

Rastreamento ocular e a educação especial inclusiva: uma revisão sistemática

Eye tracking and inclusive special education: a systematic review

Eye tracking y educación especial inclusiva: una revisión sistemática

Leonardo dos Santos Batista¹

 <https://orcid.org/0000-0002-6774-5715>

Kate Mamhy Oliveira Kumada²

 <https://orcid.org/0000-0002-5278-9782>

Priscila Benitez³

 <https://orcid.org/0000-0003-3501-7606>

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo a investigação do uso do rastreamento ocular na educação inclusiva, visto que essa ferramenta é uma maneira de medida implícita e não invasiva da medida do olhar. Tais dados podem atuar como avaliadores do processo atencional durante a realização de atividade pedagógica por estudantes pertencentes ou não da Educação Especial e Inclusiva. Nos questionamos então “Como o rastreamento ocular está sendo utilizado na educação matemática sob a perspectiva do desenho universal para aprendizagem?”. Para responder, realizamos uma revisão sistemática nos bancos de dados nacionais e internacionais. Identificamos uma lacuna quanto a um público diverso, com trabalhos anteriores sempre mantendo um perfil comportamental pouco detalhado ou muito homogêneo, bem como recursos visuais não muito elaborados. Ao fim, propomos um protocolo que compilou todas as especificações dos métodos utilizados, contendo as informações frequentemente registradas pela literatura, o detalhamento de perfil e de métricas do ramo. Contribuindo para a área de rastreamento ocular no contexto da Educação Especial e Inclusiva.

Palavras-chave: Rastreamento Ocular. Educação Inclusiva. Matemática. Desenho Universal.

Abstract: The present research aimed to investigate the use of eye tracking in inclusive education, since it is an implicit and non-invasive way of measuring the gaze. Such data can act as evaluators of the attentional process during the performance of pedagogical activity by students belonging or not to Special and Inclusive Education.

¹ Mestranda em Engenharia e Gestão da Inovação pela Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil. E-mail: l-leon-n@hotmail.com

² Doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP); Docente da Universidade Federal do ABC/UFABC, Santo André, SP, Brasil. E-mail: kate.kumada@ufabc.edu.br

³ Doutora em Psicologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); Docente da Universidade Federal do ABC/UFABC, Santo André, SP, Brasil. E-mail: priscila.benitez@ufabc.edu.br

We then asked ourselves “How is eye tracking being used in mathematics education from the perspective of universal design for learning?”. To respond to that question, we performed a systematic review of national and international databases. We identified a gap regarding a diverse audience, with previous works always maintaining a somewhat detailed or very similar behavioral profile, as well as not very elaborate visual resources. In the end, we propose a protocol that compiled all the specifications of the methods used, containing the information frequently recorded in the literature, the detailing of the profile and metrics of eye tracking. Contributing to the area of eye screening in the context of Special and Inclusive Education.

Keywords: Eye Tracking. Inclusive education. Math. Universal Design.

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo investigar el uso del seguimiento ocular en la educación inclusiva, ya que esta herramienta es una forma implícita y no invasiva de medir la medición de la mirada. Tales datos pueden actuar como evaluadores del proceso atencional durante el desempeño de la actividad pedagógica por parte de los estudiantes pertenecientes o no a la Educación Especial e Inclusiva. Luego nos preguntamos “¿Cómo se está utilizando el seguimiento ocular en la educación matemática desde la perspectiva del diseño universal para el aprendizaje?”. Para responder, realizamos una revisión sistemática de bases de datos nacionales e internacionales. Identificamos una brecha en términos de audiencia diversa, con trabajos anteriores siempre manteniendo un perfil de comportamiento poco detallado o muy homogéneo, así como visuales poco elaborados. Al final, proponemos un protocolo que recopiló todas las especificaciones de los métodos utilizados, conteniendo la información frecuentemente registrada en la literatura, los detalles del perfil y las métricas de la sucursal. Aportando al área de tamizaje ocular en el contexto de la Educación Especial e Inclusiva.

Palabras-clave: Registro visual. Educación inclusiva. Matemáticas. Diseño universal.

Introdução

A Educação Especial e Inclusiva (EEI) pode ser entendido como um movimento social complexo que propõe ações para reduzir e eliminar as diferentes barreiras presentes na escola. Ela promove acesso e busca por estratégias para permanência e conclusão dos estudos por todas as pessoas, visando alcançar melhor qualidade de vida por meio da educação (NUNES; MADUREIRA, 2015; KOSCHECK, 2020). Assim sendo, compreende-se que uma escola inclusiva deve trabalhar com os estudantes pelas habilidades e demandas individuais, realizando as adequações requisitadas (NERY; BATISTA, 2004; NUNES; MADUREIRA, 2015).

Enquanto algumas adequações são de ordem estrutural, tal como a substituição de escadas por rampas de acesso, outras podem ser metodológicas, tal como a inserção de recursos que valorizem o visual dentro de salas de aula com surdos. Alinhamos assim a EEI com a perspectiva do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que também aborda as flexibilidades didáticas e metodológicas necessárias para implementar a Educação para Todas as pessoas (NUNES; MADUREIRA, 2015; OLIVEIRA; MUNSTER; GONÇALVES, 2019).

Dentro do DUA, o estudante é considerado como um sujeito multifacetado e único, cujos processos de ensino e de aprendizado devem ser condizentes com sua individualidade (MEYER *et al.*, 2014 apud NUNES; MADUREIRA, 2015).

Considerando tais características, Prais e Rosa (2017, p. 415) descrevem o DUA como a “[...] elaboração de um conjunto de objetos, ferramentas e processos pedagógicos, que visam que o conceito

de acesso e acessibilidade seja transposto no processo de ensino e de aprendizagem dos alunos no contexto da inclusão educacional [...]”. Cabendo aos profissionais da educação o papel de praticá-la no ambiente escolar, identificando as necessidades dos alunos, removendo suas barreiras educacionais, propondo estratégias e desenvolvendo um currículo próprio (NUNES; MADUREIRA, 2015).

Entretanto, tais ações ainda não foram amplamente adotadas, havendo muito potencial inexplorado em torno do DUA, principalmente em locais marcados pela desigualdade social (NUNES; MADUREIRA, 2015). Inclusive, na educação matemática brasileira os dados das avaliações de larga escala, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), demonstram a urgência de apoio para se trabalhar a qualidade do ensino para todos os estudantes (BRASIL, 2020).

É válido destacar que esse programa se pauta nos ideais de numeramento, definido pela literatura (BAKER; STREET; TOMLIN, 2003; VIANA; BARRETO; GOMES, 2015) como um conjunto de práticas matemáticas que se desenvolvem em torno de um contexto, valorizando a capacidade argumentativa com base nos conceitos da disciplina, assim como considera as “[...] concepções culturais mais amplas que dão significado aos eventos, incluindo os modelos que os participantes trazem para ele.” (BAKER; STREET; TOMLIN, 2003, p. 12). Em suma, um ensino de matemática pautado no numeramento procura trabalhar sob a vivência dos estudantes, proporcionando uma aprendizagem significativa, estabelecendo relações com o meio e afastando-se da memorização dos processos (VIANA; BARRETO; GOMES, 2015).

Em paralelo, Mendes (2007) faz um estudo sobre o numeramento no contexto da educação indígena, consultando e analisando professores deste contexto. No texto, relata-se sobre as experiências ali vividas, destacando de maneira positiva a visualidade imersa em uma cultura predominantemente ágrafa, meio pelo qual eles praticam o numeramento. Os professores em questão expunham os problemas de maneira visual, com desenhos, símbolos e narrativas próprias, além de desenhar suas anotações no diário de classe, mostrando como sua cultura molda sua aula, bem como destaca a necessidade desenvolver tais habilidades para interagir naquele meio.

Assim, em meio a discussão da visualidade, entremos agora na educação de surdos, aquela voltada ao ensino do público surdo, então considerados pela legislação brasileira como sujeitos visuais, isto é, que vivenciam sua vida cotidiana e escolar através da visualidade (BRASIL, 2005), ressalvo os indivíduos não videntes que experienciam através de outros meios. Dentro dessa área é indicado privilegiar a visualidade, visto que a cultura surda é predominantemente visual e ágrafa, fazendo parte de uma minoria linguística que tem a Libras como sua primeira língua e o português como segunda língua. Neste campo, prevalece a dita pedagogia visual, cujos pilares são a própria cultura surda e a valorização do visual, tendo os processos de ensino e de aprendizagem permeados pela interação das duas (LACERDA; SANTOS; CAETANO, 2013).

Isto posto, podemos compreender que o ensino não precisa ser baseado na escrita ou oralidade, também pode e é efetivo ser feito por meio de provocações visuais, simbolismo e muitos outros recursos de cunho visual, requisitando claro, a devida condução por estes processos, para que seja feito o desenvolvimento do letramento visual (REILY, 2003).

Diante disso, nós temos indícios que o enriquecimento visual pode ser aproveitado por muitos estudantes. Entretanto, como podemos verificar se este pensamento é coerente? Para esta resposta, Carpenter (1988) associa o enfoque visual com a atenção do indivíduo vidente, isto é, existe uma tendência em focalizar o olhar onde concentramos nossa atenção. Com isto, uma linha de pesquisa que vem ganhando força na EEI é aquela que usa de instrumentos em torno do rastreo ocular, uma ferramenta capaz de coletar dados da nossa visualização, captando aspectos como quais são os setores que mais se focaliza, quanto tempo ficaram naquele ponto, dentre outras métricas. De forma que nos é permitido mapear esse olhar, tendo estudos buscando relacionar o aprendizado com este mapa gerado (BARRETO, 2012).

Mediante as discussões, esta pesquisa teve como premissa o seguinte questionamento "Como a medida de rastreo ocular (ou processamento visual) está sendo utilizada no ensino e na avaliação no ensino de Matemática a partir de uma perspectiva do DUA?". Para atender a premissa, foram delineadas as seguintes perguntas de pesquisas específicas: a) Quais as principais medidas que têm sido utilizadas em relação ao rastreo (tempo e número de fixações? dilatação da pupila?); b) Quais equipamentos têm sido utilizados? c) Quais tarefas experimentais têm sido empregadas nesse contexto? e d) Quais recursos visuais estão sendo empregados nestas pesquisas?

Para respondê-las, encontramos em Batista e Kumada (2021) uma discussão do potencial de pesquisas de cunho bibliográfico para poder mapear tendências de uma área de estudo, justificamos assim a adoção do método da revisão sistemática na literatura, com o objetivo geral investigar o uso do rastreo ocular na educação inclusiva. O estudo teve como objetivo adicional identificar os encaminhamentos e diálogos do rastreo ocular, para orientar a elaboração de novos materiais didáticos para garantia da Educação para Todos, no contexto brasileiro.

Método

O método da revisão sistemática é caracterizado como um tipo de consulta bibliográfica que possui o rigor científico e a transparência dos procedimentos como fator principal, apresentando um protocolo de ação detalhado, explícito e imutável que analisa os dados disponíveis na literatura para responder uma pergunta, por meio de seis etapas, a saber: a formulação do problema direcionador; a definição dos repositórios de busca; a descrição dos métodos de busca; a seleção dos trabalhos

mediante critérios claros; a análise dos dados e a documentação dos resultados (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014). Para tal, foram eleitos oito bancos de dados, dispostos na Tabela I.

Tabela I. Resultados das buscas nos Bancos de Dados

Banco de Dados	RE	PR	TR
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	187	5	0
Google Acadêmico	1058	4	0
Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	1703	2	0
Periódicos Eletrônicos em Psicologia	15	0	0
Portal Brasileiro de Publicações Científicas em Acesso Aberto	568	5	0
Rede de Revistas Científicas da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal	331	2	0
Repositório da Produção USP	291	0	0
Scientific Electronic Library Online	78	4	0
Total	4231	22	0

Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Nota. RE-Resultados Encontrados; PR-Parcial Relação; TR-Total Relação

Procedimento de coleta dos estudos e análise dos dados

A busca foi realizada entre os dias 13 de janeiro de 2021 e 23 de janeiro de 2021. Cada um dos bancos de dados possui um sistema de busca particular, assim, com a finalidade de padronizarmos a busca, foram desenvolvidos três grupos de termos chave compatíveis com cada repositório: a) contendo os termos sinônimos de mapeamento visual sendo rastreamento do olhar, movimentos oculares e rastreamento ocular; b) matemática; c) desenho universal. Com base nesses três grupos foi desenvolvido quatro combinações para a busca, tentando privilegiar o tema central, mas deixando em aberto a possibilidade de encontrar trabalhos que não entraram em todas as especificidades desejadas, assim: 1) todos os grupos de busca; 2) o grupo do mapeamento visual combinado com a matemática; 3) o grupo do mapeamento visual combinado com o DUA; 4) apenas o grupo do mapeamento visual.

Vale destacar que o filtro de recorte temporal não foi aplicado na busca, bem como procuramos pelos termos-chave dispostos em qualquer parte do documento (título, resumo, corpo do texto). Com isso, realizamos uma leitura superficial dos trabalhos, analisando títulos e resumos, validando-os com cinco critérios de inclusão, a saber: a) relação direta com a área de educação especial e inclusiva com o rastreio ocular; b) disponibilidade do arquivo para download ou visualização; c) gratuidade do documento; d) unicidade do trabalho, isto é, artigos que não foram encontrados anteriormente; e) parcial relação com a pesquisa, atendendo de um a dois grupos dos tópicos de interesse (mapeamento visual, matemática e DUA), sendo esse último critério usado para categorizar quais trabalhos realmente unem todos os pontos apresentados e quais tem apenas parcial relação.

O não cumprimento dos critérios de inclusão, levou a exclusão dos trabalhos, ou seja, nossos critérios de exclusão são as antíteses, a saber: a) não relação com a temática; b) não disponibilidade do trabalho; c) não gratuidade; e d) artigo repetido. Os materiais advindos desse levantamento foram analisados e seus resultados organizados e apresentados na Tabela 2, exibindo como a área ainda é pouco explorada pelos pesquisadores.

Tabela 2. Resultados das buscas sob a perspectiva das combinações

Combinação	Resultados Encontrados	Relação Parcial	Relação Total
1	39	2	0
2	1104	4	0
3	136	2	0
4	2952	14	0
Total	4231	22	0

Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Em relação aos tópicos de interesse, tivemos que: a) nenhum dos trabalhos trouxe alguma perspectiva do Desenho Universal; b) 14 documentos estavam atrelados à educação; c) cinco tinham relação com a matemática; d) 15 trabalharam com o público do Atendimento Educacional Especializado (AEE); e) não havia nenhum que fizesse a intersecção entre os tópicos; f) se excluirmos o DUA obtemos apenas dois que discutiam a EEI, a matemática e o rastreamento ocular.

Para análise dos dados, partimos de uma abordagem qualitativa que procura trazer a valorização do contexto que o fenômeno está inserido, também possui um viés descritivo e almeja os significados particulares dos dados ali encontrados (DENZIN; LINCOLN, 2006; MARCONI, LAKATOS, 2011). Para tabulação e setorização dos dados foi utilizado o modelo de fichas proposto por Severino (2007) composto por: a) palavras-chave utilizadas; b) ano de publicação; c) países de origem da(s) autora(s)(es); e) contextos das pesquisas; f) objetivo dos trabalhos; g) público alvo; h) número de participantes; i) faixa etária dos participantes; j) etapa escolar dos participantes; k) havia professores dentre os participantes?; l) métodos experimentais; m) dispositivo de rastreamento ocular; n) limitações do estudo; o) dados de análise; p) material visual disponibilizado; q) resultados e discussões; e r) estudos futuros indicados.

Resultados e Discussões

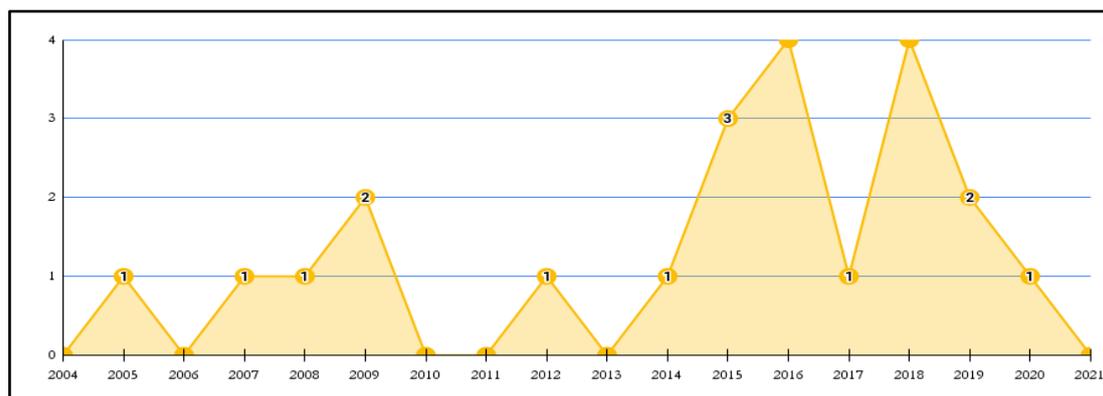
Os 22 trabalhos selecionados (COVRE *et al.*, 2005; MACEDO *et al.*, 2007; ORSATI *et al.*, 2008; MECCA *et al.*, 2009; VELLOSO; ARAUJO; SCHWARTZMAN, 2009; CREDIDIO, 2012; CAVALCANTE *et al.*, 2014; BERARDINELI, 2015; RAHME, 2015; SCHWARTZMAN *et al.*, 2015; AUDI, 2016; DAL FABBRO; THOMAZ, 2016; ROSA *et al.*, 2016; VAN'T NOORDENDE *et al.*, 2016;

VIEIRA; TEIXEIRA; CHAVES, 2017; CASTANHO, 2018; MORAES *et al.*, 2018; RAZUK *et al.*, 2018; SANTIAGO, 2018; CAVALCANTE *et al.*, 2019; CHRISTO, 2019; WOLOSZYN; GONÇALVES; MERINO, 2020) como resultados relacionaram o rastreamento ocular, a educação especial e/ou a matemática, sendo discutidos de forma setorizada.

Onde e quem está pesquisando o rastreamento de olhar?

É sabido como grupos de pesquisas e eventos científicos impactam a produção da comunidade científica, as trocas de saberes entre cada pesquisador impulsionam o conhecimento e lapidam seus trabalhos através de apontamentos e discussões. Dessa forma, a existência de barreiras físicas, temporais e linguísticas podem dificultar essas trocas. O Gráfico 1 mostra um aumento expressivo no fim da década, podendo indicar um crescente interesse nesta área, desenvolvendo-se por conta do aperfeiçoamento das tecnologias e também da sua aplicação na educação, possibilitando uma análise quantificada da percepção visual dos indivíduos.

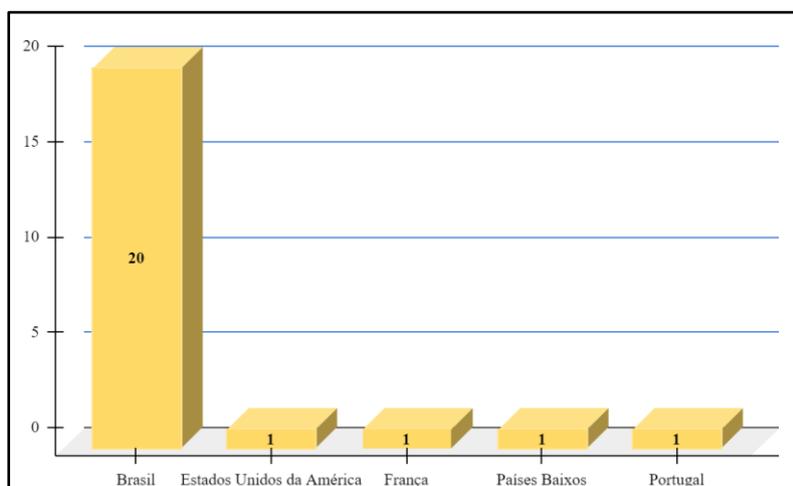
Gráfico 1. Ano de publicação dos documentos



Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Como consta no Gráfico 2, as pesquisas encontradas apontam um polo brasileiro que vem se desenvolvendo na área. É fundamental destacar a limitação comum nesse tipo de revisão, visto que mesmo que o *corpus* inicial seja composto por 4231 documentos, possivelmente há trabalhos em outras plataformas e formatos. Sendo esse um indicativo baseado na nossa busca.

Gráfico 2. Países de origem da(s)(os) autora(s)(es)



Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Quais os objetivos dos estudos?

Identificamos algumas tendências nos enfoques dos estudos, podendo se categorizar em três grupos. O primeiro focaliza os aspectos cognitivos, usando o movimento dos olhos para avaliar e relacionar com propostas de natureza didática. Sinteticamente, encontramos neste grupo os objetivos de: a) analisar as contribuições de pictogramas para a cognição de pessoas com autismo (CASTANHO, 2018); b) verificar se crianças com Síndrome de Rett (SR) fixaram os conceitos de cores, formas e posição espacial, após expostas aos conteúdos previamente (VELLOSO; ARAUJO; SCHWARTZMAN, 2009); e d) comparar o desempenho cognitivo de surdos sinalizantes com ouvintes (SANTIAGO, 2018).

O segundo e terceiro grupo concentraram mais trabalhos, apresentando uma proposta central muito semelhante, no qual queriam usar o rastreamento do olhar para produzir métricas oculares para algum padrão próprio do indivíduo ou na realização de determinada atividade, como por exemplo, abrir uma geladeira ou ainda como uma pessoa com Transtorno do Espectro Autista (TEA) olha para uma foto. Assim, nestes grupos, mesmo dialogando com a pedagogia, em geral esse era um aspecto secundário. O fator que os diferenciava era o público de participantes, em que um trabalhava com o da educação especial e o outro não.

Isto posto, o segundo grupo contém trabalhos cujos objetivos eram: a) associar padrões de olhar na busca de elementos imagéticos com distratores (MACEDO *et al.*, 2007; CREDIDIO, 2012); b) procurar relacionar o desempenho de matemática com o padrão do rastreamento de olhar (CHRISTO, 2019); c) entender o comportamento dos olhos de estudantes em uma atividade em sala que usa o computador (CAVALCANTE *et al.*, 2019); d) mensurar os mecanismos humanos para enumeração de

quantidade (DAL FABBRO; THOMAZ, 2016); e) investigar as estratégias oculares dentro de tarefas de rotação mental (COVRE *et al.*, 2005); f) analisar as formas distintas de navegação entre os usuários de alto e baixo letramento (CAVALCANTE *et al.*, 2014); g) identificar as diferenças estratégicas para estimativa de linhas numéricas em crianças com e sem discalculia (VAN'T NOORDENDE *et al.*, 2016); e h) avaliar se existe variação ou padrão ocular entre pessoas com diferentes repertórios cognitivos perante um material visual (ROSA *et al.*, 2016).

Por fim, o terceiro grupo tinha o objetivo de: a) verificar o tempo de fixação de crianças com autismo perante estímulos, com e sem apoio dorsal (RAHME, 2015); b) avaliar crianças e jovens com Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (TID) neuropsicologicamente (ORSATI *et al.*, 2008); c) comparar o padrão do olhar de surdos e ensurdecidos no momento da leitura de legendas (VIEIRA; TEIXEIRA; CHAVES, 2017); d) examinar a relação entre o controle postural de crianças disléxicas e o mapeamento ocular (RAZUK *et al.*, 2018); e) encontrar o padrão do olhar das pessoas com SR (BERARDINELLI, 2015); f) encontrar o foco de atenção no olhar de pessoas com Paralisia Cerebral (PC) (AUDI, 2016); g) verificar os principais focos de atenção do usuário surdo quando exposto a uma videoaula acessível (WOLOSZYN; GONÇALVES; MERINO, 2020); h) analisar o olhar de pessoas com Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD) perante figuras sociais e não sociais (MECCA *et al.*, 2009); i) comparar o padrão do olhar de pessoas com SR e pessoas com autismo (SCHWARTZMAN *et al.*, 2015); e g) avaliar a qualidade do avatar de tradução de Libras automático de um site governamental (MORAES *et al.*, 2018).

Com base nos dados, percebe-se que a busca por métricas e padrões dominam a literatura atual da área, os pesquisadores buscam identificar maneiras de relacionar os pontos de atenção dos participantes com fatores específicos. Essa nítida atenção às métricas do olhar acabam por gerar desfalques em outros setores, deixando o material visual e o público alvo, como veremos ao longo do trabalho, em segundo plano.

Quais são os participantes?

Quanto à caracterização dos participantes, os dados foram dispostos de maneiras diferentes, sendo identificado que: a) as idades eram exibidas em forma de médias, aproximações ou ainda em intervalos, seja eles grandes ou pequenos; b) a etapa escolar não foi registrado em 40,9% dos casos, no restante constava que 9,1% continham o público da Educação Infantil, 18,2% do Ensino Fundamental, 9,1% do Ensino Médio e 36,4% do Ensino Superior; c) as pesquisas com o público do AEE traziam o diagnóstico/laudos dos participantes para poder efetuar a caracterização, já nos outros trabalhos não

era descrito se havia ou não pessoas deste grupo; d) não há presença de professores dentre os participantes.

As pesquisas também apresentaram diferenças na amostra atingida, variando entre um e 83 participantes, mas com valores de média predominantemente baixos, onde a moda está em 10, mediana em 13 e média geral em aproximadamente 21,7. O que nos indica que, em geral, os trabalhos se concentram entre 10 a 20 participantes por pesquisa.

Ressaltamos que em três trabalhos (ORSATI *et al.*, 2008; ROSA *et al.*, 2016; CHRISTO, 2019) foi realizada uma sondagem dos estudantes, com o objetivo de ter um comparativo inicial para posterior análise dos dados. Como alternativa ou complemento para o entendimento do ponto de partida, também foi usada a inserção do grupo controle, presente em Orsati *et al.* (2008), Mecca *et al.* (2009), Audi (2016), Rahme (2015) e Van't Noordende *et al.* (2016). A Tabela 3 exibe a caracterização dos participantes pelos pesquisadores.

Tabela 3. Dados dos participantes da pesquisa

Público	Faixa etária em anos	Etapa escolar	Quantidade
Pc TEA	de 4 à 5	EI	4
Surdos	Não informa	Não informa	1
Surdos	Não informa	ES	5
PsD	Não informa	ES	57
Pc PC	de 6 à 12	Não informa	17
PsD	Não informa	ES	83
Surdos; Ouvintes	de 19 à 41	ES	12
Pc SR	de 4 à 12	EI:EF	10
PsD	de 20 à 50	ES	18
PsD	de 10 à 12	EF	14
PsD	de 8 à 11	EF	30
Pc TEA	Não informa	Não informa	7
PsD	de 18 a 64	EM: ES	10
Pc TEA	de 0 à 5	Não informa	10
Pc SR	de 2 à 30	Não informa	18
Surdos; Ouvintes	em torno de 30	Não informa	30
PsD	em torno de 24	ES	40
Pc TID	de 8 à 19	EF: EM	10
PsD	em torno de 23	Não informa	10
Pc TGD; PsD	de 8 à 14	Não informa	11
Pc TEA; Pc SR	de 4 à 30	Não informa	42
PsD	em torno de 30	ES	39

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nota. Pc - Pessoas com; PsD - Pessoas sem Deficiência; TGD - Transtornos Globais do Desenvolvimento; SR - Síndrome de Rett; TEA - Transtorno do Espectro Autista; PC - Paralisia Cerebral; EI - Ensino Infantil; EF - Ensino Fundamental; EM - Ensino Médio; ES - Ensino Superior.

Não foi encontrado em qualquer estudo algum meio de definir um perfil psicológico/comportamental dos participantes, não havendo uma construção comportamental mesmo

que todos os trabalhos envolvam a análise de um comportamento. Através desses achados, ainda é nebuloso na literatura a influência das características individuais dos participantes nos seus comportamentos oculares. De forma que ainda nos questionamos como podemos registrar e avaliar essas influências.

Quais os métodos adotados?

A Tabela 4 exibe as limitações e capacidades dos dispositivos usados nas pesquisas de acordo com os relatórios, evidenciando assim uma pluralidade na divulgação dos métodos adotados.

Tabela 4. Limitações dos dispositivos informada pelos autores

Dispositivo	Distância do monitor	Hz	Pontos de calibração	Latência	Varição do olhar
SMI iView RED	60-80 cm	500	9	<4ms	0,4°
SMI Eye Tracking Glasses 2w	NI	NI	NI	NI	NI
SMI Eye Tracking Glasses 2w	35 cm	NI	NI	NI	NI
BeGaze da SMI	60-80 cm	500	9	<4ms	0,4°
Tobii X2 T60	40-55 cm	NI	5	NI	NI
Sistema Eyegaze	50 cm	60	NI	NI	NI
Tobii TX300	NI	NI	NI	NI	NI
Tobii I750	NI	NI	NI	NI	NI
Tobii TX300	NI	300	NI	<60ms	0,5°
Tobii T60	NI	60	9	<3ms	0,2°
Mobile Eyebrian Tracker	60 cm	300	NI	NI	0,25°
Não informa	50 cm	NI	NI	NI	NI
Tobii T120	NI	NI	NI	NI	NI
RED500 SMISensoMotoric	60 cm	500	5	<0,5ms	NI
Mirametrix S2 Eye Tracking v.2.0.057	50 cm	NI	NI	NI	NI
Tobii TX300	NI	300	NI	NI	NI
Eyegaze	NI	60	NI	NI	NI
Tobii I750	NI	NI	NI	NI	NI

Tobi T120	NI	120	NI	<33ms	0,3°
Tobii 1750	50 cm	NI	NI	NI	NI
Tobii 1750	NI	NI	NI	NI	NI
Tobii T-60	60 cm	60	NI	NI	0,5°

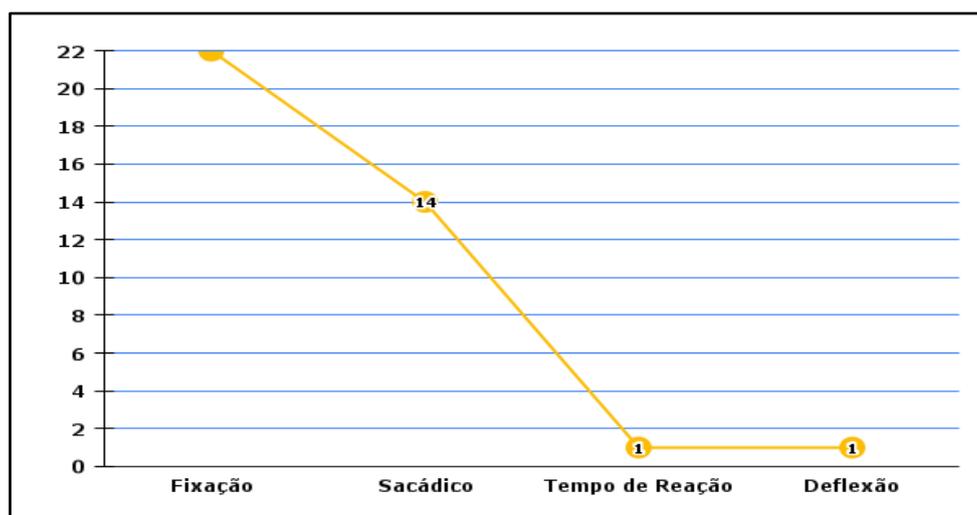
Nota. NI - Não Informa

Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Fica claro com a tabela que ainda não temos protocolos e métodos na área, bem como ainda não temos normalização na exibição desses dados, de forma que cada trabalho registra o que considera necessário para a publicação. Tivemos o dispositivo utilizado como descrição mais comum, aparecendo em 95,5% dos casos, sendo em maioria (54,6%) o Tobii. Entretanto, havia uma ausência frequente (entre 50% e 77,3%) no registro dos outros dados, como por exemplo o parâmetro da variação na horizontal e vertical suportada pelos dispositivos, que foi relatado apenas nos trabalhos de Credidio (2012), Castanho (2018) e Christo (2019).

Essa problemática se agrava nas métricas do rastreamento ocular, não tendo registros do que foi estipulado como necessário para ser considerado, por exemplo, uma fixação ou sacada, atuando como dificultador para comparação dos dados. Assim, mesmo havendo maior acordo entre eles em utilizar a fixação, como consta no Gráfico 3, não havia uma definição da mesma, deixando questionamentos como “quanto tempo corresponderia uma fixação?”, “esse valor pode ser unânime ou é particular de cada indivíduo?”, “como foi estipulado este valor?” ou ainda “Como podemos comparar estes dados?”.

Gráfico 3. Principais métricas focalizadas pelos estudos



Fonte. Elaborado pelos autores, 2022.

Focalizando agora materiais imagéticos e visuais disparadores, tivemos: a) diversos pictogramas com representações de desenhos infantis, comportamentos sociais, expressões faciais e orações simples (CASTANHO, 2018); b) videoaulas com intérpretes de Libras de ciências sociais do Núcleo de Educação Online (NEO) do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) (WOLOSZYN; GONÇALVES; MERINO, 2020); c) avatar de Libras do site da prefeitura de Vitória da Conquista, Bahia (MORAES *et al.*, 2018); d) prova escrita de matemática (CHRISTO, 2019); e) aplicativo que exhibe ilustrações de frutas (AUDI, 2016); f) quadro preenchido com letras do alfabeto (MACEDO *et al.*, 2007); g) legendas do documentário Globo Repórter da Rede Globo (VIEIRA; TEIXEIRA; CHAVES, 2017); h) círculos com cores (VELLOSO; ARAUJO; SCHWARTZMAN, 2009); moedas (DAL FABBRO; THOMAZ, 2016); i) quadros preenchidos com números (CREDIDIO, 2012; VAN'T NOORDENDE *et al.*, 2016); j) textos digitados (RAZUK *et al.*, 2018); k) ilustrações de animais e suas sombras (CAVALCANTE *et al.*, 2019); l) sites comerciais das lojas Casa Show e Óticas do povo (CAVALCANTE *et al.*, 2014); m) sequências imagéticas contendo pessoas, expressões faciais; objetos; lugares (MECCA *et al.*, 2009; RAHME, 2015); n) ilustrações da Galinha Pintadinha e Peppa Pig (BERARDINELLI, 2015); o) teste de daltonismo de Ishihara, ou seja círculos coloridos que formavam números no centro da placa (SANTIAGO, 2018); p) objetos tridimensionais compostos por 10 blocos (COVRE *et al.*, 2005); q) pontos e cruzes pretos (ORSATI *et al.*, 2008); r) quadros com imagens de rostos de adultos, crianças e bebês (SCHWARTZMAN *et al.*, 2015); s) as pinturas de Vincent Van Gogh "O Café à Noite na Place Lamartine" e uma versão modificada do "Filho do Homem" de René Magritte (ROSA *et al.*, 2016).

De maneira sintética, os recursos visuais disponíveis podem ser categorizados em: ilustrações (12), sendo representações de frutas, objetos, animais, socializações, desenhos e lugares; videoaulas (1); documentários (1); sites (1); números e letras (5); avatar de Libras (1); e pictogramas (1). Já as funções desempenhadas por eles foram para exibir: orações (1); comportamentos sociais (3); expressões faciais (3); desenhos infantis (1); intérprete de Libras (1); textos e questões para leitura (3); elementos para identificação (12); e sequências numéricas (1).

A análise também identificou que 59,01% dos recursos eram usados para que os participantes identificassem elementos em uma tarefa para avaliação da atenção, 4,55% para contagem, 18,18% para leitura e escrita, 13,64% para compreensão e 4,55% para rotação mental. Em Macedo *et al.* (2007) e Covre *et al.* (2015) também foram inseridos elementos distratores durante as tarefas.

Podemos entender a partir destes dados que mesmo as pesquisas sendo feitas a partir dos estímulos visuais, os recursos utilizados em si desempenham um papel menor, sendo apenas contemplativos ou para provocar a visualização. Não explorando as diversas possibilidades dos recursos visuais na educação, nem os avaliando a partir das métricas do rastreamento ocular.

O que os estudos encontraram?

Nesta sessão, compilou-se os principais resultados dos 22 trabalhos descritos, mostrando também como foi o desempenho do rastreo ocular e as dificuldades de sua implementação. De maneira geral, a operacionalização da medida do olhar no campo educacional especializado ainda requer maiores investigações futuras. Assim, temos que:

1) Castanho (2018) constatou que pictogramas icônicos e não icônicos não possuem diferenças em relação a taxa de fixação de pessoas com TEA, já em relação às cores foi percebido maior fixação nas coloridas do que nas em preto e branco. Também foi descrito que existe uma correspondência direta entre a região do pictograma e seu ponto de fixação, isso significa que se uma imagem deste tipo é maior, o indivíduo com TEA tende a ter mais pontos de fixação para se apoiar.

Confirmou-se também as dificuldades apontadas por esse grupo em relação a atenção, planejamento e em perceber as mudanças de estímulo, mesmo existindo a tendência em focar em detalhes específicos (CASTANHO, 2018). Quanto ao interesse pelo recurso visual em questão, os participantes não chegaram em um consenso.

2) Em Moraes *et al.* (2018) foi descrito que o avatar automático não conseguiu realizar uma boa tradução para o site, faltou vocabulário e execução dos sinais, não o considerando adequado para o papel de promotor da acessibilidade. Ainda aponta que de maneira geral, o site apresenta diversos erros neste âmbito da inclusão, os botões não estão devidamente dispostos e sinalizados, bem como a tela reservada ao avatar é pequena e apresenta problemas técnicos. Este evento pode indicar o potencial do rastreo nos processos de avaliação de recursos visuais, no caso, o de sinalização da Libras.

3) No estudo de Woloszyn, Gonçalves e Merino (2020), constatou-se que durante a videoaula, foi incômodo para o surdo a escrita em movimento junto da falta de sincronia entre o intérprete e o texto em português, visto que como indivíduo bilíngue podia sentir a necessidade de confirmar uma informação na outra língua, ou ainda para termos e sinais desconhecidos, sendo a diferença de tempo prejudicial. Podemos notar aqui, que novamente o rastreo ocular conseguiu identificar fatores positivos e negativos, no caso os presentes na acessibilidade de surdos.

4) Em Audi (2016) as pessoas com PC atingiram os melhores resultados nas extremidades da tela, sendo baixos os valores no centro. O estudo também mostrou que o tamanho não era relevante nos processos.

5) A análise de Macedo *et al.* (2007) concluiu que os participantes encontraram a letra espelhada em meio às regulares mais facilmente do que o inverso. Outro fenômeno descrito pelo estudo foi que quanto mais elementos a se analisar, menor é o tempo da fixação e maior é o número de fixações.

6) O estudo de Vieira, Teixeira e Chaves (2017, p. 523) conseguiu encontrar, com base no rastreamento ocular, qual seria a melhor legenda para o grupo de surdos e ouvintes trabalhado, onde foram evitadas “quebras indevidas dos sintagmas e orações”. Ainda é possível expandir a ideia destes resultados e entender o rastreamento como uma maneira de se trabalhar visualmente com um grupo específico, isto é, podemos usar esta ferramenta na educação como forma de conhecer as facilidades e dificuldades de nossos estudantes, promovendo flexibilizações embasadas no rastreamento ocular.

7) Os resultados de Velloso, Araújo e Schwartzman (2009) não conseguiram afirmar nada, as crianças com SR não chegaram em um padrão sobre a aprendizagem de cor e forma, indicando ainda que os acertos podem ter sido aleatórios.

8) Dal Fabbro e Thomaz (2016) confirmaram a literatura, também encontrando a correlação direta entre o tempo de reação, com a habilidade de mensurar números dos usuários. Também se mostrou relevante a ordenação dos dados, nos testes com números bem organizados era possível utilizar outras estratégias, como por exemplo, a multiplicação para estimar onde estaria o objeto de desejo.

9) No estudo de Van't Noordende *et al.* (2016) foi registrado que às crianças com dificuldades em matemática não utilizaram a estimativa funcional, isto é, quando era pedido para localizar um número, não havia busca nos elementos que iniciavam, ou terminavam, as sequências.

10) Em Orsati *et al.* (2008, p. 289) é traçado um perfil de olhar com crianças com TID, descrevendo a presença da “[...] dificuldade de regulação de atenção, preparação para atenção e inibição de respostas para execução da atividade proposta [...]”.

11) Os participantes com TGD apresentaram um padrão na percepção visual, sendo um pouco mais frequente a atenção em objetos do que em pessoas, alimentos e natureza, também seguiram uma tipologia mais organizada que desorganizada (MECCA *et al.*, 2009).

12) Rahme (2015) encontra o suporte de costas como um bom auxiliar para as crianças, visto que aumentou a concentração dos participantes.

13) No estudo de Bernardineli (2015) não foi possível encontrar muitos dados, contudo, o estudo indica que as crianças com SR olharam para a tela de maneira intencional, preferencialmente para o lado esquerdo da tela.

14) Foi traçado e classificado comportamentos em Covre *et al.* (2005) indicando também que conforme maior a rotação, mais complexo os padrões do olhar. No trabalho, foi possível determinar quatro padrões de olhar, além de debater qual teria sido a melhor estratégia (COVRE *et al.*, 2005).

15) Percebe-se por Credidio (2012) que a complexidade da imagem implica em padrões de busca, os mais simples resultam em padrões mais sistemáticos, já as complexas mais aleatórias. Vale trazer um trecho sobre as métricas do trabalho, no qual:

[...] encontramos uma distribuição em lei de potência para os movimentos fixacionais e uma forma log-normal para os movimentos sacádicos, indicando que o primeiro provavelmente é o resultado de um processamento serial de informação, enquanto o último resulta de processamento em paralelo. Tais resultados pareceram independentes do participante efetuar uma busca sistemática ou aleatória. (CREDIDIO, 2012, p. 42).

16) No estudo piloto de SCHWARTZMAN *et al.* (2015), que trabalhou com pessoas com TEA e SR, há evidências de que pessoas com SR tendem a ter um domínio social mais preservado do que seus aspectos cognitivos. O trabalho também desvinculou a idade com o comportamento social dos dois grupos, supondo assim, que sua história de vida individual influencia nesse aspecto.

17) Em Cavalcante *et al.* (2019), denota-se que é possível usar o rastreamento de olhar para conhecer melhor seu aluno, reforçando os apontamentos aqui já feitos. O desempenho singular somado a um comportamento ocular diferente pode munir o educador, permitindo identificar as dificuldades e auxiliar sobre como trabalhar com as crianças com TEA (CAVALCANTE *et al.*, 2019).

18) O estudo conseguiu identificar padrão nos usuários de baixo letramento digital com base nas medidas do rastreamento, esses usuários tendem a ler toda a página para ir no local de interesse, principalmente quando os ícones não possuem legenda (CAVALCANTE *et al.*, 2014).

19) Santiago (2018) buscou verificar a cognição, comparando surdos, ouvintes e intérpretes ouvintes. Os resultados métricos do olhar, mostraram que os surdos tinham um desempenho melhor nos desafios visuais dados, seguido pelos intérpretes e por fim, com uma grande diferença, os ouvintes não sinalizantes. Com isso, a autora denota que a Libras desenvolve este aspecto, ainda relacionado com o tempo de aprendizagem do praticante, onde pessoas que aprenderam mais cedo a língua, obtiveram resultados melhores nos testes de labirinto e no jogo dos sete erros. Esta visão se coaduna com a pedagogia visual trazida neste artigo, visto que estes testes além de lógicos são visuais, de forma que indivíduos que desenvolvem sua visualidade podem interpretar as informações mais rapidamente.

20) Já em Rosa *et al.* (2016) foi possível dividir os grupos com base no desempenho do teste Mini Mental State Examination. O grupo com mais dificuldades apresentou maiores sacadas alternadas para reviver as memórias do objeto. Isto pode indicar, como já mencionado, que traçar um perfil com base no grau de conhecimento da área pode auxiliar na busca dos padrões.

21) O estudo de Razuk *et al.* (2018) comparou as crianças com e sem dislexia, identificando nas crianças com dislexia, maior duração na fixação, mais pró-sacadas, mais retrô-sacadas, menores amplitudes das sacadas, dificuldade em manter a postura ereta e maior tempo para ler. Já nas atividades visuais que não possuem processos semânticos ou lexicais não houve diferenças, com isso, a postura não parece ser um elemento relevante, vindo de contraponto ao trabalho de Rahme (2015) que sugeriu

que o apoio das costas poderia auxiliar. Entretanto, como houve diferença de registro dos participantes e dos métodos, dificulta entender a razão dos resultados distintos.

22) Por fim, em Christo (2019) foram desenvolvidas algumas hipóteses em torno dos comparativos entre estudantes com bom e mal desempenho matemático. Embora existam diferenças nas métricas entre os dois grupos, o estudo não conseguiu chegar em uma conclusão afirmativa sobre tal, descrevendo que não é possível distinguir as métricas dos olhares entre os dois grupos. Apenas foi identificado uma diferença no tempo de leitura, onde aqueles com dificuldade demoraram mais e demonstraram maior esforço cognitivo para realização da mesma tarefa.

O que é orientado a se estudar?

A literatura encontrada de forma recorrente indica a necessidade de mais pesquisas que se preocupem com uma expansão do corpus (VELLOSO; ARAUJO; SCHWARTZMAN, 2009; CAVALCANTE *et al.*, 2014; BERARDINELI, 2015; RAHME, 2015; ROSA *et al.*, 2016; CASTANHO, 2018; CAVALCANTE *et al.*, 2019; WOLOSZYN; GONÇALVES; MERINO, 2020). Conforme apontado, o número de participantes é predominantemente baixo e contém um perfil similar, dificultando métodos estatísticos para indicar padrões no rastreo de olhar que possam ser usados para: a) fins educacionais, relacionando olhar com aprendizado; b) verificar como diferentes públicos respondem aos estímulos visuais; c) definir aspectos de fixações e movimentos sacádicos para públicos diversos.

Outro fator de interesse das pesquisas é sobre como o estímulo visual em questão pode influenciar seus resultados (MECCA *et al.*, 2009; BERARDINELI, 2015; VIEIRA; TEIXEIRA; CHAVES, 2017; AUDI, 2016; CHAVES, 2017; MORAES *et al.*, 2018).

Considerações Finais

O trabalho investigou o uso do rastreo ocular na educação inclusiva e, mais especificamente, identificou os encaminhamentos e diálogos do rastreo ocular para orientar a elaboração de novas pesquisas e materiais didáticos para garantia da Educação para Todos. Como resultado, foram identificados um total de 4231 trabalhos disponíveis em oito repositórios, nacionais e internacionais, dos quais apenas 22 foram selecionados para a construção desta resposta.

Uma afirmativa que pode ser feita se refere à ausência de estudos relacionados ao DUA e ao multimodalismo, tanto na fundamentação teórica, como no campo metodológico dos estudos. Dessa maneira, não conseguimos encontrar a perspectiva da DUA nos estudos, não havendo uma pluralidade no público sobre os mesmos procedimentos e materiais.

Outro resultado interessante foi de como o rastreamento ocular demonstrou eficácia para traçar paralelos palpáveis entre o olhar e a realização da atividade na maior parte dos estudos.

Em síntese, o recorte da literatura sugere que: a) as pesquisas na área estão crescendo discretamente com o tempo; b) o Brasil demonstra alto interesse nesta área; c) os estudos se concentram majoritariamente na busca de padrões e métricas oculares durante a realização de uma atividade controlada, secundariamente vincular movimentos com aspectos cognitivos, traçando estratégias e as comparando; d) a caracterização dos participantes ainda carece de maior detalhamento para identificação do repertório de entrada de cada pessoa, essa não prática dificultou os diálogos entre as pesquisas da área; e) professores não integram o grupo de participantes; f) cada trabalho possui entre 10 e 20 voluntários; g) a sondagem inicial e o uso do grupo controle foram efetivas para verificar o valor da intervenção aplicada; h) os métodos estão em fase experimental, apresentando muita variação nos registros dos dados necessários para comparações; i) as métricas sobre os parâmetros do rastreamento ocular não estão sendo divulgadas ou detalhadas no corpo do texto; j) os recursos visuais são usados predominantemente como disparadores e para leitura de letras e números, sem vincular a um objetivo de ensino; k) o rastreamento ocular demonstra potencial promissor para avaliar recursos visuais, contudo, ainda há pouco interesse na área; l) podemos classificar comportamentos visuais dentro um grupo perante um elemento visual, podendo inclusive coligar a estratégia com o desempenho alcançado; m) identificar as características particulares dos indivíduos, isto é, quantificar e entender como cada um desenvolve sua leitura imagética; n) indicar que pessoas com desempenho semelhante em provas de sondagem possuem características de olhar semelhantes; o) podemos traçar perfis visuais.

Como descrito na seção de resultados, também foi identificada uma diversidade de métodos e registros neste campo de pesquisa. Uma possível justificativa é por estes estudos se aproximarem do tipo de pesquisa exploratória, investigando e experienciando a própria maneira. Fato que acaba dificultando a comparação dos resultados, já que as variáveis não são explicitadas.

Logo, mediante o compilado de dados discutidos no corpo do trabalho, foi possível propor, de maneira ainda que embrionária, um breve protocolo compilando os pontos identificados de maneira recorrente, podendo contribuir nos processos de coleta, análises, divulgação e comparação dos dados:

1. Caracterização do público participante: Idades individuais; Etapa de ensino a qual cada participante íntegra; Desempenho na sondagem; Diagnóstico (se possível); Identificação; Ocupação;
2. Descrição dos métodos e limites: Dispositivo utilizado; Recurso visual; Variação da distância do monitor permitida; Variação vertical e horizontal permitida; Variação do olhar permitido; Números de pontos de calibração utilizados; Frequência do dispositivo; Latência; Valores definidos para considerar uma fixação, uma sacada, o tempo de reação e a deflexão.

Assim sendo, recomenda-se que estudos futuros possam utilizar tal compilado de dados como subsídios no planejamento da coleta de dados futuras no contexto da EEI e do rastreamento ocular, sobretudo para propor programas de ensino na área da matemática.

Referências

- AUDI, M. **Análise do rastreamento visual de alunos com paralisia cerebral na tela do computador**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Marília, São Paulo.
- BAKER, D; STREET, B; TOMLIN, A. Mathematics as social: understanding relationships between home and school numeracy practices. **For the Learning of Mathematics** v. 23, n. 3, 2003. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40248426>. Acesso em: 11 abr 2022.
- BARRETO, A. Eye tracking como método de investigação aplicado às ciências da comunicação. **Revista Comunicando**, Lisboa, v.1, n.1, p. 168-186, 2012. Disponível em: <https://revistas.sopcom.pt/index.php/comunicando/article/view/126> Acesso em: 11 abr 2022.
- BATISTA, L. S; KUMADA, K. M. O. Análise metodológica sobre as diferentes configurações da pesquisa bibliográfica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)**, IFSP Itapetininga, v. 8, e021029, p. 1-17, 2021.
- BERARDINELLI, F. M. P. **Investigação do padrão de rastreamento ocular em um grupo de pacientes com Síndrome de Rett**. 2015. Dissertação (Mestre em Distúrbios do Desenvolvimento) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, São Paulo.
- BRASIL. **DECRETO Nº 5.626**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, DF, 2005.
- CARPENTER, R. H. S. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Brasil no Pisa 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020.
- CARPENTER, R. H. S. **Movements of the Eyes**. London: Plon, 1988.
- CASTANHO, T. A. **A metodologia eye tracking na avaliação do uso do recurso pedagógico de pictogramas na comunicação alternativa para alunos com TEA**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná.
- CAVALCANTE, N. W. F; MAIO, L. R; FERREIRA, S. B. L; ROSA, J. L. A; BRAGA, H. S. Interação de usuários de alto e baixo letramento: um estudo de caso utilizando o eyetracking. **Trilhas Técnicas**, 2014. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/6116/6014>. Acesso em: 11 abr 2022.
- CAVALCANTE, T. A; FRAZÃO, J; PAIVA, A; MAIA, I; BENITEZ, P; SOARES, A. Eye tracking como estratégia de ensino e avaliação na educação inclusiva: aplicação com alunos com autismo. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 30., 2019, Brasília. **Anais...** Brasília: SBC Open Library, 2019, p. 1221. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2019.1221

CHRISTO, M. M. S. **Análise de movimentos oculares em questões de cálculo: um estudo desenvolvido com alunos de cursos de engenharia**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná.

COVRE, P; MACEDO, E. C; CAPOVILLA, F. C; SCHWARTZMAN, J. S. Movimentos oculares e padrões de busca visual em tarefas de rotação mental. **Psico-USF**, v. 10, n. 1, p. 41-49, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4010/401036062006.pdf> Acesso em: 11 abr 2022.

CREDIDIO, H. F. **Padrões estatísticos do movimento ocular na busca visual**. 2012. Dissertação (Mestre em Física) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

DAL FABBRO, D. A; THOMAZ, C. E. Contagem e cognição numérica: experimentos com eye-tracking. IN: SYMPOSIUM ON KNOWLEDGE DISCOVERY SYMPOSIUM ON KNOWLEDGE DISCOVERY, MINING AND LEARNING, 4., 2016, Recife. **Proceedings... Recife: CIn, UFPE, 2016. p. 186-193**. Disponível em: https://fei.edu.br/~cet/DaviFabbro_kdmile2016.pdf Acesso em: 11 abr 2022.

DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: Teorias e abordagem**. 2º ed, Porto Alegre: 2006.

KOSCHECK, A. O papel da escola para a educação inclusiva. **Revista Gestão Universitária**. 2020. Disponível em: <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos/o-papel-da-escola-para-a-educacao-inclusiva>. Acesso em: 11 abr 2022.

LACERDA, C. B. F; SANTOS, L. F; CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: Lacerda, C. B. F; Santos, L. F. (Org.). **Tenho um aluno surdo, e agora?** introdução à Libras e educação de surdos. São Carlos: Edufscar, p.185-200, 2013.

MACEDO, E. C; COVRE, P; ORSATI, F. T; OLIVEIRA, M. O; SCHWARTZMAN, J. S. Análise dos padrões dos movimentos oculares em tarefas de busca visual: efeito da familiaridade e das características físicas do estímulo. **Arq Bras Oftalmol**, v. 70, n.1, p. 31-36, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abo/v70n1/06.pdf>. Acesso em: 11 abr 2022.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica: Ciência e conhecimento científico / Métodos científicos / Teoria, hipóteses e variáveis / Metodologia jurídica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MECCA, T. P; MELO, D. F; SCHWARTZMAN, J. S; MACEDO, E. C. Padrões perceptuais nos transtornos globais do desenvolvimento: rastreamento ocular em figuras sociais e não sociais. **Psicologia: Teoria e Prática**, v.11, n.3, p.131-142, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193814403011>. Acesso em: 11 abr 2022.

MENDES, J. R. Aspectos da construção das práticas numeramento-letramento na formação de professores indígenas. In: CAVALCANTI, M. C; BORTONI-RICARDO, S. M. (Org.). **Transculturalidade, Linguagem e Educação**. 1. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2007, v. 1, p. 177-192.

MORAES, L. M; VIEIRA; F. M; GONÇALVES, B. S; BRAVIANO, G; MERINO, G. S. A. D. A

Olhar de professor, Ponta Grossa, v. 26, p. 1-22, e-19672.002, 2023.
Disponível em <<https://revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor>>

Usabilidade de avatares de libras em sites: análise da interação de usuários surdos por meio do rastreador ocular Eye Tracking. **Design E Tecnologia**, v. 8, n. 16, p. 41-51, 2018. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/495/245>. Acesso em 11 abr 2022.

NERY, C. A; BATISTA, C. G. Imagens visuais como recursos pedagógicos na educação de uma adolescente surda: um estudo de caso. **Paidéia**, v. 14, n. 29, p. 287-299, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/paideia/v14n29/05.pdf> . Acesso em: 11 abr 2022

NUNES, C; MADUREIRA, I. Desenho universal para a aprendizagem: construindo práticas pedagógicas inclusivas. **Da investigação às práticas**, v. 5, n. 2, p. 126 - 143, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/inp/v5n2/v5n2a08.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

OLIVEIRA, A. R. P; MUNSTER, M. A. V; GONÇALVES, A. G. Desenho universal para aprendizagem e educação inclusiva: uma revisão sistemática da literatura internacional. **Rev. Bras. Ed. Esp.**, Bauru, v.25, n.4, p.675-690, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbee/v25n4/1413-6538-rbee-25-04-0675.pdf>. Acesso em: 11 abr 2022.

ORSATI, F. T; SCHWARTZMAN, J. S; BRUNONI, D; MECCA, T; MACEDO, E. C. Novas possibilidades na avaliação neuropsicológica dos transtornos invasivos do desenvolvimento: análise dos movimentos oculares. **Avaliação Psicológica**, v.7, n.3, p. 281-290, 2008. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/avp/v7n3/v7n3a03.pdf>. Acesso em: 11 abr 2022.

PRAIS, J. L. S; ROSA, W. S. Revisão sistemática sobre desenho universal para a aprendizagem entre 2010 e 2015 no Brasil. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v.18, n.4, p. 414-423. 2017. DOI: doi.org/10.17921/2447-8733.2017v18n4p414-423

RAHME, I. M. P. **Investigação da fixação do olhar em crianças com autismo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

RAMOS, A; FARIA, P. M; FARIA, A. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em ciências da educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014. DOI: [10.7213/dialogo.educ.14.041.DS01](https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS01)

RAZUK, M; BARELA, J. A; PEYRE, H; GERARD, C. L; BUCCI, M. P. Eye movements and postural control in dyslexic children performing different visual tasks. **PLoS ONE**, v.13, n.5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198001>

REILY, L. H. As imagens: O lúdico e o absurdo no ensino de arte para pré-escolares surdos. In: SILVA, I. R; KAUCHAKJE, S.; GESUELI, Z, M. (Orgs.). **Cidadania, surdez e linguagem: desafios e realidades**. São Paulo: Plexus. p. 161-192, 2003.

ROSA, P. J; GAMITO, P; OLIVEIRA, J; MORAIS, D; PAVLOVIC, M; SMYTH, O. Uso de eye tracking em realidade virtual não imersiva para avaliação cognitiva. **Psic., Saúde & Doenças**, Lisboa, v.17, n.1, p.23-31, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15309/16psd170104>

SANTIAGO, L. N. **Movimento ocular e percepção de cores em adultos surdos, ouvintes e intérpretes de libras**. 2018. Dissertação (Mestrado em Neurociência) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SCHWARTZMAN, J. S; VELLOSO, R. L; D'ANTINO, M. E. F; SANTOS, S. Rastreamento do olhar

Olhar de professor, Ponta Grossa, v. 26, p. 1-22, e-19672.002, 2023. Disponível em <<https://revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor>>

para estímulos sociais em pacientes com síndrome de Rett e transtornos do espectro do autismo: estudo piloto. **Arq. Neuro-Psiquiatr.**, São Paulo, v. 73, n. 5, p. 402-407, 2015. DOI: doi.org/10.1590/0004-282X20150033

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

VAN'T NOORDENDE, J. E; VAN HOOGLMOED, A. H; SCHOT, W. D; KROESBERGEN, E. H. Number line estimation strategies in children with mathematical learning difficulties measured by eye tracking. **Psychological Research**, v. 80, n. 3, p. 368–378, 2016. DOI <https://doi.org/10.1007/s00426-015-0736-z>

VELLOSO, R. L; ARAUJO, C. A; SCHWARTZMAN, J. S. Concepts of color, shape, size and position in ten children with Rett syndrome. **Arq. Neuro-Psiquiatr.**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 50-54, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/tYt6PcyCSr95TcBthntK6Ck/?lang=en>. Acesso em 12 de abr 2022.

VIANA, F. R.; BARRETO, M. C.; GOMES, A. L. L. Numeramento visual: o ensino de matemática para alunos surdos numa perspectiva multicultural. **Revista de matemática, ensino e cultura**, Belém, v.10, n. 20. p. 103-114, 2016. Disponível em: <http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/55>. Acesso em 12 de abr 2022.

VIEIRA, P. A; TEIXEIRA, E. N; CHAVES, E. G. Caminhos do olhar: a movimentação ocular de espectadores surdos durante a exibição de vídeos legendados. **Trab. Ling. Apli.**, Campinas, n.56, v.2, p.493-526, 2017. DOI: doi.org/10.1590/010318138649288277571

WOLOSZYN, M; GONÇALVES, B. S; MERINO, G. S. A. D. A relação do usuário surdo com a tipografia em movimento nos materiais educacionais em Libras: um estudo por meio do rastreamento ocular. **Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v.17, n.1, p.35–55, 2020. Disponível em: <https://infodesign.org.br/infodesign/article/view/719/465>. Acesso em: 11 abr 2022

Recebido: 09/10/2021

Aceito: 22/05/2022

Received: 10/09/2021

Accepted: 05/22/2022

Recibido: 09/10/2021

Aceptado: 22/05/2022

