenvolvimento da ambliopia, a idade de início e a duração da deficiência determinarão sua profundidade. (Blair, 2023)

O tratamento da ambliopia tem como padrão ouro a oclusão do olho não amblíope, que se fundamenta na melhora da visão a partir do ganho cortical através da plasticidade neural. Este tratamento pode melhorar a acuidade visual no olho amblíope em 60% a 75% dos casos. (Flynn, 1999)

Embora o tratamento da ambliopia seja mais eficaz em pacientes com menos de 7 anos de idade, crianças de até 13 anos tiveram melhora significativa na acuidade visual com oclusão, porém com taxa mais lenta de resposta ao

tratamento, recuperação incompleta e necessidade de maior quantidade de oclusão. ( Zagui, 2019)

Tipos de ambliopia: (Braverman, 2015)

Ambliopia Refrativa: São a principal causa de ambliopia. Podem ser classificados como:

- Ambliopia anisométrica: ambliopia unilateral causada por um erro refrativo distinto de cada olho.
- Ambliopia isoamétrica: ocorre quando ambos os olhos são amblíopes devido a um erro de refração significativo, porém semelhante.
- Ambliopia meridional: ambliopia provocada por altos astigmatismos, sendo mono ou binoculares.

Ambliopia por estrabismo: é decorrente da supressão da fóvea do olho desviado. Essa supressão é um mecanismo para evitar a confusão e diplopia decorrentes do desvio ocular.

Ambliopia de Privação: forma menos comum e mais grave de ambliopia.

Se desenvolve quando o eixo visual está obstruído. Tal obstrução pode ocorrer por ptose palpebral, opacidades da córnea, catarata, hemorragia vítrea, entre outras.

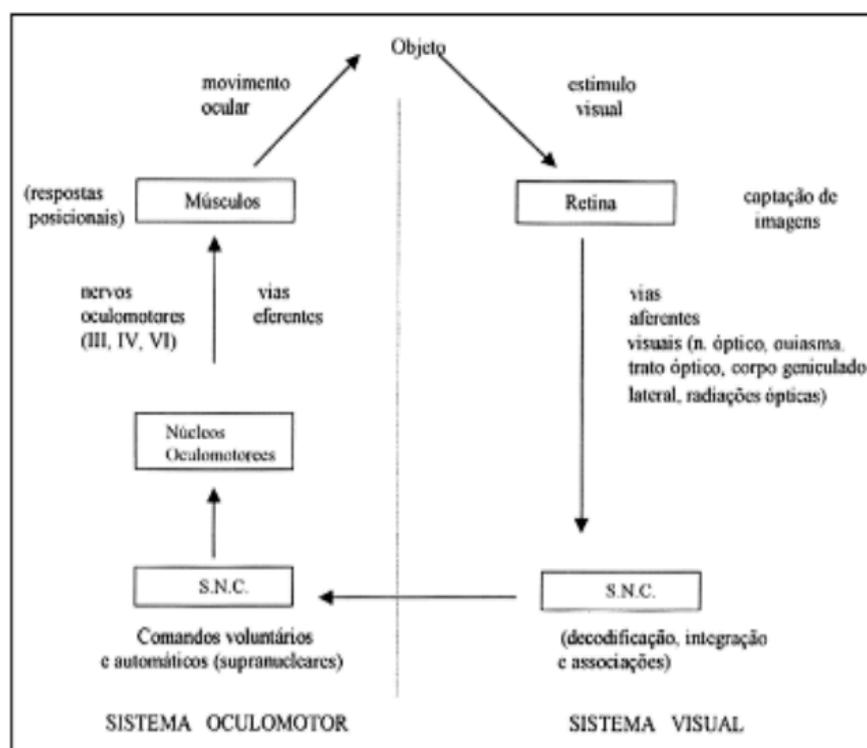
Ambliopia reversa: caracteriza-se pelo desenvolvimento de ambliopia no olho sadio, secundária ao tratamento inicial do olho amblíope. Pode ser causada por oclusão ou penalização com colírio de atropina.

#### **1.4 Distúrbios da motilidade ocular**

A ortotropia, caracterizada pelo alinhamento binocular, e os movimentos oculares, dependem de um equilíbrio sensório-motor que promovem a coordenação da musculatura ocular extrínseca através da inervação realizada por três pares cranianos, são eles: nervos oculomotores, abducentes e trocleares, como ilustrados na imagem abaixo: (Bicas, 2003)

O córtex visual, após receber estímulos provenientes do corpo geniculado, orquestrará conexões com colículo superior, sistema vestibular e áreas motoras, promovendo a eferência do movimento ocular. (Bicas, 2003).

**Figura 7** - Diagrama de blocos esquematizando a interação entre o sistema sensorial (visual binocular), à direita, e o oculomotor (à esquerda).



Fonte: Adaptado, com permissão, de Bicas, 2003

A binocularidade necessária para uma função visual adequada, dependerá que esse arranjo seja ajustado de forma ininterrupta com ajustes posturais e do sistema oculomotor, respeitando as leis de Hering e Sherrington. A lei de Sherrington, lei de inervação recíproca, define que durante um determinado movimento o músculo agonista recebe um estímulo excitatório, enquanto seu antagonista recebe um estímulo inibitório da mesma proporção. A lei de Hering, lei da correspondência motora dos olhos, determina que um estímulo nervoso é enviado em intensidade igual aos músculos agonistas de ambos os olhos. (Bicas, 2003; Von Noorden, 2002)

Os movimentos oculares são:

- **Duções:** movimentos monoculares. São eles: adução, abdução, supradução, infradução, inciclodução e exciclodução.
- **Versões:** são movimentos oculares conjugados na mesma direção. São eles: dextroversão (os dois olhos movimentam-se para a direita), levoversão (os dois olhos movimentam-se para a esquerda), suproversão (os dois olhos movimentam-se para cima), infraversão (os dois olhos movimentam-se para baixo), dextrocicloversão (os dois olhos inclinam-se para a direita), levocicloversão (os dois olhos inclinam-se para a esquerda).
- **Vergências:** as vergências são movimentos binoculares, simultâneos e disjuntivos. A convergência é a adução simultânea e a divergência é o movimento para fora a partir da convergência. A convergência pode ser voluntária ou reflexa. A convergência reflexa apresenta quatro componentes:
  1. **Convergência tônica:** tônus inerente aos retos mediais de um paciente desperto.
  2. **Convergência proximal:** induzida pela percepção de um objeto próximo.
  3. **Convergência fusional:** reflexo fotomotor que mantém a visão binocular única, garantindo que imagens similares sejam projetadas em áreas retinianas correspondentes.
  4. **Convergência acomodativa:** é induzida pelo ato de acomodação como parte de um reflexo sincinético para perto. Cada dioptria de acomodação é acompanhada por um aumento constante na convergência acomodativa, fornecendo a relação convergência acomodativa/ acomodação (CA/A).

Um outro fator que interferirá na eficiência da movimentação ocular é a acomodação. A acomodação resulta da mudança na forma do cristalino, através de alteração na sua curvatura e espessura central, modificando o poder dióptrico do olho. A teoria clássica de Helmholtz propõe que o músculo ciliar ao se contrair produz um relaxamento das fibras zonulares, aumentando a espessura e a curvatura do cristalino e por consequência, aumentando o seu poder dióptrico. Quando um objeto se aproxima, a fim de manter a nitidez e disparidade retinianas, a acomodação ocorrerá em conjunto com o movimento de convergência e miose, configurando a tríade de perto. (Kanski, 2016)

Por terem funções interligadas, a deficiência da capacidade acomodativa impactará na performance dos movimentos de convergência, assim como nas atividades que demandem visão de perto, como a leitura, por exemplo.

A insuficiência acomodativa é uma anomalia da visão binocular caracterizada pela incapacidade de manter o foco para visão de perto. Manifesta-se clinicamente como uma amplitude de acomodação reduzida e sintomas de astenopia. Os sintomas astenópicos podem ser diversos, variando desde visão turva crônica, cefaléia, dificuldades na leitura, fadiga visual, sonolência, perda de compreensão e até evitação de leitura. (Hussaindeen JR *et al*, 2020) e (Nunes *et al.*, 2019)

Compreendendo a complexidade do arranjo envolvido na oculomotricidade, percebemos os diversos pontos de fragilidade que desequilibram esse sistema, provocando o surgimento de estrabismos. Tropias, caracterizadas pelos desvios manifestos, forias, caracterizadas pelo desvios latentes, distúrbios acomodativos e vergenciais são distúrbios oculomotores que em menor ou maior grau, impactarão na binocularidade. (Bicas, 2003)

No contexto da relação entre função visual e leitura, compreender os distúrbios oculomotores e seu papel no desenvolvimento da binocularidade é fundamental, uma vez que a visão binocular favorece a performance da leitura, contribuindo com a estabilidade ocular para que movimentos de convergência, sacadas, fixações e coordenação olho-mão sejam realizados com eficiência. (Palomo- Alvarez, 2010)

## **1.5 Estrabismos:**

Neste trabalho será avaliado o impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de leitura em crianças e adolescentes. Para melhor compreensão da pesquisa, nesta seção serão abordados os distúrbios oculomotores envolvidos neste estudo. São eles: exoforia, exotropia intermitente com tropia e exotropia intermitente com foria.

### **1.5.1 Exoforia:**

Em condições fisiológicas temos a ortoforia, caracterizada pela ausência de desvios oculares. Quando ocorre a perda da fusão binocular, seja de forma espontânea ou observada durante o exame oftalmológico, é observada uma condição denominada heteroforia, caracterizada por um desvio latente mantido pela capacidade fusional. (Almeida, 1997)

A exoforia é uma heteroforia caracterizada por um desvio lateral, mantido graças a capacidade de convergência fusional. A amplitude de convergência fusional varia de 12 a 15 D para longe e acima de 25 D para perto. Pacientes com exoforia geralmente se queixam de fadiga ocular, visão turva, dificuldades com períodos prolongados de leitura e cefaleia. (Van Noorden, 2002)

Podem ter origem: (CBO, 2016)

- Refrativa (miopia, presbiopia, anisometropia miópica)
- Baixa reserva fusional positiva (convergência)
- Anatômica ou parética

### **1.5.2 Insuficiência de convergência**

A Insuficiência de Convergência (IC) é um distúrbio da visão binocular, descrito pela primeira vez por von Graefe em 1855 e posteriormente elaborado por Duane.

Freqüentemente está associada a sintomas como diplopia, fadiga ocular, cefaleia e visão turva enquanto lê ou realiza atividades para perto. (Cooper J, 2012)

Existe uma grande variação na literatura sobre dados epidemiológicos, variando entre 1,75 a 33 % de prevalência, e nos sinais e sintomas apresentados pelos pacientes. (Cooper J, 2012)

Embora exista divergência na literatura sobre os sinais existentes, um sinal consistente defendido por Duane, é sobre o ponto próximo de convergência. O ponto próximo de convergência é o ponto para o qual as linhas de visão são direcionadas quando a convergência está no máximo. De acordo com Duane, um ponto próximo de convergência menor que 7,5 cm é o sinal clínico mais consistente encontrado em pessoas com insuficiência de convergência. (Nunes, 2019)

É caracterizada pelos seguintes sinais: (Cooper J, 2012)

- 1) Exoforia maior para perto do que longe
- 2) Quebra do ponto próximo de convergência maior ou igual a 7 cm
- 3) Diminuição da convergência fusional para perto

Outras características importantes são: (Cooper J, 2012)

- Embora a insuficiência de convergência esteja comumente relacionada à exoforia, esta também ocorre em pacientes ortofóricos.
- A maioria dos pacientes apresenta amplitude fusional baixa para perto.
- Capacidade acomodativa ruim tem sido apontada como uma possível causa para a insuficiência de convergência.
- De modo geral, a estereopsia está preservada.

Etiologia: (CBO, 2016)

- Atraso no desenvolvimento da convergência por ser um movimento filogeneticamente tardio
- Anatômico: grande distância interpupilar

- Distúrbios oculares: dissinergia acomodação/ convergência na miopia não corrigida, hipermetropia muito alta, anisometropia.

### **1.5.3 Exotropia (CBO, 2016)**

Caracterizadas por um desvio ocular divergente, as exotropias podem ser intermitentes, quando a amplitude de convergência fusional é capaz de controlar o desvio de forma constante ou por períodos prolongados, ou constante quando o olho está sempre desviado. (Bicas, 2003)

Podem ocorrer efeitos secundários a fatores estáticos (mecânicos e anatômicos) e dinâmicos (forças inervacionais).

Os exodesvios são mais frequentes em mulheres, com surgimento antes dos 2 anos de idade.

São mais comuns em pacientes com deficiências neurológicas, anomalias craniofaciais e história familiar positiva. (CBO, 2016)

#### **1.5.3.1 Exotropia intermitente**

É a forma mais frequente de exodesvio. Caracterizado por um desvio de pequeno ou médio ângulo, com desenvolvimento normal da visão binocular.

Durante o paralelismo ocular a visão binocular é normal, apresentando supressão do olho desviado no momento da tropia. Pode estar associada a hiperfunção dos músculos oblíquos superiores.

O desequilíbrio nos mecanismos de convergência resulta no exodesvio e entender quais os mecanismo de convergência estão envolvidos no exodesvio, é importante para a conduta do paciente.

Pode ser classificado como:

- X(T) tipo básica: desvio de longe e perto é igual ou até 10 D entre eles
- X(T) tipo insuficiência de convergência: o desvio de perto é maior que o desvio de longe
- X(T) tipo excesso de divergência: desvio de perto é menor que o de longe
- X(T) tipo pseudoexcesso de divergência: o desvio para perto é menor que o desvio de longe, mas as medidas se igualam após quebra do mecanismo de convergência fusional e / ou acomodativa.

### 1.5.3.2 Exotropias constantes:

Exotropia infantil:

A exotropia infantil constante é uma entidade rara, surgindo nos primeiros meses de vida. Pode ser secundária a doença ocular ou sistêmica.

Características:

- Desvio de 30 a 90 D
- Erros refracionais semelhantes ao da população geral
- Ambliopia em 25% dos casos, normalmente relacionado ao estrabismo
- Associação com DVD e hiperfunção de oblíquos inferiores.
- A anisotropia em V é mais comum que em A.
- Nistagmo latente pode ocorrer, mas é menos frequente que na esotropia congênita.

### 1.5.3.3 Exotropia da síndrome de monofixação descompensada (CBO, 2016)

Combinação de características sensoriais e motoras presentes em condições binocular. Há um escotoma foveal no olho fixador, fusão periférica, estereopsia grosseira e frequentemente ambliopia variável no olho não fixador.

Tem como uma das características apresentar um pequeno desvio manifesto (menor que 8D), com um componente de heteroforia e amplitudes de convergência e divergência funcional preservadas.

É mais comum esodesvios que exodesvios.

Pode ser primária, inata, irreversível, hereditária ou secundária a anisometropia, lesão macular ou após cirurgias.

Manifestação clínica:

- Astenopia em 40% dos casos
- Heteroforia em 40% dos casos
- Exotropia intermitente que pode evoluir para constante
- Ambliopia dependente da causa subjacente, sendo maior na anisometropia e menor nos pós- cirúrgicos.

#### **1.5.3.4 Exotropia sensorial:**

É o desvio divergente secundário a perda visual de longa duração de um olho. É caracterizada por um desvio grande (30 a 100 D) que tende a aumentar com o passar do tempo.

### **1.6. Leitura e visão**

Ler é uma atividade que envolve uma série de processos de diferentes graus de complexidade, que nos permitem transformar a informação visual percebida pelos olhos numa mensagem que é compreendida. (Martins, 2021) Durante a leitura, ocorrem três modalidades de movimentos oculares: sacadas, fixações e regressões. As sacadas são movimentos rápidos que movem os olhos de um lugar ao outro do texto. Elas se intercalam com as fixações, que são pausas e que duram cerca de 200–250 milissegundos. Durante as fixações novas informações são codificadas, já que a visão é suprimida durante as sacadas. Para leitores habilidosos, os olhos normalmente movem cerca de sete a nove espaços de letras em cada sacada. A variabilidade do tempo e frequência dos movimentos dependerão principalmente da habilidade e das palavras encontradas no texto. Palavras complexas ou frases de sintaxe mais difícil provocam fixações mais longas, sacadas mais curtas e maior quantidade de regressões. (Martins, 2021)

Embora o sistema cognitivo, influenciado pelo reconhecimento lexical, seja responsável por selecionar qual palavra será fixada, o sistema oculomotor é o responsável por deslocar a fóvea para as regiões de interesse para o processamento de informações. (Chandra *et al.*, 2020)

A fóvea, que corresponde aos 2° centrais do campo visual, é responsável pela fixação central. É densamente saturada com fotorreceptores cônicos e possui camada de células ganglionares composta por células P. (Aleci *et al.*, 2016) e (Rehman I *et al.*, 2023). À medida que o estímulo se distancia da fóvea, a acuidade se direciona para a região parafoveal. (Schotter, E.R *et al.*, 2012).

A região parafoveal abrange 5 a 10 graus do campo visual. Possui camada de fotorreceptores composta por cones e bastonetes e camada de células ganglionares com predominância de células M. (Schotter, E.R *et al.*, 2012).

As células magnocelulares constituem o sistema magnocelular ou sistema transitório. Como descrito no tópico de processamento visual, essas células possuem alta velocidade de condução e estão associadas à alta resolução temporal, sensibilidade ao baixo contraste e baixa resolução espacial em comparação ao sistema parvocelular, que consiste em pequenos neurônios sensíveis à cor e a pequenos detalhes espaciais. Sendo menores, as células P respondem mais lentamente que células M, mas definem com precisão os detalhes, propriedade fundamental na identificação dos estímulos durante a leitura. Como veremos adiante, é o sistema P que fornece a principal entrada à VWFA, região cortical onde as letras são identificadas. (Stein, 2014)

Os neurônios magnocelulares não conseguem definir letras com a mesma eficiência das células P, mas por serem maiores, respondem e conduzem sinais muito mais rapidamente do que as células parvocelulares. Por serem mais sensíveis às mudanças temporais e de movimento, as células magnocelulares fornecem os principais sinais para orientação visual da atenção dos olhos no momento de ler. Ou seja, enquanto o sistema parvocelular está ativo na identificação das letras, durante as fixações, o magnocelular fornece a informação adequada para que os movimentos sacádicos ocorram no momento adequado. (Stein, 2014)

O sistema magnocelular é presumivelmente responsável por suprimir a atividade do sistema parvocelular quando os olhos estão em movimento, inibindo assim o traço visual que normalmente persiste por um curto período após o término de um estímulo visual. (Stein, 2014).

Ao ler, a região da qual os leitores obtêm informações é denominada extensão perceptual. Em leitores experientes, considerando os alfabetos ocidentais, ela é composta por 3 a 4 letras à esquerda da fixação e a 14 a 15 espaços de letra à direita da fixação. Quando a extensão da palavra extrapola essa região, estimulando a região parafoveal, além do estímulo ao movimento sacádico, ocorrerá a visualização da palavra. Esta visualização apresenta menor nitidez em decorrência da menor acuidade visual e do fenômeno de “crowding” caracterizado pela dificuldade de ler pela impressão de “embaralhamento” das letras. (Schotter, E.R et al, 2012/ Falkenberg, 2007)

Leitores experientes apresentam extensões perceptuais maiores, porém em leitores com memória de trabalho eficiente, o tamanho da extensão perceptual não interfere na fluência do leitor. (Rayner et al, 2010)

Apesar da menor acuidade perifoveal, a informação captada nesta região possui funções importantes, pois determinam a direção do movimento sacádico, a fim de identificar com eficiência a palavra a ser fixada e facilitam a identificação léxica da palavra que ainda será lida, pois nesta região existirá um processamento inicial que integrará o processamento foveal subsequente. (Schotter, E.R et al., 2012) e (Legge GE, et al., 2007).

Bosse e Valdois (2009) dizem que outra função importante no processamento de sequências de múltiplas letras é a atenção visual. Este conceito refere-se à extensão de caracteres da qual uma pessoa consegue extrair informações léxicas e analíticas de um trecho de palavras. Diferente da amplitude perceptual, a atenção visual abrange a extensão de 2 a 4 palavras e refere-se ao processamento de caracteres apresentados apenas na área foveal.

Cirino et al. (2022) realizaram um estudo avaliando quatro paradigmas relacionados à atenção visual: amplitude de atenção visual, piscar de atenção, busca visual e atenção visuoespacial. A amostra consistiu em noventa alunos, de ambos os gêneros, com faixa etária de treze anos, hispânicos e com proficiência limitada em inglês. Os resultados evidenciaram que as tarefas de piscar de atenção, busca visual e orientação visuoespacial mostraram relações fracas e não significativas com a leitura, enquanto as tarefas que avaliaram a amplitude de atenção visual apresentaram robustas relações com a leitura. (Cirino PT et al., 2022)

A partir da retina, o estímulo visual será processado até o córtex visual. Do córtex, as principais conexões envolvidas na leitura são: área temporo-parietal, área occipito-temporal e o giro frontal inferior, todas lateralizadas no hemisfério esquerdo (Dehaene et al. 2010).

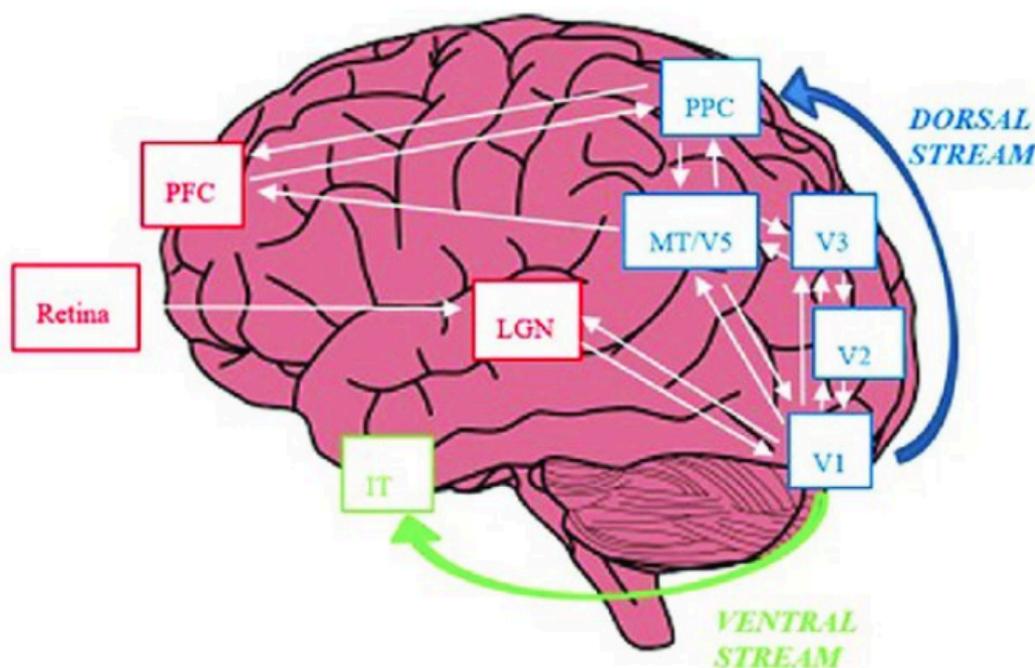
A área temporo-parietal compõe a via dorsal. Noventa por cento dos axônios desta via são provenientes do sistema magnocelular. À partir de V1, ela se projeta para V2, V3, passando por V5, se direcionando para o córtex parietal posterior. Frequentemente associada à palavra “onde?”, a via dorsal processa informações sobre a percepção do movimento e a localização do objeto,

desempenhando um papel importante no direcionamento da atenção visual e no controle do movimento ocular, funções vitais para a leitura.

Em contraste, a via ventral, mais lenta, passa para frente ventralmente abaixo do córtex occipitotemporal e tem as células parvocelulares como a entrada característica neste sistema. Sua principal função é identificar textura, forma e cores dos objetos. A VWFA, responsável pela identificação das palavras, faz parte desta via. (Dehaene *et al.* 2010)

**Figura 8**– Rotas dorsal e ventral do processamento de leitura.

Durante o processamento visual da leitura, os sinais das células ganglionares da retina são projetados para as camadas magnas e parvocelulares do núcleo geniculado lateral (LGN). Do LGN, os sinais são para V1 (córtex visual), onde a via visual diverge nos fluxos dorsal ("onde") e ventral ("o quê"). A via dorsal, dominada por células M, é constituída por uma hierarquia de áreas corticais, nomeadamente, V2, V3, MT/V5 e o córtex parietal posterior (PPC). Na atenção visual, durante a leitura, os sinais neuronais são enviados do PPC para MT/V5, V2, V1 e LGN. O PPC e o MT/V5 também se projetam para o córtex pré-frontal (PFC). O fluxo ventral segue para V4 e posteriormente para o córtex temporal inferior (ITC).



Fonte: Adaptado, com permissão, Archer, K *et al.*, 2020.

## A Região Occipito-Temporal e a VWFA

A região occipito-temporal ventral é constituída pelos giros fusiforme, temporal inferior e pelo sulco occipito-temporal. Alocada no giro fusiforme mediano está a VWFA, responsável pelo reconhecimento visual das palavras. Tem como característica ser mais estimulada pela palavra escrita em relação a falada, e palavras e pseudopalavras pronunciáveis, em relação a sequências de consoantes. A implicação da VWFA no reconhecimento da escrita se encontra em todos os sistemas de escrita, alfabéticos ou não e em todos os leitores, tanto crianças quanto adultos. (Dehaene *et al.* 2010)

Dehaene e col. afirmam que esta região passa por um processo de reciclagem neural, caracterizada pela mudança em sua função, que inicialmente está destinada ao reconhecimento de rostos e objetos e progressivamente vai se especializando na identificação de palavras. (Dehaene *et al.* 2010)

Os neurônios desta região possuem a propriedade de invariância perceptual, que permite a identificação das letras independente da posição que elas ocupem na palavra ou do tamanho da fonte, e são sensíveis a pequenas diferenças pertinentes à diferenciação uma letra de outra e à posição que as letras ocupam em sua combinatória, quando isto acarreta mudança de significado. (Bolger, 2005)

A funcionalidade da VWFA não é inata, não se desenvolve espontaneamente com a idade, nem com a exposição passiva a um mundo letrado. É a aprendizagem da leitura que amplifica as respostas corticais à escrita e aumenta sua seletividade, assim como o fortalecimento da sua localização no hemisfério cerebral esquerdo.

Após o reconhecimento da palavra na VWFA, de acordo com a palavra e a habilidade do leitor, duas vias poderão ser acessadas, a via fonológica ou a via léxica. (Bolger, 2005)

A via lexical ou ventral está localizada nas junções dos lobos temporal e occipital esquerdo, destacando-se mais especificamente os giros lingual e fusiforme de partes do temporal médio, que são ativados principalmente durante o ato da análise visual da palavra, permitindo uma interpretação mais imediata da palavra. Esta via é ativada durante a leitura de palavras regulares, sendo mais comumente utilizadas por leitores experientes. Nesta região estão armazenadas

todas as informações importantes sobre estas palavras necessárias para soletrá-las, pronunciá-las ou compreendê-las de modo simultâneo. (Bolger, 2005)

### **A Região Temporo-Parietal**

A região temporo-parietal inclui áreas do giro temporal superior e dos giros angular e supramarginal que estão localizados na parte inferior do lobo parietal. Participam da via fonológica do processamento da palavra, caracterizada pela decodificação de palavras desconhecidas ou pseudopalavras. (Dehaene *et al.* 2010)

A rota dorsal passa dorsalmente à área visual sensível ao movimento (V5), que está situada no giro temporal médio na junção occipitotemporal, e daí para os giros supramarginal, angular e temporal superior.

Acredita-se que a função dos giros angular e supramarginal seja focar a atenção com maior velocidade nas palavras a serem lidas. Dessa forma, a rota ventral e a VWFA que reconhecem facilmente as letras teriam o suporte dos giros angular e supramarginal para codificar a localização precisa da letra, a partir de conexões com V1 e a VWFA. (Bitan, 2007)

Quando se está aprendendo a ler, esta rota é mais utilizada porque os giros angular e supramarginal ao ajudarem a VWFA a focar nas letras individuais para identificá-las, também se conectam à área de Wernicke, que está situada na parte posterior do giro temporal superior, e é responsável pela associação com os sons das palavras. Mas se a palavra já estiver no léxico visual do leitor, seu significado pode ser rapidamente apreendido pela conexão direta do VWFA através do fascículo arqueado à área de Broca. (Bitan, 2007)

### **1.7 Velocidade de leitura e visão**

A leitura envolve o processamento de informações perceptivas e linguísticas e requer a participação do sistema oculomotor. O controle desse sistema impõe um

limite na velocidade de leitura, que pode ser verificada com a utilização da técnica de apresentação de textos *Rapid Serial Visual Presentation (RSVP)*, em que ao minimizar a necessidade de movimentos oculares, a velocidade de leitura pode triplicar. (Legge et al., 2007)

Como citado anteriormente, os movimentos oculares envolvidos na leitura são: sacadas, fixações, regressões e refixações. Durante a sacada, movimento cuja duração média é de 500 ms, ocorre a supressão sacádica, fenômeno caracterizado por uma redução importante da captação do estímulo visual. Em contrapartida, durante as fixações, cuja duração é de 200 a 300 ms, a informação é captada. Entre esses movimentos existe um período denominado latência sacádica, cuja a duração média é de 175 ms e surgem a partir da necessidade de planejamento e execução do próximo movimento, indicando que os processos de compreensão da leitura de um texto, ocorrem em paralelo ao planejamento da sacada. (Stein, 2014)

A velocidade de leitura geralmente é medida em palavras por minuto e, além de depender do número de movimentos oculares, da duração da fixação, do número de movimentos regressivos e da amplitude visual, depende também de fatores que interfiram com a binocularidade, com a dificuldade do texto, com a compreensão e habilidades de processamento cognitivo. (Palomo-Alvarez e Puell, 2009).

Apontada como um fator fundamental na estabilidade da leitura, condições que impactam a binocularidade podem provocar queixas como cansaço visual e confusão de letras. Essas condições incluem exoforias, reservas de vergência fusional reduzidas, aniseiconia, anisometropia, disparidade de fixação, insuficiência de convergência e amplitude acomodativa reduzida. (Pallomo-Alvarez et al, 2008).

Cornelissen e colaboradores observaram que crianças com baixo controle binocular apresentavam maior quantidade de erros na leitura, reproduzindo pseudopalavras e neologismos. (Cornelissen, 1991).

Pallomo- Alvarez e Puell (2009) realizaram um estudo comparando a velocidade de leitura de um grupo com 87 crianças com leitura ineficiente e um grupo controle com 32 crianças com leitura normal, entre o terceiro e sexto ano. Avaliaram estereopsia, forias para longe e perto, amplitude de fusão, ponto próximo de convergência e relação CA/A. Observaram que de todas as medidas,

a que mais mostrou impacto negativo na leitura do grupo de leitores ineficientes, foi a amplitude de fusão para perto. (Pallomo- Alvarez *et al*, 2010)

Dusek e colaboradores realizaram um estudo retrospectivo com 825 participantes com dificuldade de leitura e escrita provenientes de instituições educacionais. Nenhum apresentava deficiência intelectual. O grupo controle foi composto por 328 jovens que compareceram ao consultório optométrico para consulta de rotina, sem dificuldade de aprendizagem. Os parâmetros avaliados foram: acuidade visual, avaliação de tropias e forias com teste de cobertura, versões, amplitude de acomodação, relação CA/A, ponto próximo de convergência e facilidade da vergência.

Foi comparada a velocidade de leitura utilizando o teste de Salzburgo. Considerando o menor tempo e menor quantidade de erros, a velocidade de leitura foi melhor no grupo controle. Em ambos os grupos, leitores com menor amplitude de acomodação apresentaram pior tempo na velocidade de leitura. Ponto próximo aumentado, excesso e insuficiência de convergência também apresentaram diferenças estatisticamente significativas, com maior comprometimento dessas funções no grupo com dificuldade na leitura. (Dusek, 2011)

Stein e colaboradores correlacionam a instabilidade da fixação binocular com as possíveis alterações da via magnocelular em pacientes com dislexia. Como o sistema magnocelular domina a orientação visual dos movimentos oculares a partir das conexões com o córtex parietal posterior, cerebelo e colículo superior, danos leves podem afetar o sistema oculomotor, provocando distúrbios da vergência binocular, além dos movimentos de sacada e fixação descritos anteriormente. O controle reduzido da vergência faz com que os olhos dos disléxicos se movam muito mais quando tentam fixar-se em alvos, sendo significativamente menos precisos na localização ou na contagem de pequenos pontos em uma tela do que os leitores normais. O controle binocular instável dos disléxicos poderia explicar a dificuldade de leitura, sob a óptica da função visual, porém argumenta-se fortemente que estas anomalias não são a causa de problemas de leitura, mas sim o resultado da não compreensão do texto. (Stein, 2014)

Tantos estudos com evidências diversas, mantém o interesse constante na relação entre olhos e leitura, buscando uma resposta que permanece incógnita.

Outra patologia que deve ser trazida à luz da discussão do papel dos olhos na leitura é a ambliopia.

Ambliopia é clinicamente definida como a redução da acuidade visual (AV) em um ou ambos os olhos, causada por interação binocular anormal durante o período crítico do desenvolvimento visual, que não pode ser atribuída a qualquer anormalidade no sistema ocular ou visual, ou corrigida somente com o uso de correção óptica adequada. A Academia Americana de Oftalmologia considera ambliopia uma diferença interocular de duas ou mais linhas em tabela da AV (sem especificar qual), ou AV igual ou inferior a 20/30 com a melhor correção óptica. Esta condição é a principal causa de deficiência visual monocular em crianças, além de ser considerada uma das causas mais comuns de deficiência visual unilateral persistente na idade adulta, se não for tratada com sucesso na infância. (Zagui, 2019).

Além da redução da acuidade visual, outras funções visuais podem estar comprometidas, impactando a leitura do paciente amblíope. Alteração da sensibilidade ao contraste, comprometimento da percepção de profundidade, redução da coordenação guiada pela visão, instabilidade oculomotora e o fenômeno de “crowding” (embaralhamento), podem interferir nos movimentos de sacada e fixação dos olhos amblíopes, mesmo após o tratamento com oclusão, tratamento padrão ouro para ambliopia. (Fernandes *et al*, 2022))

Relata-se que crianças amblíopes lêem mais lentamente devido à instabilidade de fixação, necessitando de um excesso de sacadas para frente durante a leitura como provável reflexo da deficiência do controle da função oculomotora. (Niechwiej-Swedo, 2019)

Kelly e colaboradores realizaram um estudo com 73 crianças onde comparavam a taxa de leitura (palavras por minuto), número de sacadas progressivas, número de sacadas regressivas e duração média de fixação (segundos) em crianças amblíopes por anisometropia ou estrabismo, crianças não amblíopes tratadas para estrabismo e crianças normais. Esses grupos foram criados de acordo com informações do prontuário. Considerou-se crianças tratadas, aquelas que foram submetidas a tratamento cirúrgico ou com uso de óculos, evoluindo com ortotropia ou até 4D de desvio para perto. Os parâmetros foram realizados através da leitura de um parágrafo com visualização binocular utilizando o ReadAlyzer.

Os resultados evidenciaram que crianças amblíopes leram significativamente mais lentamente do que crianças estrábicas sem ambliopia e crianças controle normais; crianças estrábicas sem ambliopia e crianças do grupo controle não diferiram na taxa de leitura. O número de sacadas progressivas seguiu o mesmo padrão da velocidade de leitura. A acuidade visual do olho amblíope não foi significativamente correlacionada com a taxa de leitura, número de sacadas anteriores, número de sacadas regressivas ou duração da fixação em crianças amblíopes. (Kelly, 2015)

Em uma segunda análise, o grupo amblíope foi dividido em dois grupos: ambliopia por estrabismo com ou sem anisometropia e ambliopia anisométrica. Nenhum dos parâmetros apresentou diferença significativa. (Kelly, 2015)

A partir destes resultados, os autores concluíram que a leitura mais lenta é uma consequência da ambliopia e não do estrabismo. Esse dado pode estar relacionado ao aumento de sacadas progressivas. A instabilidade de fixação aumenta com a gravidade da ambliopia e está associada à leitura mais lenta em adultos com doença macular, mas não foi avaliada diretamente a instabilidade de fixação no estudo. (Kelly, 2015).

Um novo estudo com 65 crianças foi realizado por Kelly e colaboradores. Neste trabalho, foi comparada a taxa de leitura e instabilidade de fixação entre crianças com ambliopia por anisometropia, anisométricas sem ambliopia e o grupo controle, composto por crianças sem erros refracionais e estereopsia normal. A leitura foi avaliada durante a visualização binocular usando o ReadAlyzer. A instabilidade de fixação durante a visualização binocular foi obtida usando um rastreador ocular binocular.

O estudo evidenciou que crianças anisométricas amblíopicas leem mais lentamente do que crianças anisométricas não amblíopes e controles. Crianças anisométricas não amblíopes leem a uma taxa comparável aos controles. A leitura lenta em crianças amblíopes anisométricas foi correlacionada com aumento de sacadas para frente, aumento de sacadas regressivas e instabilidade ocular durante a visão binocular. (Kelly, 2017)

Fernandes e colaboradores realizaram um estudo avaliando a velocidade de leitura, acurácia da leitura, a menor linha lida utilizando a tabela de MNREAD. O estudo avaliou esses parâmetros com a leitura sendo feita com ambos os olhos abertos e após 15 dias, somente com um olho. Participaram 20 crianças

provenientes de um programa de triagem visual. 10 crianças apresentavam ambliopia estrábica sem história de cirurgia prévia (AV para longe com a melhor correção foi igual ou melhor que 20/20 no olho com melhor visão e acuidade visual pior que 20/32 no olho amblíope na primeira avaliação no programa).

Após o tratamento para ambliopia, os paciente evoluíram com melhora da AV, mantido por pelos menos 6 meses subsequentes. O grupo controle foi composto por 10 crianças pareadas por idade, sexo e escolaridade com AV não corrigida igual ou melhor que 20/20 em ambos os olhos, estereopsia de 40" de arco e sem histórico de distúrbios visuais, incluindo erros de refração. (Fernandes, 2022)

No artigo, não foi informada a esteropsia do grupo com ambliopia. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros de desempenho da leitura binocular quando comparados os pacientes tratados com os controles. No entanto, notou-se uma tendência de velocidade de leitura mais lenta em 0,7 logMAR nos amblíopes tratados quando comparados aos controles. Na avaliação monocular, foi verificada uma pior acurácia na leitura, assim como pior quantidade de linhas lidas nos olhos amblíopes tratados, indicando que mesmo após tratamento e melhora da acuidade visual, um déficit persistente da função visual pode ocorrer. (Fernandes, 2022)

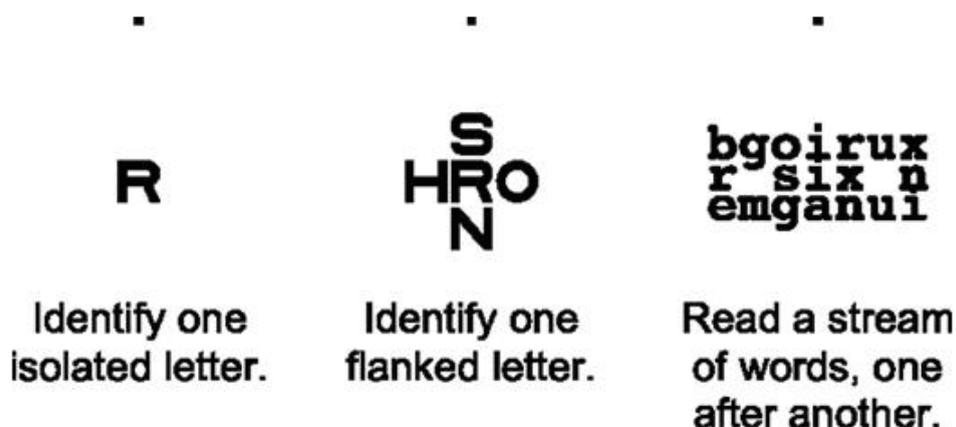
O fenômeno de crowding é um outro sintoma da ambliopia que pode interferir na eficácia da leitura. Este fenômeno é caracterizado pela dificuldade de ler optotipos quando os mesmos estão próximos, dando uma impressão de "embaralhamento", mas que de forma isolada são bem lidos. (Falkenberg, 2007)

A distância necessária para uma leitura adequada, chama-se espaço crítico e ela é medida do centro de uma letra ao centro da letra seguinte (centro a centro). (Falkenberg, 2007)

É possível que o "crowding" reduza a visibilidade de letras ou palavras adjacentes retardando a leitura, ao reduzir a amplitude visual. (Falkenberg, 2007)

Levi e colaboradores realizaram um estudo para avaliar a relação entre "crowding", amplitude visual e velocidade de leitura. O trabalho envolveu três tarefas: identificação de letras isoladas, identificação de letras flanqueadas e leitura, conforme demonstrado na figura 12. (Levi *et al*, 2007)

**Figura 9** - Configurações das tarefas de leitura.



Fonte: Adaptado, com permissão, de Levi, 2007

Concluíram que o “crowding” afeta a leitura, limitando o tamanho da extensão visual. A redução do impacto do crowding pode ampliar a amplitude visual e potencialmente facilitar a leitura. (Levi, 2007)

## **2. JUSTIFICATIVA**

Existem diversas pesquisas na área fonoaudiológica com o intuito de compreender os motivos que levam uma criança previamente hígida a não ler. Embora muitos avanços já tenham sido realizados, ainda existe uma lacuna onde os distúrbios fonoaudiológicos não são capazes de justificar tal dificuldade.

Ao entrar na escola, ainda na educação infantil existe uma grande expectativa de quando a criança aprenderá a ler e escrever. Quando a hora chega e essa habilidade não é desenvolvida ou ocorre de maneira precária, uma sensação de impotência assola os professores e a família pois não compreendem a causa desta incapacidade que impacta amplamente na aprendizagem.

Os anos passam e as reprovações ocorrem. Desmotivação, bullying e perpetuação da dificuldade em aprender frequentemente culminam com abandono escolar. Crianças e adolescentes fora da escola e com baixa auto-estima por não conseguirem aprender são, em última análise, um problema social e econômico, já que a eficiência na extração de informações textuais é um fator decisivo para o sucesso numa sociedade altamente alfabetizada. (Carvalhais e Silva, 2007)

Realizar este estudo é fundamental para avaliarmos se distúrbios oftalmológicos podem interferir na dificuldade de leitura. Destrinchar esses distúrbios, avaliando em qual etapa do processo o erro está acontecendo, é dar o devido valor que a educação tem no futuro de um país. É entender que uma educação igualitária, inclusive do ponto de vista de saúde, seja prioridade para o futuro de uma nação.

### **3. OBJETIVOS**

A pesquisa tem como objetivo avaliar a velocidade de leitura em crianças com e sem disfunções da motilidade ocular, a fim de estabelecer se há ou não impacto na velocidade de leitura com fluência nestes casos.

#### **Objetivos Específicos**

- Avaliar se exotropias intermitentes com tropia induzem a alterações na velocidade de leitura;
- Avaliar se as exotropias intermitentes com foria induzem a alterações na velocidade de leitura;
- Avaliar se exoforias induzem a alterações na velocidade de leitura;

### **4. METODOLOGIA**

#### **4.1 Tipo de estudo:**

Trata-se de um estudo observacional, transversal e descritivo.

#### **4.2. Aspectos éticos**

Este estudo foi elaborado após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa( Plataforma Brasil) sob o número de protocolo 70872420.8.0000.5561, caracterizado como projeto de pesquisa 'Impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de leitura em alunos do ensino fundamental.

Os pais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após leitura e esclarecimentos necessários. Para as crianças, o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) foi apresentado verbalmente com linguagem clara à sua compreensão.

### **4.3. Participantes**

Com a finalidade de estabelecer comparações entre o desempenho da leitura em pacientes com e sem distúrbios da motilidade ocular, participaram deste estudo 37 escolares entre 9 e 12 anos de idade ortotrópicas e portadores de exoforia e exotropia intermitente.

#### **Seleção dos participantes**

As crianças e adolescentes recrutados para a pesquisa foram pacientes do setor de Oftalmologia do Hospital Municipal Jesus, no Rio de Janeiro, no qual a pesquisadora atua como oftalmologista.

Eles foram agendados a partir do sistema de regulação da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro ou pelo sistema de agendamento interno do hospital para avaliação oftalmológica, e no dia da consulta foram convidados para participar da pesquisa. De acordo com o exame oftalmológico, foram alocados em dois grupos: um grupo de crianças sem erros refracionais ou erros refracionais adequadamente corrigidos com o uso de óculos, sem comprometimento da motilidade ocular e outro grupo comparativo, formado por crianças com a mesma faixa etária e nível escolar semelhante, sem erros refracionais ou erros refracionais adequadamente corrigidos com o uso de óculos, porém com os seguintes distúrbios da motilidade ocular: exotropias intermitentes com tropia, exotropias intermitentes com foria e exoforias.

- **Critérios de inclusão**
  1. Crianças e adolescentes entre nove e doze anos de idade, estudantes do ensino fundamental

2. Crianças e adolescentes portadoras de exotropias intermitentes com tropia, exotropias intermitentes com foria e exoforias e não portadoras de distúrbios da motilidade ocular.
3. Crianças e adolescentes sem erros refracionais ou com erros refracionais (hipermetropia, miopia e astigmatismo de até duas dioptrias), corrigidos com o uso de óculos
4. Crianças e adolescentes com acuidade visual entre 0 e 0,2 logMAR
5. Crianças e adolescentes alfabetizados

- **Critérios de exclusão**

1. Crianças e adolescentes fora da faixa etária do estudo
2. Crianças e adolescentes com patologias neurológicas ou psiquiátricas que limitem sua capacidade de participar do estudo pela dificuldade em atender às solicitações realizadas.
3. Crianças e adolescentes utilizando medicações psicotrópicas
4. Crianças e adolescentes com ametropias (erros refracionais) acima de 2,00 dioptrias, ambliopia ou visão monocular
5. Crianças amblíopes
6. Crianças não alfabetizadas

#### **4.4 Instrumentos**

Após a assinatura do termo de assentimento e consentimento, as crianças foram submetidas a um exame oftalmológico. Previamente ao exame foi realizada uma anamnese contendo os seguintes dados:

- Identificação (nome, idade, data de nascimento, escolaridade, nome da escola)
- História patológica pregressa: identificar doenças pregressas ou tratamentos atuais e pregressos
- História gestacional, parto e desenvolvimento
- História familiar

Após a anamnese, o exame oftalmológico era iniciado. O exame foi composto por:

#### 4.4.1 Acuidade visual

Medida da acuidade visual com e sem correção utilizando a tabela de Snellen e tabela de Jaeger. A medida da acuidade visual para longe foi convertida para medida logMAR, conforme relacionada na figura 10.

**Figura 10-** Medição de acuidade visual com escala logarítmica

logMAR	Ângulo (minuto de arco)	Decimal	Imperial	Métrico	Frequência espacial (C/°)
1,3	20,0	0,05	20/400	6/120	600
1,2	15,8	0,06	20/317	6/95	475
1,1	12,6	0,08	20/252	6/76	378
1,0	10,0	0,10	20/200	6/60	300
0,9	7,9	0,13	20/159	6/48	238
0,8	6,3	0,16	20/126	6/38	189
0,7	5,0	0,20	20/100	6/30	150
0,6	4,0	0,25	20/80	6/24	119
0,5	3,2	0,32	20/63	6/19	95
0,4	2,5	0,40	20/50	6/15	75
0,3	2,0	0,50	20/40	6/12	60
0,2	1,6	0,63	20/32	6/10	48
0,1	1,3	0,79	20/25	6/8	38
0	1,0	1,00	20/20	6/6	30
-0,1	0,8	1,26	20/16	6/5	24
-0,2	0,6	1,58	20/13	6/4	19
-0,3	0,5	2,00	20/10	6/3	15

Fonte: Adaptado de Messias *et al.* 2010

Caso a criança já chegasse com óculos para o exame, a medida da acuidade era realizada com e sem correção óptica. A correção utilizada pela criança foi anotada ao lado da acuidade visual apresentada.

Crianças que apresentavam acuidade visual com ou sem correção pior que 0,2 logMAR, eram submetidas ao exame refracional, porém não puderam participar do exame naquele momento, já que a acuidade visual não era adequada. Para essas crianças, era prescrito óculos e a mesma era convidada para retornar e participar da pesquisa após a aquisição das lentes.

#### 4.4.2 Avaliação da motilidade ocular

- Teste de cobertura simples e alternado para longe e perto

Após o teste de cobertura simples e alternado, caso fosse identificado algum desvio, o teste era repetido utilizando prismas para medir o desvio em dioptrias. O teste foi realizado para longe e para perto.

- Versões: Foram medidas com uma lanterna nas 9 posições do olhar, avaliando a motilidade ocular.

- **Ponto próximo de convergência (PPC)**

O estudo foi efetuado com a criança em fixação binocular de um ponto na tabela. O objeto se aproximava dos olhos da criança, até que fosse percebido pela avaliadora um desvio divergente ou até que a criança informasse que estava vendo duplicado. Os valores normais de PPC devem ser  $\leq 10\text{cm}$  (Von Noorden, 1996). A medida foi realizada com uma régua de RAF (Royal Air Force).

**Figura 11** - Régua de RAF. Utilizada para medir ponto próximo de convergência e ponto próximo de acomodação.



Fonte: Adaptado de Burns DH, *et al.* 2019

### **Ponto próximo de acomodação (PPA)**

Foi medido com uma régua de RAF. O estudo foi efetuado com a criança em fixação binocular em uma letra da tabela do equipamento. A imagem era aproximada dos olhos da criança, até que a mesma informasse visão turva.

- **Teste de vergências ou amplitudes de fusão**

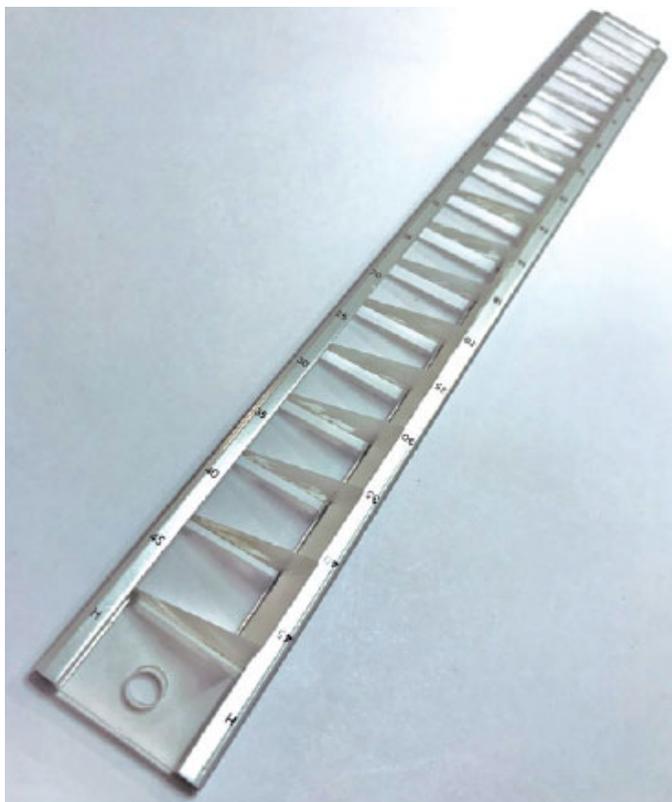
Foram medidas apenas as vergências horizontais (convergência e divergência) para perto a 33cm e para longe a 6m com uma barra de primas horizontal. O estudo foi efetuado com a criança em fixação binocular em um ponto. O resultado representa uma variável quantitativa medida em dioptrias prismáticas.

Os valores normativos foram: (Ferrari *et al*, 2019).

- Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal( AFCP) - 33 CM : 45/ 40 D
- Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal ( AFCL) - 6 metros: 25/ 20 D
- Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal ( AFDP) - 33 cm: 14/ 14 D
- Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal (AFDL) - 6 metros: 8/6 D

Foi utilizada uma régua de prisma de acrílico com medida de 1 a 45 dioptrias.

**Figura 12** - Régua de prisma – modelo semelhante à utilizada na pesquisa



Fonte: Imagem retirada do endereço eletrônico<sup>1</sup>

- **Estereopsia**

Foi medida com o teste de Titmus a 40cm, com as crianças utilizando a melhor correção óptica, em caso de erro refracional. O resultado representa uma variável quantitativa medida em segundos de arco ("). Foi considerada normal, a estereopsia de 40". (Alvez *et al*, 2016)

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://eoftalmo1.hospedagemdesites.ws/details/151/pt-BR/estudo-dos-valores-normativos-das-amp-litudes-fusionais-de-convergencia-e-divergencia-oculares> Acesso em 13 jan. 2014.

Figura 13 - Titmus test para medida de estereopsia.



STEREOTEST - CIRCLES		Reference Distance Constant 15 Minutes of Arc
Test	Correct Answers	Angle of Stereopsis at 16 Inches
1	Bottom	800 Seconds
2	Left	400 Seconds
3	Bottom	200 Seconds
4	Top	140 Seconds
5	Top	100 Seconds
6	Left	80 Seconds
7	Right	60 Seconds
8	Left	50 Seconds
9	Right	40 Seconds

Fonte: Adaptada, com autorização, de Hunfalvay *et al.* (2017)

- **Medida do erro refracional**

Inicialmente foi realizada a medida do erro refracional utilizando o autorefrator Nidek modelo ARK- 700, série número 11910. Na sequência, o erro refracional era refinado com o paciente no aparelho Greens, utilizando a tabela de Snellen.

Antes da refração sob cicloplegia, a criança era submetida a avaliação do desempenho de leitura. Após o teste de leitura, a criança era cicloplegiada da seguinte forma: instilação de 1 gota de colírio anestésico (cloridrato de proximetacaína 5mg/ ml). Um minuto depois, instilação de 1 gota de colírio de cicloplégico a 1% e mais cinco minutos depois, instilação de 1 gota de colírio de tropicamida a 1%. (Curi *et al.*, 2023).

Após 30 minutos, a criança passava pelo processo de medida do erro refracional utilizando o autorefrator Nidek. Na sequência o erro refracional era refinado com o paciente no aparelho Greens, utilizando a tabela de Snellen.

- **Avaliação do desempenho na leitura**

O teste utilizado para avaliar o desempenho da leitura foi o MNREAD. Este foi apresentado na tela de um notebook da marca Macbook Pro com 13 polegadas. Os participantes do estudo sentavam-se a 40 centímetros do monitor e ao dar o comando para ler, os participantes executavam o comando, enquanto o tempo era cronometrado. A tabela impressa de acuidade e leitura do "Minnesota Low Vision Reading Test" contém 19 sentenças (logMAR 0,5 a 1,3) com 60 caracteres impressos em três linhas. As sentenças devem possuir o mesmo comprimento e vocabulário simples. (Castro *et al.*, 2005).

Este estudo foi realizado com a tabela em sua versão computadorizada, na qual as sentenças são apresentadas uma de cada vez, centralizadas na tela, semelhante ao formato impresso. Essas sentenças são exibidas em fonte Times Roman em três linhas, com tamanho de impressão diminuindo incrementalmente em 0,1 unidades logarítmicas. Esta versão utiliza as mesmas frases curtas, ajustadas a um texto de compreensão para alunos do 3º ano, porém com uma quantidade reduzida de tamanhos, apresentando 14 frases em comparação com as 19 encontradas na versão impressa. A avaliação da validade e confiabilidade da versão digital apresentou consistência interna significativamente elevada, mostrando robustez para aplicação clínica. (Costa *et al.*, 2024).

**Figura 14-** Modelo de frase Tabela MNREAD em português

O rapaz entrega sua  
mercadoria todas as  
manhãs de bicicleta

Fonte: Adaptada de Castro *et al.*, (2005)

O teste foi realizado com dois tipos de contrastes, onde a primeira apresentação foi com letras pretas e fundo branco (polaridade OFF) e sequencialmente letras cinzas em fundo branco (polaridade ON). Esta opção foi baseada na possibilidade de verificar diferenças na eficácia da leitura na mudança de contraste, e relacionar com a influência da via magnocelular, via neural que responde às mudanças de contraste, na leitura.

- **Análise Estatística**

A análise estatística eleita para o estudo foi a análise de cluster. Esta é utilizada quando se deseja organizar os dados observados em estruturas significativas. Os métodos de análise de cluster são utilizados principalmente quando não temos nenhuma hipótese a priori, mas ainda estamos na fase exploratória da pesquisa. De certa forma, a análise de cluster encontra a “solução mais significativa possível”. Usamos a regra de ligação completa. Neste método, as distâncias entre clusters são determinadas pela maior distância entre quaisquer dois objetos nos diferentes clusters (ou seja, pelos "vizinhos mais distantes").

## **5. RESULTADOS**

Participaram do estudo 37 crianças e adolescentes entre 9 e 12 anos de idade. Treze ( 35,13%) eram ortofóricos, onze ( 29,72 %) apresentavam exoforia, três ( 8,1 %) eram portadores de X(T) com foria e em dez ( 27,02 %) evidenciou-se X(T)

com tropia. Avaliamos os dados segmentando os pacientes por idade, pois esta pode influenciar no desempenho da velocidade de leitura. (Chen AH, *et al*, 2019).

**Tabela 1 – Dados analisados do grupo de participantes na faixa etária 9 anos**

Part	Av sc od	Av sc oe	Av cc oe	Av cc oe	Rx est od	Rx est oe	Desvio	Medida	Versões
1	0	0	0	0	+0,75 -0,25 175	+ 0,50	Orto	--	S/A
2	0,2	0,2	0	0	plano – 1,25 180	plano -1,25 180	Exoforia	Longe: 4D Perto: 4 D	S/A
3	0,1	0,3	0	0	-0,50	-0,50 -1,00 170	X(T) com foria	Longe: 20 D Perto: 25 D	S/A
4	0	0	0	0	+ 0,50 – 0,50 5	+ 0,50	Exoforia	Longe: 2D Perto: 8D	S/A
5	1,3	1,3	0	0	-3,00	-3,50	X(T) com tropia	Longe: 20 D Perto: 20 D	S/A

Part.: participante; Orto: ortoforia; X(T) com foria: exotropia intermitente com tropia; X(T) com foria: exotropia intermitente com foria; Avsc od : acuidade visual em olho direito sem correção; Avsc oe: acuidade visual em olho esquerdo sem correção; Avcc od : acuidade visual em olho direito com correção; AV cc oe: acuidade visual em olho esquerdo com correção; Rx est od: refração estática olho direito; Rx est oe: refração estática olho esquerdo; Desvio: medida do estrabismo. D: Dioptrias ; S/A : sem alterações . Refração medida em dioptrias. Acuidade visual medida em LogMAR.

**Tabela 1 - Continuação**

Part.	AFCL	AFCP	AF DL	AF DP	PPC	PPA	Titmus	VLb	VLB linha	Vlp	VLP linha
1	18	30	10	12	2	2	50	1,88	10	1,52	6

2	16	25	26	10	9	7	100	1,77	10	1,4	9
3	14	18	12	10	5	5	100	0,82	10	0,72	8
4	16	18	10	10	9	2	50	1,29	10	1,25	9
5	20	20	12	10	6	6	50	0,76	10	0,52	8

AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal; AFCLP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal; AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal; AFCLP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal PPC: ponto próximo de convergência; PPA: ponto próximo de acomodação; VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF; VLB Linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF; VLp: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON; VLP Linha: Acuidade visual atingida no fundo ON. Titmus medido em “segundos de arco”. A velocidade de leitura foi medida em minutos.

**Tabela 2 - Dados analisados do grupo de participantes na faixa etária de 10 anos**

Part.	Av sc od	Av sc oe	Av cc od	Av cc oe	Rx est od	Rx est oe	Desvio	Medida	Versões
6	0	0	0	0	+0,50 DE	+0,50 DE	X(T) com tropia	Longe: 35D Perto: 40D	S/A
7	0	0	0	0	+0,50 +	+ 0,75	ORTO	-	S/A
8	0,1	0	0	0	+0,50 - 0,50 180	+0,50	ORTO	-	S/A
9	00	0	0	0	+ 0,25	+ 0,25	Exoforia	Longe: 4D Perto: 4D	S/A
10	0,2	0,2	0	0	-1,00-0,50 140	-1,00-0,50 35	Exoforia	Longe: 4D Perto: 14D	S/A
11	0,1	0,1	0	0	+1,25-0,75 10	+1,25-0,75 165	Exoforia	Longe: 9D Perto: 12 D	S/A
12	0	0	0	0	+ 0,50 -0,25 120	+ 0,50-0,50 180	ORTO	----	S/A
13	0,4	0,4	0	0	+1,25-0,50 165	+1,00 -0,75 20	Exoforia	Longe: 4D Perto: 4D	S/A
14	0	0	0	0	PLANO -0,25 175	+ 0,50-0,25 40	ORTO	-----	S/A
15	1,3	1,3	0,1	0,1	-3,50-1,00 180	3,00-1,50 170	X(T) com foria	Longe: 4D Perto: 18 D	S/A
16	0	0	0	0	PLANO -0,25 105	PLANO -0,50 15	X(T) com foria	Longe: 20 D Perto: 20 D	S/A
17	0	0	0	0	+ 1,00 -0,25 180	+ 0,50	ORTO		S/A
18	0	0	0	0	+0,50	+0,75	ORTO	-----	S/A

Orto: ortoforia; X(T) + foria: exotropia intermitente com tropia; X(T) + foria: exotropia intermitente com foria; Avsc od : acuidade visual em olho direito sem correção; Avsc oe: acuidade visual em olho esquerdo sem correção; Avcc od : acuidade visual em olho direito com correção; AV cc oe: acuidade visual em olho esquerdo com correção; Rx est od: refração estática olho direito; Rx est

oe: refração estática olho esquerdo; Desvio: medida do estrabismo. D: Dioptrias ; S/A : sem alterações. Refração medida em dioptria. Acuidade visual medida em LogMAR.

Continua abaixo:

Part	AFCL	AFCP	AFDL	AFDP	PPC	PPA	Titmus	VLb	VLB linha	Vlp	VLP linha
6	16	20	8	12	7	5	160"	1,76	10	1,06	8
7	18	30	6	12	2	3	50"	0,78	11	0,83	11
8	20	30	8	12	3	3	50"	2,20	9	1,50	7
9	20	25	6	12	4	4	50"	0,91	10	0,66	8
10	16	30	8	10	4	5	50"	0,60	10	0,93	9
11	18	25	8	10	10	5	160"	1,10	9	1,13	9
12	20	25	8	12	4	5	50"	2,47	10	2,31	7
13	16	25	8	12	6	4	63"	1,83	9	1,11	6
14	18	25	8	12	4	4	50"	1,08	10	0,91	9
15	16	20	8	12	9	2	50"	0,62	10	0,55	9
16	18	18	10	8	9	4	50"	1,09	9	0,75	6
17	20	35	8	10	4	3	50"	1,06	10	0,72	9
18	14	25	6	8	2	4	50"	0,68	10	0,77	9

AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal; AFCP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal; AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal; AFDP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal PPC: ponto próximo de convergência; PPA: ponto próximo de acomodação; VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF; VLB Linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF; Vlp: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON; VLP Linha: Acuidade visual atingida no fundo ON. Titmus medido em "segundos de arco". A velocidade de leitura foi medida em minutos.

**Tabela 3 - Dados analisados do Grupo de participantes na faixa etária de 11 anos**

Part.	Av sc od	Av sc oe	Av cc od	Av cc od	Rx est od	Rx est oe	Desvi o	Medi-d a	Versõ es
19	0,6	0,5	0	0	-2,50 DE	-2,00 DE	X(T) com tropia	Longe: 45D Perto: 45 D	S/A
20	0	0	0	0	+ 0,25	+0,25 DE	ORTO	---	S/A
21	0	0	0	0	PLAN O	PLAN O-0,25 180	Exofori a	Longe: 4D Perto: 4D	S/A
22	0	0	0	0	+0,25	+0,25 DE	X(T) com tropia	Longe: 25D Perto: 30D	S/A
23	0	0	0	0	+1,50	+ 1,50	Exofori a	Longe: 4D Perto: 14D	S/A
24	0	0	0	0	+0,50- 0,50 175	+0,75- 0,25 10	X(T ) com tropia	Longe: 45D Perto: 50 D	S/A
25	0	0	0	0	+ 1,50	+ 1,50	Exofori a	Longe: 4D Perto: 14D	S/A
26	0	0	0	0	0,50 DE	0,50 DE	ORTO	ORTO	S/A
27	0,1	0,1	0	0	+ 0,25-0, 50 130	-1,25-0 ,50 20	X(T) com tropia	Longe: 30D Perto: 30 D	S/A

28	0,2	0,5	0	0	PLAN O -0,50 175	-1,00-0 ,50 100	X(T) com tropia	Longe: 20 D Perto: 40 D	S/A
29	0	0	0	0	+ 0,50 - 0,25 15	+ 1,00 - 0,50 175	Exofori a	Longe: 2D Perto: 10D	S/A
30	0	0	0	0	+1,00- 0,50 180	+ 1,00 -0,50 170	X(T) com tropia	Longe: 20D Perto: 20D	S/A
31	0,2	0,2	0	0	+1,50 - 1,00 180	+ 1,00 - 1,00 175	ORTO	-----	S/A
32	0,2	0,1	0	0	PLAN O -0,75 165	+ 0,50 -0,5 170	ORTO	-----	S/A

Orto: ortoforia; X(T) + foria: exotropia intermitente com tropia; X(T) + foria: exotropia intermitente com foria; Avsc od : acuidade visual em olho direito sem correção; Avsc oe: acuidade visual em olho esquerdo sem correção; Avcc od : acuidade visual em olho direito com correção; AV cc oe: acuidade visual em olho esquerdo com correção; Rx est od: refração estática olho direito; Rx est oe: refração estática olho esquerdo; Desvio: medida do estrabismo. D: Dioptrias ; S/A : sem alterações. Refração medida em dioptria. Acuidade visual medida em LogMAR.

Continua abaixo:

	AFC L	AFC P	AFD L	AFD P	PPC	PPA	Titm us	VLb	VLB Linh a	Vlp	VLP Linh a
19	14	20	8	10	8	5	200"	2,47	10	1,63	6
20	18	25	8	10	3	3	50"	1,13	10	1,17	9
21	18	25	8	12	9	6	160"	1,65	10	1,25	8
22	18	20	8	10	9	5	100"	2,52	9	1,86	8
23	18	20	8	12	5	6	63"	0,86	10	0,86	9
24	16	20	8	10	8	4	200"	0,98	10	0,97	9
25	16	20	8	12	8	8	160"	2,11	9	1,44	9
26	14	25	6	8	2	4	50"	1,52	10	1,50	10
27	12	20	10	16	12	8	63"	1,00	10	0,59	8
28	20	25	12	12	3	3	100	0,63	10	0,66	9
29	25	30	10	8	10	6	50	0,61	9	0,54	9
30	16	20	10	14	10	6	50	0,65	10	0,64	10
31	16	35	8	14	6	5	50	0,91	10	0,7	8
32	16	25	10	12	3	3	50	0,97	10	1,01	9

AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal; AFCP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal; AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal; AFDP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal PPC: ponto próximo de convergência; PPA: ponto próximo de acomodação; VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF; VLB Linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF; Vlp: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON; VLP Linha: Acuidade visual atingida no fundo ON. Titmus medido em "segundos de arco". A velocidade de leitura foi medida em minutos.

**Tabela 4 - Dados analisados do Grupo de participantes na faixa etária de 12 anos**

Part.	Av sc od	Av s coe	Av cc od	Av cc oe	Rx est od	Rx est oe	Desvio	Medida	Versões
33	0,2	1,0	0	0	-1,00 – 0,75 170	-2,50 – 0,50 180	X(T) com tropia	Longe: 65 D Perto: 65 D	S/A
34	0,5	0,2	0	0	+ 0,50 -3,50 180	+ 0,50 - 3,50 180	Exoforia	Longe: 2D Perto: 5D	S/A
35	1,0	1,0	0	0	-3,50-0 ,50 20	-3,50-0 ,50 170	X(T) com tropia	Longe: 40 D Perto: 40 D	S/A
36	0	0	0	0	+ 0,75	+1,00	ORTO	-----	S/A
37	0	0	0	0	+ 0,75	+ 0,25 - 0,25 165	ORTO	-----	S/A

Orto: ortoforia; X(T) + foria: exotropia intermitente com tropia; X(T) + foria: exotropia intermitente com foria; Avsc od : acuidade visual em olho direito sem correção; Avsc oe: acuidade visual em olho esquerdo sem correção; Avcc od : acuidade visual em olho direito com correção; AV cc oe: acuidade visual em olho esquerdo com correção; Rx est od: refração estática olho direito; Rx est oe: refração estática olho esquerdo; Desvio: medida do estrabismo. D: Dioptrias ; S/A : sem alterações. Refração medida em dioptria. Acuidade visual medida em LogMAR.

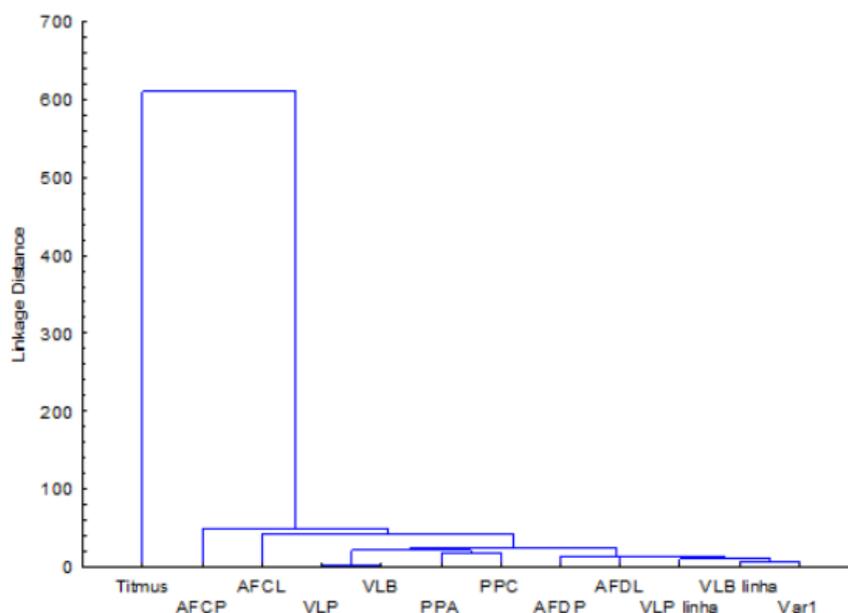
Continua abaixo:

Part.	AFC L	AFC P	AFD L	AFD P	PPC	PPA	Titmus	VLb	VLB linha	Vlp	VLP linha
33	16	20	8	14	10	7	160	0,72	10	0,78	9
34	14	20	12	10	9	2	63	0,99	10	0,87	8
35	20	16	10	18	4	4	50	0,62	10	0,55	9

36	18	25	10	14	4	4	50	1,10	10	0,82	9
37	20	30	8	12	4	3	50	0,89	10	0,96	9

AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal; AFCP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal; AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal; AFDP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal PPC: ponto próximo de convergência; PPA: ponto próximo de acomodação; VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF; VLB Linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF; VLP: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON; VLP Linha: Acuidade visual atingida no fundo ON. Titmus medido em “segundos de arco”. A velocidade de leitura foi medida em minutos.

### Gráfico 1 - A relação entre os dados pesquisados, segundo a análise de Cluster



Var 1: Variante 1. AFCL: Amplitude de fusão para longe com prisma de Base Temporal; AFCP: Amplitude de fusão para perto com prisma de Base Temporal; AFDL: Amplitude de Fusão para Longe com prisma de Base Nasal; AFDP: Amplitude de Fusão para Perto com prisma de Base Nasal PPC: ponto próximo de convergência; PPA: ponto próximo de acomodação; VLb: Velocidade de leitura tabela MNREAD OFF; VLB linha: Acuidade visual atingida no fundo OFF; VLP: Velocidade de leitura tabela MNREAD ON; VLP linha: Acuidade visual atingida no fundo ON. Titmus medido em “segundos de arco”. A velocidade de leitura foi medida em minutos.

Os resultados do cluster são apresentados considerando um gráfico de árvore hierárquica horizontal. Nestes gráficos, o eixo vertical denota a distância de ligação. Assim, para cada nó do gráfico (onde um novo cluster é formado) podemos ler a distância critério na qual os respectivos elementos foram ligados entre si em um novo cluster único. Iniciando a leitura da direita para a esquerda, os grupos de idade são diferenciados prioritariamente pela linha na qual se interrompe a velocidade de leitura (VLB linha e VLP linha) e na sequência, pelas amplitudes fusionais de divergência (AFDL e AFDP) respectivamente, evidenciando que independente da apresentação do modelo da tabela MNREAD (fundo ON X fundo OFF), a melhor acuidade visual atingida se relacionou com a Variante 1, definida pela idade dos participantes, e com a amplitude de divergência fusional para perto e para longe. PPC, PPA, VLB E VLP se mantiveram associados ao primeiro agrupamento. O resultado do Titmus não está associado à velocidade de leitura observada.

## **6. DISCUSSÃO**

A velocidade de leitura é geralmente medida em palavras por minuto e depende das habilidades motoras oculares, da dificuldade do texto, da compreensão e das habilidades de processamento cognitivo. A rapidez com que o texto pode ser lido também dependerá do número de movimentos oculares realizados, da duração de cada fixação, do número de movimentos regressivos dos olhos e da amplitude perceptual. (Palomo-Álvarez & Puell, 2009).

O objetivo desta pesquisa foi compreender o impacto dos distúrbios oculomotores sobre a velocidade de leitura em estudantes do ensino fundamental. Para isso, foi avaliado o desempenho de leitura em crianças e adolescentes entre nove e doze anos de idade, portadoras de exoforia, exotropia intermitente com foria ou tropia e crianças sem distúrbios da motilidade ocular.

Através da análise de cluster, evidenciou-se que a acuidade visual atingida apresentou maior associação com a faixa etária, e a amplitude de fusão de divergência se manteve no mesmo agrupamento, indicando uma relevante associação entre esses dados.

Diversas pesquisas evidenciam a melhora do desempenho da velocidade de leitura associada à progressão da idade na faixa etária pediátrica.

Ai Hong Chen *et al* ( 2016) realizaram um estudo para investigar o efeito da idade na acuidade e velocidade de leitura em olhos saudáveis utilizando um conjunto de sentenças contextuais e um conjunto de palavras aleatórias, em grupos de diversas faixas etárias.

Avaliaram a acuidade de leitura, o tamanho crítico de impressão e a velocidade de leitura em grupos de 40 crianças (8 a 12 anos), 40 adolescentes (13 a 19 anos), 40 adultos jovens (20 a 39 anos) e 40 adultos (40 anos ou mais) .

Considerando a faixa etária pediátrica, observou-se que a acuidade de leitura melhorou em 0,04 logMAR tanto para o conjunto de sentenças contextuais quanto para o conjunto de palavras aleatórias em crianças a adolescentes. A velocidade de leitura aumentou significativamente de crianças para adolescentes, estabilizando de adolescentes para adultos jovens.

Calebrese *et al* (2016) avaliaram o desempenho da leitura em grupos divididos por faixa etária utilizando o MNREAD com modelo ON e OFF. Observaram que a velocidade máxima de leitura aumentou dos 8 aos 16 anos, assim como a acuidade de leitura.

O melhor desempenho na velocidade de leitura na faixa etária pediátrica pode ser justificado pelo fato de crianças em séries iniciais tenderem a ler de forma mais lenta uma vez que utilizam a rota fonológica para conversão grafema-fonema. Contudo, à medida que elas vão se tornando decodificadoras fluentes e lendo a velocidades cada vez maiores, elas passam a ler mais e acabam se familiarizando com a forma visual geral das palavras, utilizando a rota lexical para realizar a leitura. (Macedo *et al.*, 2005)

Uma outra hipótese para justificar o melhor desempenho em crianças mais velhas, pode ser relacionado à função vergencial. Esta, que é necessária para uma boa coordenação binocular durante e após as sacadas, alcança maior eficiência com a faixa etária e, neste estudo, foi associada a um melhor desempenho de leitura pela análise de cluster. (Lions *et al.*, 2013)

Gaertner *et al.* (2013), avaliaram se déficits de vergência em crianças impactam a coordenação binocular das sacadas e a fixação durante a leitura. Participaram da pesquisa 12 pacientes entre 7 e 13 anos de idade, com queixa de vertigem mas sem patologias vestibular e neurológica, porém com déficits de

vergência. Movimentos oculares foram registrados durante uma tarefa de leitura com um sistema de videooculografia. Comparou-se os dados com doze controles pareados por idade com função visual normal.

Observaram que ao ler um texto, a amplitude sacádica é semelhante para pacientes com insuficiência de convergência em comparação com as crianças do grupo controle, no entanto, os pacientes mostram uma percentagem de desconjugação superior à dos controles, marcada por fraca coordenação binocular durante e após as sacadas. (Gaertner *et al.*, 2013)

O estudo mostrou ainda que pacientes com insuficiência vergencial apresentam fraca coordenação binocular durante e após as sacadas ao lerem. Os autores sugeriram que esse achado possa ser explicado pela hipótese de relação entre os sistemas sacádico e de vergência para acoplamento binocular no nível pré-motor, conforme sugerido por Lewis *et al.* (1995).

Lieberman e colaboradores, em um estudo avaliando o impacto do XT intermitente sobre a divergência fusional, levantaram a hipótese de que uma divergência fusional reduzida poderia representar um descontrole na manutenção da fusão e alinhamento ocular nas mudanças de mirada para longe e perto. A correlação mais forte encontrada no estudo foi entre o ponto de ruptura da divergência fusional e o ponto de ruptura da convergência fusional. Segundo os autores, esta correlação poderia sugerir que os pacientes com divergência fusional reduzida são também aqueles com convergência fusional reduzida. (Liebermann, 2012).

Assim como a amplitude de função de divergência, o ponto próximo de convergência e o ponto próximo de acomodação também apresentaram associação com o desempenho de leitura, segundo o gráfico de agrupamento. O PPC é um importante sinal da insuficiência de convergência, a qual se relaciona de forma consistente com sintomas de astenopia, como desconforto visual para perto, fadiga ocular, visão turva, diplopia e queixas de que as palavras parecem se mover. (Nunes, 2019)

O ponto próximo de acomodação reduzido pode representar um sinal de insuficiência de acomodação, que ao afetar a capacidade de manter o foco da visão de perto por um período prolongado, também pode provocar sintomas de

astenopia e, assim como o PPC aumentado, pode representar um obstáculo a uma leitura eficiente. (Pallomo- Alvarez, 2010).

Assim como apontar possíveis associações entre déficits da função visual e velocidade de leitura tem sido uma ação frequente, avaliar o impacto do tratamento destas condições no desempenho da leitura, também tem recebido atenção.

Rucker e Phillips afirmam que tratamentos ortópticos melhoram os sintomas associados à insuficiência vergencial que ocorrem durante a leitura, como astenopia, desfoque visual e diplopia, porém apesar da melhora dos sintomas de astenopia, não se sabe se isso se traduz em melhor desempenho na escola. (Rucker, 2018).

Apesar da urgência em se descobrir as possíveis etiologias envolvidas nas dificuldades de leitura, uma vez que esta impacta a vida acadêmica de milhares de jovens, é preciso ter cautela e olhar individualizado. Realizar estudos que investiguem essa incógnita, é fundamental não só para encontrar respostas, mas principalmente para inibir condutas sem embasamento científico que atrasem diagnósticos.

Entre as limitações do estudo, pauta-se o desafio para alcançar a amostra planejada para a pesquisa. Na metodologia inicial, a amostra seria composta por crianças entre 8 e 12 anos de idade. Durante a coleta de dados, foi observado que crianças com 8 anos não identificavam as letras. O relato dos familiares foi bastante homogêneo ao citar o afastamento das escolas e a ausência de aulas remotas secundárias à pandemia de COVID- 2019, como principal fator no atraso da alfabetização destas crianças. Estes relatos coincidem com o relatório SAEB/ 2021, o qual confirma que no primeiro ano de pandemia praticamente todas as escolas suspenderam as atividades presenciais (99,3%) e apenas 9,9% retornaram à sala de aula durante o ano letivo, e que em 2021, grande parte das escolas brasileiras (82,6%) adotou atividades híbridas ou presenciais em algum momento do ano letivo. O atraso na alfabetização provocou adequação da faixa etária da amostra, com ajuste do limite inferior para 9 anos de idade, porém foi frequente a impossibilidade de incluir crianças, estrábicas ou não, no estudo, por não saberem ler.

## CONCLUSÃO

A leitura envolve diversos estágios de processamento, incluindo processamento visual, processamento fonológico e processamento semântico de nível superior, imprimindo significado à palavras e frases. A natureza complexa e multifacetada da leitura sugere que deficiências em qualquer fase do processamento podem causar dificuldades no ato de ler, (Joo *et al.*, 2017)

Neste estudo observamos que a idade influencia na velocidade de leitura e esta informação se relacionou com a acuidade de leitura e com as funções vergenciais. Estes achados também evidenciados em outros estudos, merecem devida atenção pois podem ser a peça fundamental na melhora da vida acadêmica de crianças e adolescentes.

## REFERÊNCIAS

Aleci, C., & Belcastro, E. (2016). Parallel convergences: A glimpse to the magno-And parvocellular pathways in visual perception. **World J Res Rev**, 3(3), 34-42.

Almeida, H. C., Curi, R., Almeida, H. C., & Curi, R. (1997). **Manual de estrabismo**. Rio de Janeiro.

APA. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5**. 5a ed. Arlington: American Psychiatric Association, 2013.

Bamberger, Richard. (1977). **Como incentivar o hábito da leitura**. Tradução de Octavio Mendes Cajado. SP: Cultrix.

Bavelier, D., Levi, D. M., Li, R. W., Dan, Y., & Hensch, T. K. (2010). Removing brakes on adult brain plasticity: from molecular to behavioral interventions. **Journal of Neuroscience**, 30(45), 14964-14971.

Bicas, H. (2004). Fisiologia da visão binocular. **Arq. Bras. Oftalmol.** 67 • <https://doi.org/10.1590/S0004-27492004000100032>

Bicas, H. E. A.. (2003). Oculomotricidade e seus fundamentos. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 66, n. 5, p. 687–700.

Birch, E. E. (2013). Amblyopia and binocular vision. **Progress in retinal and eye research**, 33, 67-84.

Bitan, T., Burman, D. D., Chou, T. L., Lu, D., Cone, N. E., Cao, F., & Booth, J. R. (2007). The interaction between orthographic and phonological information in children: an fMRI study. **Human brain mapping**, 28(9), 880-891.

Black, A. A., Wood, J. M., Hoang, S., Thomas, E., & Webber, A. L. (2021). Impact of amblyopia on visual attention and visual search in children. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, 62(4), 15-15.

Blair, K., Cibis, G., & Gulani, A.C. (2024). Amblyopia. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): **StatPearls Publishing**. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430890/>

Bolger, D.J., Perfetti, C.A., & Schneider, W. (2005). Cross-cultural effect on the brain revisited: Universal structures plus writing system variation. **Human Brain Mapping**, 25.

Booth, J. R., Burman, D. D., Meyer, J. R., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Mesulam, M. M. (2002). Functional anatomy of intra-and cross-modal lexical tasks. **Neuroimage**, 16(1), 7-22.

Bosse, M. L., & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. **Journal of Research in Reading**, 32(2), 230-253.

Braverman, RS. (2015).Types of Amblyopia. **American Academy of Ophthalmology**.

Calabrese, A., Cheong, A. M., Cheung, S. H., He, Y., Kwon, M., Mansfield, J. S., ... & Legge, G. E. (2016). Baseline MNREAD measures for normally sighted subjects from childhood to old age. **Investigative ophthalmology & visual science**, 57(8), 3836-3843.

Campos, D.M. de S. (2014). **Psicologia da Aprendizagem**. 41 ed. Petrópolis: Vozes.

Carvalhais, L. S. de A., & Silva, C.. (2007). **Consequências sociais e emocionais da dislexia de desenvolvimento**: um estudo de caso. *Psicologia*

Escolar E Educacional, 11(1), 21–29.

<https://doi.org/10.1590/S1413-85572007000100003>

Castro, C. T. M. DE.; Kallie, C. S.; Salomão, S. R.. (2005). Elaboração e validação de tabela MNREAD para o idioma português. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 68, n. 6, p. 777–783,

Chandra, J., et al. (2020). Modulation of oculomotor control during reading of mirrored and inverted texts. **Scientific Reports**, 10(1), 4210.

Chen, A. H., Khalid, N. M., & Buari, N. H. (2019). Age factor affects reading acuity and reading speed in attaining text information. **International journal of ophthalmology**, 12(7), 1170–1176. <https://doi.org/10.18240/ijo.2019.07.19>

Cirino, P. T., Barnes, M. A., Roberts, G., Miciak, J., & Gioia, A. (2022). Visual attention and reading: A test of their relation across paradigms. **Journal of experimental child psychology**, 214, 105289.

**Conselho Brasileiro de Oftalmologia**. (Coordenador: Alves, M. R.; Editores: Carvalho, K. M., Zin, A., Bicas, H. E. A., *et al.*). (4<sup>a</sup> ed.). (2016). *Oftalmologia Pediátrica e Estrabismo*. Rio de Janeiro: Cultura Médica.

Cooper J, Jamal N. (2012) Convergence insufficiency-a major review. **Optometry (St. Louis, Mo.)**. 83(4):137-158. PMID: 23231437.

Cornelissen, P., Bradley, L., Fowler, S., & Stein, J. (1991). What children see affects how they read. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33(9), 755-762.

Crossland, M. D., Culham, L. E., & Rubin, G. S. (2004). **Fixation stability and reading speed in patients with newly developed macular disease**. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(4), 327-333.

Curi, I., Nakayama, S. A., Pereira, É. M., Hopker, L. M., Eizenbaum, F., Barcellos, R. B., ... & Rossetto, J. D. (2023). Diretrizes brasileiras para cicloplegia e midríase em crianças. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, 86(4), 388-396.

Dehaene S, Pegado F, Braga LW, *et al.* (2010). How learning to read changes the cortical networks for vision and language. **Science** (New York, N.Y.). DOI: 10.1126/science.1194140. PMID: 21071632.

Dehaene, S.; Pegado, F.; Braga, L. W.; Ventura, P.; Nunes Filho, G.; Jobert, A.; Dehaene-Lambertz, G.; Kolinsky, R.; Morais, J. & Cohen, L. (2010).. How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. **Science** 330, 1359-1364.

Dominguez, O., & Carugno, P. (2020). **Learning disability.**

Duane, A. (1897). **A new classification of the motor anomalies of the eye:** based upon physiological principles, together with their symptoms, diagnosis, and treatment. JH Vail.

Dusek, W. A., Pierscionek, B. K., & McClelland, J. F. (2011). **An evaluation of clinical treatment of convergence insufficiency for children with reading difficulties.** BMCophthalmology.

Falkenberg, H. K., Rubin, G. S., & Bex, P. J. (2007). Acuity, crowding, reading and fixation stability. **Vision Research**, 47(1), 126-135.

Feizabadi, M., Jafarzadehpur, E., & Akrami, M. (2018). Accommodation, convergence, and stereopsis in dyslexic schoolchildren. **Middle East African Journal of Ophthalmology**, 25(1), 14.

Fernandes, A. G., & Ferraz, N. N. (2022). The effects of amblyopia on children's reading performance after patching treatment. **European Journal of Ophthalmology**, 32(1), 575-579.

- Ferrari A, Costa M. (2019). Estudo dos valores normativos das amplitudes fusoriais de convergência e divergência oculares. **eOftalmo**. 5(4):167-72. <http://dx.doi.org/10.17545/eOftalmo/2019.0028>
- Fischer, B., Hartnegg, K., & Mokler, A. (2000). Dynamic visual perception of dyslexic children. **Perception**, 29(5), 523-530.
- Flynn, J. T., Woodruff, G., Thompson, J. R., Hiscox, F., Feuer, W., Schiffman, J., Corona, A., & Smith, L. K. (1999). **The therapy of amblyopia**: an analysis comparing the results of amblyopia therapy utilizing two pooled data sets. *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 97, 373–395.
- Freeman, R. D. (2017). 2015 Charles F. Prentice Medal Award Lecture: Neural Organization of Binocular Vision. *Optometry and Vision Science*, 94(10), 931-938.
- FREIRE, P. A importância do ato de ler. **A importância do ato de ler** – em três artigos que se completam. São Paulo: Cortez, 1982a.
- Gabriel, R.; Morais, J.; Kolinsky, R.. (2016). A aprendizagem da leitura e suas implicações sobre a memória e a cognição. **Ilha do Desterro**, v. 69, n. 1, p. 61–78, jan. 2
- Gaertner, C., Bucci, M. P., Ajrezo, L., & Wiener-Vacher, S. (2013). Binocular coordination of saccades during reading in children with clinically assessed poor vergence capabilities. **Vision research**, 87, 22-29.
- Goldstein, E. B.. (2013) **Sensation and perception**. 9ed. Cengage Learning.
- Handler, S. M., Fierson, W. M. (2017). Reading difficulties and the pediatric ophthalmologist. **Journal of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus**, 21(6), 436-442.
- Hassan, L. I., Ibrahim, S. M., Abdu, M., & MohamedSharif, A. (2018). Prevalence of convergence insufficiency among secondary school students in Khartoum, Sudan. **Oman journal of ophthalmology**, 11(2), 129.

Hopkins, S., Black, A. A., White, S. L. J., & Wood, J. M. (2019). **Visual information processing skills are associated with academic performance in Grade 2 school children.** *Acta ophthalmologica*, 97(8), e1141–e1148.

<https://doi.org/10.1111/aos.14172>

Hussaindeen, J. R., & Murali, A. (2020). Accommodative insufficiency: Prevalence, impact and treatment options. **Clinical optometry**, 135-149.

Jainta, S., Jaschinski, W., & Wilkins, A. J. (2010). Periodic letter strokes within a word affect fixation disparity during reading. **Journal of Vision**, 10(13), 2-2.

Joo, S. J., Donnelly, P. M., & Yeatman, J. D. (2017). The causal relationship between dyslexia and motion perception reconsidered. **Scientific Reports**, 7, 4185. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04471-5>

Kandel, E., Schwartz, J. H., & Jessel, T. M. (2014). **Princípios da neurociência.** Barueri: Manole.

Kanski, J. J. (2016). **Oftalmologia clínica:** Uma abordagem sistêmica. Editora Elsevier.

Kapoula Z, Bucci M, Jurion F, Ayoun J, Afkhami F, Brèmond- Gignac D (2007) **Evidence for frequent divergence impairment in French dyslexic children: deficit of convergence relaxation or of divergence per se?** *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 245:931– 936

Kaur K, Gurnani B. Esotropia. [Updated 2023 Jun 11]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): **StatPearls Publishing**; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK578207/>

Kelly KR, Jost RM, De La Cruz A, Birch EE. (2015). **Amblyopic children read more slowly than controls under natural, binocular reading conditions.** J

AAPOS. (6):515-20. doi: 10.1016/j.jaapos.2015.09.002. Epub 2015 Nov 20. PMID: 26610788; PMCID: PMC4688187.

Kelly, K. R., Jost, R. M., De La Cruz, A., Dao, L., Beauchamp, C. L., Stager Jr, D., & Birch, E. E. (2017). Slow reading in children with anisometric amblyopia is associated with fixation instability and increased saccades. **Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus**, 21(6), 447-451

Khan T. Is There a Critical Period for Amblyopia Therapy? Results of a Study on Older Anisometric Amblyopes. **J Clin Diagn Res**. 2015 Aug;9(8):NC01-4. doi: 10.7860/JCDR/2015/13277.6288. Epub 2015 Aug 1. PMID: 26435975; PMCID: PMC4576568.

Kimberly Meier, Deborah Giaschi; Unilateral Amblyopia Affects Two Eyes: Fellow Eye Deficits in Amblyopia. **Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.** 2017;58(3):1779-1800. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-20964>

Kolinsky, R., Morais, J., Cohen, L., & Dehaene, S. (2019). **As bases neurais da aprendizagem da leitura.**

Kuperman, V., & Van Dyke, J. A. (2011). Effects of individual differences in verbal skills on eye-movement patterns during sentence reading. **Journal of memory and language**, 65(1), 42-73.

Lefton, L. A., Nagle, R. J., Johnson, G., & Fisher, D. F. (1979). Eye Movement Dynamics of Good and Poor Readers: Then and Now. **Journal of Reading Behavior**, 11(4), 319-328. <https://doi.org/10.1080/10862967909547338>

Legge, G. E., Cheung, S. H., Yu, D., Chung, S. T., Lee, H. W., & Owens, D. P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. **Journal of vision**, 7(2), 9-9.

Leiba H, Shimshoni M, Oliver M, Gottesman N, Levartovsky S. Long-term follow-up of occlusion therapy in amblyopia. **Ophthalmology**. 2001;108:1552–1555.

Levi, D. M., Song, S., & Pelli, D. G. (2007). Amblyopic reading is crowded. **Journal of Vision**, 7(2), 21-21.

Lewis, R. F., Zee, D. S., Repka, M. X., Guyton, D. L., Miller, N. R. (1995). Regulation of static and dynamic ocular alignment in patients with trochlear nerve pareses. **Vision Research**, 35, 3255-3264.

Liebermann, L., Hatt, S. R., Leske, D. A., Yamada, T., Mohney, B. G., Brodsky, M. C., & Holmes, J. M. (2012). Assessing divergence in children with intermittent exotropia. **Strabismus**, 20(1), 11-16.

Lions, C., Bui-Quoc, E., Seassau, M., & Bucci, M. P. (2013). Binocular coordination of saccades during reading in strabismic children. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, 54(1), 620-628.

Lovegrove, W. J., Bowling, A., Badcock, D., & Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. **Science**, 210(4468), 439-440.

Macedo, E. C. D., Capovilla, F. C., Nikaedo, C. C., Orsati, F. T., Lukasova, K., Capovilla, A. G. S., & Diana, C. (2005). Teleavaliação da habilidade de leitura no ensino infantil fundamental. **Psicologia Escolar e Educacional**, 9, 127-134.

Martins, M. (2021). **As bases biológicas da leitura**. Autores associados.

Messias, A., CRUZ A., A. A. V., SCHALLENMULLER, S. J., & TRAUZETTEL-KLOSISNK. S. (2008). Textos padronizados em português (BR) para medida da velocidade de leitura: comparação com quatro idiomas europeus. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, 71(4): 553-558.

Miller, N. P., Aldred, B., Schmitt, M. A., & Rokers, B. (2020). Impact of amblyopia on the central nervous system. **Journal of binocular vision and ocular motility**, 70(4), 182-192.

Molday, R. S., & Moritz, O. L. (2015). Photoreceptors at a glance. **Journal of cell science**, 128(22), 4039–4045. <https://doi.org/10.1242/jcs.175687>

Niechwiej-Szwedo, E., Colpa, L., & Wong, A. M. (2019). Visuomotor behaviour in amblyopia: deficits and compensatory adaptations. **Neural Plasticity**.

NJCLD National Joint Committee on Learning Disabilities (1988). Letter to NJCLD member organisations. NJCLD Interagency Committee on Learning Disabilities National Institutes of Health

Nunes, A.F., Monteiro, P.M.L., Ferreira, F.B.P. *et al.* (2019). Convergence insufficiency and accommodative insufficiency in children. **BMC Ophthalmol** 19, 58. <https://doi.org/10.1186/s12886-019-1061-x>

Oliveira, M. K. (2008). **Pensar a educação**: contribuições de Vygotsky. São Paulo: Ática.

Palomo-Álvarez C, Puell MC (2008). mAccommodative function in school children with reading difficulties. **Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol**, 246:1769–1774

Palomo-Álvarez, C., & Puell, M.C. (2010). Binocular function in school children with reading difficulties. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, 248, 885-892.

Pavlidis G. Th. (1981). Sequencing, eye movements and the early objective diagnosis of dyslexia. In Pavlidis G. Th. & Miles T. R. (Eds.), **Dyslexia research and its applications to education**. London: Wiley, 1981. Pp. 99–163. (b)

Perrin Fievez, F., Lions, C., & Bucci, M. P. (2018). Preliminary study: Impact of strabismus and surgery on eye movements when children are reading. **Strabismus**, 26(2), 96-104.

Purves, Dale; AUGUSTINE, George; FITZPATRICK, David *et al.*. **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. **Psychological bulletin**, 124(3), 372.

Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J.(2006). Eye Movements as Reflections of Comprehension Processes in Reading. **Scientific Studies of Reading**, 10(3), 241–255.

Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. **Psychonomic bulletin & review**, 17(6), 834-839.

Rehman, I., Mahabadi, N., Motlagh, M., & Ali, T. (2023). Anatomy, head and neck, eye Fovea. In **StatPearls** [Internet]. StatPearls Publishing.

Rucker, J. C., & Phillips, P. H. (2018). Efferent vision therapy. **Journal of Neuro-Ophthalmology**, 38(2), 230-236.

Schotter, E. R., Angele, B., & Rayner, K. (2012). Parafoveal processing in reading. **Attention, Perception, & Psychophysics**, 74, 5-35.

SOUZA, G. DA S. *et al.*(2013). A visão através dos contrastes. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 45–60.

Stein, J. (2014). **Dyslexia**: the role of vision and visual attention. *Current developmental disorders reports*, 1, 267-280

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades?. **Journal of child psychology and psychiatry**, 45(1), 2-40.

Von Noorden, G. K. (1996). **Binocular vision and ocular motility**. Theory and management of strabismus.

Xiang, M., Zhou, H., & Nathans, J. (1996). **Molecular biology of retinal ganglion cells**. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 93(2), 596-601. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.2.596>

Zagui, R. (2019). **Ambliopia**: revisão da literatura, definição, avanços e tratamentos. *eOftalmo*, 5(3), 116-127.

Zhang, A. J., & Wu, S. M. (2009). Receptive fields of retinal bipolar cells are mediated by heterogeneous synaptic circuitry. ***The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience***, 29(3), 789–797.

<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4984-08.2009>

#### **Links consultados:**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Nota Informativa do IDEB**.

[https://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/portal\\_ideb/planilhas\\_para\\_download/2021/nota\\_informativa\\_ideb\\_2021.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2021/nota_informativa_ideb_2021.pdf). Acesso em 23 nov. 2023.

SAEB. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO BÁSICA. **Relatório dos resultados do SAEB 2016**. Disponível em:

[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=94161-saeb-2017-versao-ministro-revfinal&category\\_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=94161-saeb-2017-versao-ministro-revfinal&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192)- acesso em 23 nov. 2023.

SAEB. DIRETORIA DE AVALIAÇÃO DA ATENÇÃO BÁSICA. **Relatório dos resultados do SAEB 2021**.

<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>. Acesso em 10 out. 2023.

**UNICEF.** Educação brasileira em 2022 \_ A voz dos adolescentes.  
[https://www.unicef.org/brazil/media/20186/file/educacao-em-2022\\_a-voz-de-adolescentes.pdf](https://www.unicef.org/brazil/media/20186/file/educacao-em-2022_a-voz-de-adolescentes.pdf). Acesso em 23 nov. 2023.

## **APÊNDICES**

### **1- Estrabismos**

Em condições fisiológicas, teremos a ortoforia, caracterizada pelo alinhamento binocular. Quando ocorre quebra desta fusão, seja de forma espontânea ou observada durante o exame oftalmológico, será observada uma condição denominada heteroforia. (Almeida, 1997)

A heteroforia é o desvio latente mantido pela capacidade fusional, enquanto a heterotropia é o desvio manifesto, em que um dos eixos visuais não mantém o alinhamento com o ponto de fixação. (Almeida, 1997)

As heteroforias podem ser classificadas como:

- Esoforia (desvio medial)
- Exoforia (desvio lateral)
- Hiperforia ou hipoforia (desvios verticais)

Pacientes com bom controle fusional não apresentam sintomas, porém, de acordo com o tamanho do desvio, a amplitude fusional e a necessidade visual da pessoa, essa fusão pode ser prejudicada, quebrando o paralelismo ocular. Em casos como este, sintomas de astenopia, como cansaço ocular, cefaléia, hiperemia conjuntival e sonolência podem surgir.

#### **1.1 Esoforia**

É caracterizada pelo desvio latente medial e permanecem equilibradas pela amplitude de divergência fusional. A divergência fusional apresenta pequena amplitude, atingindo de 4 a 6 D para longe e 6 a 12 D para perto. (Almeida, 1997)

Apresentam origem:

- Acomodativa: alta relação convergência acomodativa por acomodação (CA/A)
- Baixa reserva fusional negativa (divergência)
- Anatômica ou parética

### **1.2 Exoforia:** (CBO, 2016)

Caracterizada pelo desvio latente lateral. São mais frequentes que as esoforias e se mantêm latentes graças a capacidade de convergência fusional. A amplitude de convergência fusional varia de 12 a 15 D para longe e acima de 25 D para perto.

Podem ter origem:

- Refrativa (miopia, presbiopia, anisometropia miópica)
- Baixa reserva fusional positiva (convergência)
- Anatômica ou parética

### **1.3. Insuficiência de convergência**

A Insuficiência de convergência é uma disfunção da visão binocular caracterizada pela incapacidade do paciente em convergir com precisão ou manter uma convergência precisa ao focar em objetos próximos. Geralmente está associada a sintomas como fadiga ocular, visão embaçada, visão dupla, dores de cabeça e problemas relacionados à leitura. (Kanski, 2016)

Existe uma grande variação na literatura sobre dados epidemiológicos, variando entre 1,75 a 33 % de prevalência, e nos sinais e sintomas apresentados pelos pacientes. (Cooper J, 2012)

Embora exista divergência na literatura sobre os sinais existentes, um sinal consistente defendido por Duane, é sobre o ponto próximo de convergência. O ponto próximo de convergência é o ponto para o qual as linhas de visão são direcionadas quando a convergência está no máximo. De acordo com Duane, um ponto próximo de convergência menor que 7,5 cm é o sinal clínico mais consistente encontrado em pessoas com insuficiência de convergência. (Nunes, 2019)

É caracterizada pelos seguintes sinais: (Cooper J, 2012)

- 4) Exoforia maior para perto do que longe
- 5) Quebra do ponto próximo de convergência maior ou igual a 7 cm

## 6) Diminuição da convergência fusional para perto

Outras características importantes são:

- Embora a insuficiência de convergência esteja comumente relacionada à exoforia, esta também ocorre em pacientes ortofóricos.
- A maioria dos pacientes apresenta amplitude fusional baixa para perto.
- Capacidade acomodativa ruim tem sido apontada como uma possível causa para a insuficiência de convergência.
- De modo geral, a estereopsia está preservada.

Etiologia: (CBO, 2016)

- Atraso no desenvolvimento da convergência por ser um movimento filogeneticamente tardio
- Anatômico: grande distância interpupilar
- Distúrbios oculares: dissinergia acomodação/ convergência na miopia não corrigida, hipermetropia muito alta, anisometropia.

### 1.4 Esotropias (CBO, 2016)

As esotropias são caracterizadas por um desvio ocular convergente, intermitente ou constante.

Originam-se a partir de distúrbios inervacionais, fatores mecânicos (estruturais) ou a combinação de ambos.

Podem ser classificadas de acordo com a época do surgimento, pela associação com a acomodação, pelo relacionamento com distúrbios neurológicos, entre outros fatores.

Classificação:

1. Idade do início do desvio:
  - Congênita ou infantil (início antes dos 6 meses de idade)
  - Adquirida
2. Frequência do desvio:
  - Constante

- Intermitente
3. Relacionado com a acomodação
- Acomodativa
  - Não acomodativa

As esotropias também podem ser relacionadas a outras patologias, como doenças neurológicas, fibroses musculares, sensoriais (baixa visão), cirurgias oculares, entre outras causas. Para este trabalho, discorreremos sobre as esotropias mais comuns em crianças. (CBO, 2016)

### **Esotropia congênita ou infantil (Síndrome de Ciancia)**

Forma mais frequente de estrabismo na infância.

Principais características:

- Grande ângulo de desvio
- Baixo erro refrativo
- Ausência de distúrbios neurológicos
- Limitação bilateral da abdução, simétrica ou assimétrica
- Nistagmo sacádico, com fase rápida para o lado do olho fixador, na abdução.
- Fixação cruzada, provocando posição viciosa de cabeça
- Posição viciosa de cabeça, girada para o olho fixador
- Frequente associação com hiperfunção do oblíquo inferior
- Frequente associação com desvio vertical associado

### **Esotropia acomodativa (CBO, 2016)**

Surgimento normalmente após os 12 meses de vida. Manifesta-se, usualmente, em crianças com graus moderados a elevados de hipermetropia, com desvios inicialmente intermitentes e corrige totalmente com o uso de óculos. O desvio pode ser secundário à hipermetropia e / ou relacionado à CA/A moderadas ou altas. Quando o desvio não é totalmente corrigido com os óculos, é chamado de parcialmente acomodativo, com indicação de correção cirúrgica do estrabismo residual. Neste casos, a visão binocular não é normal, mesmo com a correção

cirúrgica do desvio residual. No desvio totalmente acomodativo, a visão binocular é normal, na condição do uso de óculos. Avaliar o desenvolvimento da visão binocular e de microtropias, condição que pode interferir com o desenvolvimento adequado na binocularidade nestes casos, é de suma importância. (CBO, 2016)

### **Esotropia infantil não acomodativa**

A esotropia não acomodativa adquirida é um distúrbio do alinhamento ocular caracterizado por um esodesvio não acomodativo que se desenvolve após os 6 meses de idade em uma criança saudável.

Espera-se que uma relação CA/A elevada subjacente, predisponha a este tipo de esotropia. O ponto próximo de acomodação está dentro da faixa normal para a idade nesses pacientes. (Duane, 1897)

A principal etiopatogenia é uma convergência acomodativa excessiva associada à amplitude normal de acomodação. Este desvio é geralmente pequeno e intermitente no início e torna-se constante ao longo do tempo. (Duane, 1897)

Os pacientes frequentemente desenvolvem ambliopia.

### **Esotropia de pequeno ângulo**

O desvio de até 8D horizontal ou vertical é chamado microtropia, sendo a microesotropia a mais frequente. A microestotropia pode ser primária, quando está presente desde o nascimento, ou secundária, quando ocorre devido a um tratamento clínico e/ ou cirúrgico.

As principais características são:

- Esotropia menor que 8D
- Duções normais
- Visão binocular anômala com estereopsia subnormal
- Vergência fusional presente
- Alguns pacientes apresentam ambliopia com fixação excêntrica no olho não fixador
- História familiar positiva

### 1.5 Exotropia (CBO, 2016)

Caracterizadas por um desvio ocular divergente, as exotropias podem ser intermitentes, quando a amplitude de convergência fusional é capaz de controlar o desvio de forma constante ou por períodos prolongados, ou constante quando o olho está sempre desviado. (Bicas, 2003)

Podem ocorrer secundários a fatores estáticos (mecânicos e anatômicos) e dinâmicos (forças inervacionais).

Os exodesvios são menos frequentes que os esodesvios, sendo mais frequentes em mulheres, com surgimento antes dos 2 anos de idade.

São mais comuns em pacientes com deficiências neurológicas, anomalias craniofaciais e história familiar positiva. (CBO, 2016)

#### **Exotropia intermitente**

É a forma mais frequente de exodesvio. Caracterizado por um desvio de pequeno ou médio ângulo, com desenvolvimento normal da visão binocular.

Durante o paralelismo ocular a visão binocular é normal, apresentando supressão do olho desviado no momento da tropia. Pode estar associada a hiperfunção dos músculos oblíquos superiores.

O desequilíbrio nos mecanismos de convergência resulta no exodesvio e entender quais os mecanismo de convergência estão envolvidos no exodesvio, é importante para a conduta do paciente.

Pode ser classificado como:

- X(T) tipo básica: desvio de longe e perto é igual ou até 10 D entre eles
- X(T) tipo insuficiência de convergência: o desvio de perto é maior que o desvio de longe
- X(T) tipo excesso de divergência: desvio de perto é menor que o de longe
- X(T) tipo pseudoexcesso de divergência: o desvio para perto é menor que o desvio de longe, mas as medidas se igualam após quebra do mecanismo de convergência fusional e / ou acomodativa.

#### **Exotropias constantes:**

Exotropia infantil:

A exotropia infantil constante é uma entidade rara, surgindo nos primeiros meses de vida. Pode ser secundária a doença ocular ou sistêmica.

Características:

- Desvio de 30 a 90 D
- Erros refracionais semelhantes ao da população geral
- Ambliopia em 25% dos casos, normalmente relacionado ao estrabismo
- Associação com DVD e hiperfunção de oblíquos inferiores.
- Anisotropia em V é mais comum que em A.
- Nistagmo latente pode ocorrer, mas é menos frequente que na esotropia congênita.

### **Exotropia da síndrome de monofixação descompensada (CBO, 2016)**

Combinação de características sensoriais e motoras presentes em condições binocular. Há um escotoma foveal no olho fixador, fusão periférica, estereopsia grosseira e frequentemente ambliopia variável no olho não fixador.

Tem como uma das características apresentar um pequeno desvio manifesto (menor que 8D), com um componente de heteroforia e amplitudes de convergência e divergência funcional preservadas.

É mais comum esodesvios que exodesvios.

Pode ser primária, inata, irreversível, hereditária ou secundária a anisometropia, lesão macular ou após cirurgias.

Manifestação clínica:

- Astenopia em 40% dos casos
- Heteroforia em 40% dos casos
- Exotropia intermitente que pode evoluir para constante
- Ambliopia dependente da causa subjacente, sendo maior na anisometropia e menor nos pós- cirúrgicos.

### **Exotropia sensorial:**

É o desvio divergente secundário a perda visual de longa duração de um olho. É caracterizada por um desvio grande (30 a 100 D) que tende a aumentar com o passar do tempo.

**AVALIAÇÃO OFTALMOLÓGICA PARA O TRABALHO : IMPACTO DOS  
DISTÚRBIOS OCULOMOTORES SOBRE A VELOCIDADE DE LEITURA DE  
ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL**

NOME:

SEXO: IDADE:

FILIAÇÃO:

ESCOLARIDADE:

ESCOLA:

HDA:

HPP:

MEDICAÇÕES EM USO:

H.GEST/ PARTO/ DESENVOLVIMENTO:

EXAME OFTALMOLÓGICO:

ACUIDADE VISUAL SEM CORREÇÃO PARA LONGE

OD: OE:

AV SEM CORREÇÃO PARA PERTO

OD: OE:

REFRAÇÃO DINÂMICA( REALIZADA NO AUTO-REFRATOR)

OD:

OE:

REFRAÇÃO ESTÁTICA ( REALIZADA NO AUTO-REFRATOR E REFINADA NO  
GREENS)

OD:

OE:

ACUIDADE COM CORREÇÃO PARA LONGE:

OD: OE:

ACUIDADE COM CORREÇÃO PARA PERTO:

OD: OE:

MOTILIDADE OCULAR:

MEDIDA E CLASSIFICAÇÃO DO ESTRABISMO:

AVALIAÇÃO DAS VERSÕES

PONTO PRÓXIMO DE CONVERGÊNCIA:

AMPLITUDE DE FUSÃO: CONVERGÊNCIA: LONGE PERTO

DIVERGÊNCIA: LONGE PERTO

PONTO PRÓXIMO DE ACOMODAÇÃO:

RESULTADO DO TITMUS:

VELOCIDADE DE LEITURA:

FUNDO BRANCAO:

FUNDO PRETO:

