Revista Comunicação Universitária

RASTREADOR OCULAR COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM ALUNOS COM AUTISMO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

EYE TRACKER AS A TOOL FOR ASSESSING LEARNING IN STUDENTS WITH AUTISM: AN INTEGRATIVE REVIEW

Nair Daiane de Souza Sauaia Vansiler[*] e Bianca Venturieri[**]

RESUMO

As dificuldades em avaliar a aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) têm sido um tema central de pesquisa no Brasil. O uso do rastreamento ocular, por não ser invasivo e não exigir respostas motoras complexas ou linguagem escrita, tem se mostrado particularmente relevante para o estudo de indivíduos com TEA. Este artigo apresenta os resultados de uma revisão integrativa sobre a aplicação do rastreador ocular como ferramenta de avaliação da aprendizagem de alunos com TEA. A metodologia utilizada consistiu em uma revisão bibliográfica de estudos realizados no Brasil sobre a avaliação da aprendizagem de crianças com TEA em idade escolar, da educação infantil até o final do ensino fundamental I, utilizando o rastreador ocular. Os resultados indicam que os participantes apresentam maior tempo de fixação em objetos familiares e coloridos, além de dificuldades em tarefas que envolvem organização frasal. Concluímos que o rastreamento ocular é uma ferramenta eficaz para avaliar a aprendizagem de crianças com TEA, oferecendo dados valiosos para a personalização de atividades de ensino, conforme as características individuais de cada aluno autista.

Palavras-chave: Autismo. Aprendizagem. Rastreio ocular.

ABSTRACT

The difficulties in assessing the learning of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) have been a central research topic in Brazil. The use of eye tracking, being non-invasive and not requiring complex motor responses or written language, has proven to be particularly relevant for studying individuals with ASD. This article presents the results of an integrative review on the application of eye tracking as a tool for assessing the learning of students with ASD. The methodology consisted of a bibliographic review of studies conducted in Brazil on the learning assessment of children with ASD, from early childhood to the end of elementary school, using eye tracking. The results indicate that participants have a longer fixation time on familiar and colorful objects, as well as difficulties with tasks involving sentence organization. We conclude that eye tracking is an effective tool for assessing the learning of children with ASD, providing valuable data to personalize teaching activities according to the individual characteristics of each autistic student.

Keywords: Autism. Learning. Eye-tracking.

[*] Doutora em Letras pelo PPGL/UFPA-PPGECT-UTFPR. Especializada em Transtorno do Espectro Autista: intervenções multidisciplinares em contextos intersetoriais pela UEPA. Professora do Serviço de Atendimento Educacional Especializado da Secretaria de Educação do Estado do Pará. E-mail: nairvansiler@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4947-738X . Lattes: http://lattes.cnpq.br/3198268889841113.

[**] Doutora em Educação para a Ciência pela UNESP. Docente da Especialização de Transtorno do Espectro Autista: intervenções multidisciplinares em contextos intersetoriais pela UEPA. Docente do Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia pelo PPGEECA/UEPA. E-mail: biancaventurieri@uepa.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4407-790X. Lattes: http://lattes.cnpq.br/5129952253342958.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta como problemática o uso do equipamento rastreador ocular como ferramenta na avaliação da aprendizagem de estudantes brasileiros com Transtorno do Espectro Autista (TEA), com os dados obtidos a partir de uma revisão integrativa da análise da metodologia e resultados de pesquisas realizadas no Brasil que utilizaram os dados capturados dos movimentos dos olhos de estudantes matriculados no Atendimento Educacional Especializado (AEE) e regularmente matriculados no ensino fundamental.

As perguntas que norteiam tal revisão são: Quais as medidas oculares mais frequentes tomadas para análise da aprendizagem de pessoas com TEA? Quais as contribuições dessas pesquisas para as investigações futuras quanto à aprendizagem de pessoas com TEA?

Como objetivos específicos, elencamos: levantar e descrever as medidas oculares mais frequentes tomadas para análise da aprendizagem de estudantes com TEA; apresentar as contribuições para as investigações futuras quanto à aprendizagem de pessoas com TEA.

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade constante da atualização metodológica de pesquisas no campo da linguística e educação voltadas para a avaliação, desenvolvimento e caracterização da aprendizagem de indivíduos com TEA.

No Brasil, já são muitas as pesquisas que se utilizam da tecnologia do rastreador ocular com diversos objetivos no campo da linguística e educação (Giannotto, 2009; Watanabe, 2013; Christo, 2019; Vansiler, Klein, 2020; Oliveira, 2021), os resultados dessas pesquisas vêm subsidiando muitas *praxis* no âmbito da aprendizagem, contudo ainda são poucas as pesquisas que lançam mão da tecnologia do rastreado ocular em indivíduos com TEA devido, principalmente, à crença errônea de que esses indivíduos simplesmente não fixam os olhos quando buscam informações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição que se caracteriza pelo prejudicado e anormal desenvolvimento humano em diversas áreas, como, por exemplo: prejuízo nas interações sociais e nas modalidades de comunicação e comportamental (American Psychiatric Association, 2014).

No âmbito médico e científico, esse transtorno, desde sua descoberta por Leo Kanner

(1943), vem motivando discussões em relação ao diagnóstico, assim como suas causas e tratamentos adequados. Conta-se hoje com algumas hipóteses, tais como: a) explicar esse transtorno a partir de causas psicoafetivas (Campanário; Pinto, 2011); b) outra hipótese está relacionada à influência do meio (Volk *et al.*, 2013); c) e as hipóteses de ordem neurobiológica ou geneticamente determinada (Mecca *et al.*, 2011). Apesar de sua origem ser determinada por fatores multicausais (Schwartzman, 2011), não há ainda respostas suficientes que os determinem. Bai *et al.* (2019) publicaram resultados de um estudo que avaliou a contribuição de vários fatores genéticos e não genéticos para o risco de TEA. Foram estimados a herdabilidade juntamente com os efeitos maternos e o ambiente compartilhado e não compartilhado sobre o risco de TEA usando dados de 5 países. Os resultados do estudo indicam que a maioria do risco de TEA é de fatores genéticos, os quais explicaram pelo menos 73,9% da variabilidade.

No âmbito da aprendizagem, as pessoas com TEA apresentam diferenças cognitivas (Nation *et al.*, 2006), tais como: codificação, decodificação, compreensão, que afetam a capacidade de leitura, por exemplo. Contudo, indivíduos com TEA que não apresentam dificuldade de aprendizagem, em geral, apresentam desempenhos próximos às pessoas sem este transtorno do neurodesenvolvimento para tarefas básicas de leitura[1], ou ainda na identificação de palavras (Saldaña; Carreiras; Frith, 2009), porém apresentam deficiências no desempenho para tarefas de leitura de ordem superior, como por exemplo, atividades que envolvam compreensão e inferência de textos (Huemmer; Mann, 2010).

Ainda não há uma explicação teórica específica e satisfatório quanto ao processamento linguístico em pessoas com TEA. Com relação à aprendizagem, e mais especificamente quanto à aprendizagem da língua escrita, pesquisas sugerem que em indivíduos com TEA o processamento ocorra com dificuldades na integração de informações tanto dentro de sentenças quanto entre sentenças (Nation *et al.*, 2006).

Pesquisas quanto ao desenvolvimento da aprendizagem de pessoas com TEA com o uso de equipamentos tecnológicos vêm ganhando espaço para avaliar a forma e a melhoria da aprendizagem desses indivíduos, tais como: Eletroencefalograma funcional (EEGF) (Lazarev *et al.*, 2015; Lazarev *et al.*, 2010), rastreador ocular (Junior *et al.*, 2017; Castanho, 2018; Cavalcante *et al.*, 2020), entre outros.

[1] Ver mais em: Nation *et al.*, 2006

Quanto às habilidades para aprender, aponta Maia (2011) que o indivíduo necessita de: habilidade neurobiológica, cognitiva, emocional e pedagógica, e para alcançar êxito na aprendizagem ão necessários ainda estímulos apropriados.

Para o indivíduo neuroatípico, segundo Leon (2016), o processo de aprendizagem deve ser focado em dois eixos: a) o grau de sintomatologia, ou seja, o grau de comprometimento de seus sintomas, que, segundo o DSM-V, varia desintomas de suporte 1 até sintomas de suporte 3; e b) a capacidade cognitiva. Para o autor, é a forma como estes eixos se relacionam que vai determinar, em grande parte, o desenvolvimento da aprendizagem do indivíduo com TEA. Podemos entender com o exposto que, mesmo que o autista seja diagnosticado no nível de suporte 1, suporte 2 ou suporte 3,suas outras particularidades, como cognição, interação com o meio, por exemplo, devem ser levadas em consideração no seu processo de aprendizagem.

Quanto ao processo de aprendizagem, Cunha (2010) descreve duas dificuldades do aluno com TEA: a) o déficit na reciprocidade emocional, ou seja, as falhas na conversação caracterizadas pela reduzida interação e compartilhamento de interesses e o contato visual empobrecido; b) os padrões restritos e repetitivos de comportamento, nos quais podemos incluir, além dos interesses fixos e anormais, as alterações sensoriais manifestadas quanto à hipersensibilidade ou hipossensibilidade.

A Comunicação Alternativa é uma metodologia desenvolvida que procura resolver problemas funcionais no contexto educacional de alunos com TEA. É baseada nas dificuldades de aprendizagem e busca de forma mais apropriada e específica o desenvolvimento desse aluno.

Para Bersch (2007), essa expressão é utilizada para identificar todos os tipos de recursos e serviços que visam contribuir na ampliação de habilidades funcionais de pessoas com TEA – desenvolvimento motor, cognição, linguagem, socialização e autocuidados. TEACCH, PECS e a Teoria da Mente (Lima *et al.*) são algumas dessas metodologias que ajudam o indivíduo com TEA em seu processo de escolarização. A figura 1 demonstra uma sequência utilizada para indicar a limpeza de roupas na metodologia TEACCH.

Figura 1 – Metodologia TEACCH

Fonte: https://aulaabierta.arasaac.org

Essas metodologias são modelos de ensino que se baseiam na estrutura externa, organização do espaço, materiais e atividades que permitem criar estruturas internas em estratégias que, uma vez transformadas pelo próprio indivíduo com TEA, são posteriormente automatizadas de modo a funcionar fora da sala de aula, ou seja, em ambientes menos estruturados, visando maior autonomia desse indivíduo (Lima, 2012). Esses modelos se apoiam em dicas visuais (pictogramas) que relacionam figuras às atividades sociais de comunicação, ou mesmo com atividades curriculares, como por exemplo podem ser estimuladas na escola para atividade de história, geografia, entre outros (Lima,2012). A figura 2 demonstra a construção de frases na metodologia PECS.

Figura 2 – Metodologia PECS

Fonte: https://www.autismoemdia.com.br

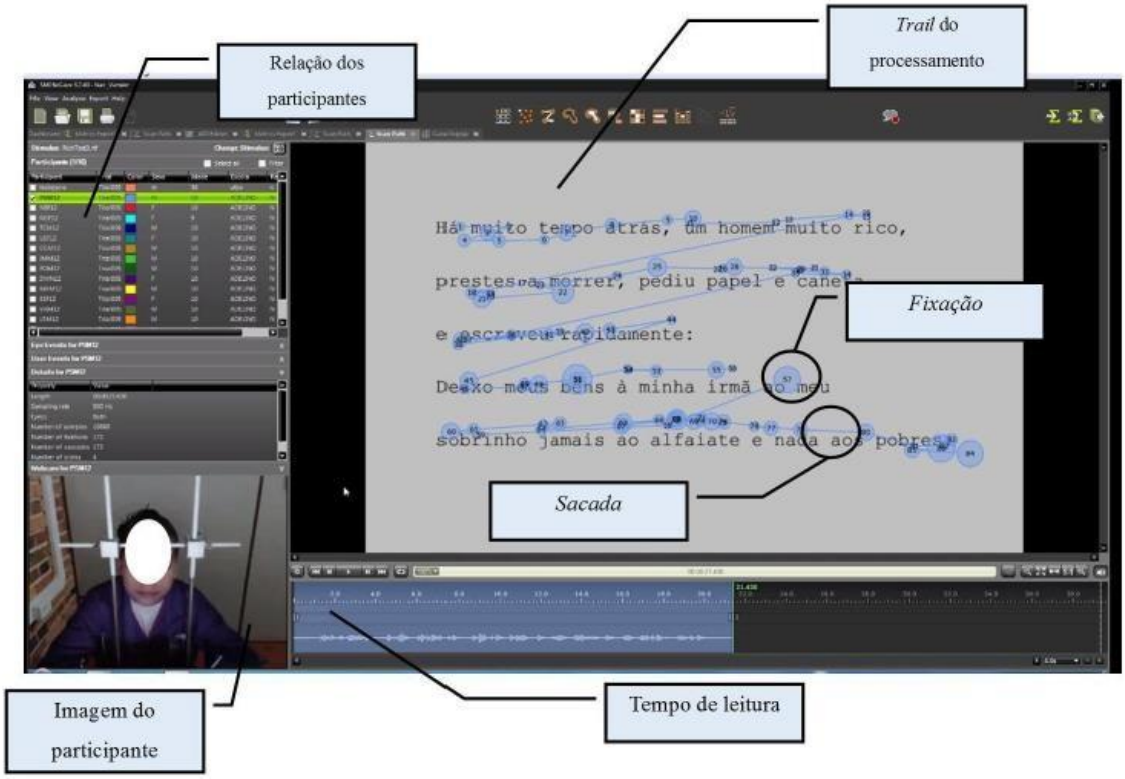
Devido a demostrarem dificuldades em seguir raciocínio simbólico e uma sequência

lógica na comunicação com atenção, os pictogramas vêm demonstrando ser ferramentas que podem apoiar a aprendizagem de indivíduos no espectro, visando melhora na comunicação e no desenvolvimento do autocontrole inclusive (Castanho, 2018).

Uma das metodologias utilizadas para analisar o processamento de uma informação baseia-se nos estudos sobre movimentos oculares, os quais exploram normalmente variáveis tanto no processamento de palavras quanto no de imagens. Nesses estudos, é possível investigar o tempo da primeira fixação (*first fixationduration*); o tempo de fixação até deixar a área de interesse, que corresponde à primeira leitura, em casos de pesquisas de processamento de leitura (*gaze duration*),e o tempo total de fixação na área de interesse (*total reading time*), situação que permite que se observe os retornos durante o processamento da informação. Atualmente, essas pesquisas contam com o auxílio do equipamento e do software de análise *Eye Tracking analysis software*, pois o mesmo gera uma diversidade de análises dos dados coletados (Vansiler, Klein, 2020).

A figura 3 demonstra a janela de análise de um rastreador ocular. A partir desses dados oculares é possível caracterizar, descrever e analisar os movimentos dos olhos de indivíduos em variadas faixas etárias e em diferentes atividades cognitivas.

Figura 3 – Janela de análise do *Eye Tracking*



Fonte: Vansiler, 2021, p. 111

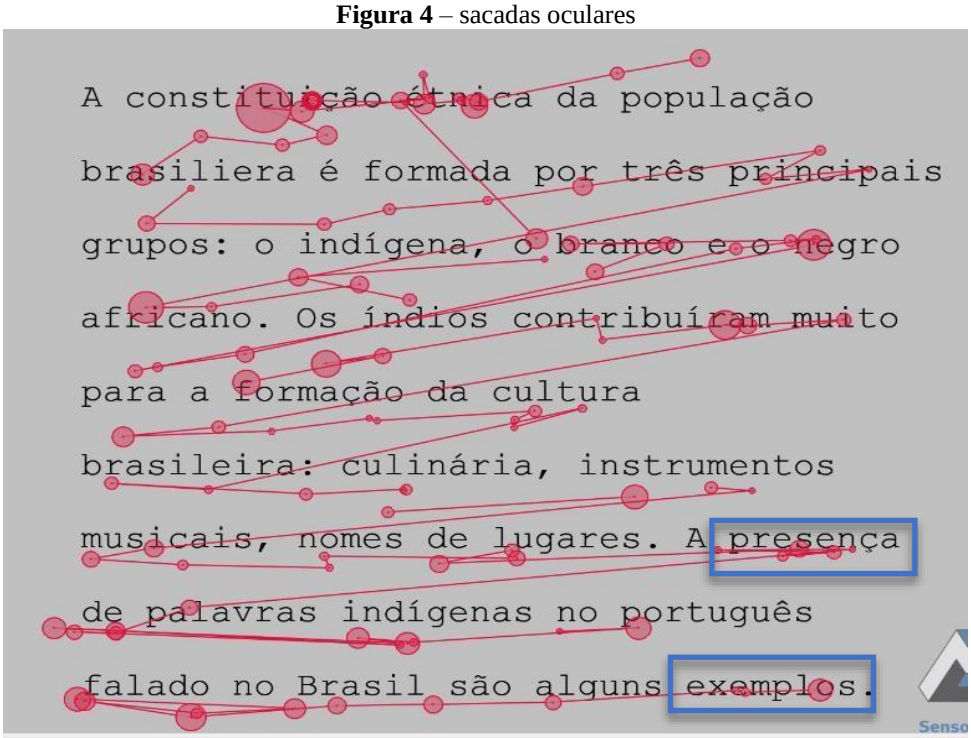
Observamos na imagem 3 informações quanto ao tempo de leitura e quanto àssacadas realizadas durante uma tarefa, por exemplo. No estudo de Vansiler (2021), demonstrado como exemplo na tela da figura 3, a leitura de um texto é o alvo de análise; esses dados também podem ser usados quanto às fixações durante a realização de uma tarefa qualquer. Há também a possibilidade de se obter imagens por vídeo gravado durante a execução de uma tarefa, em que se pode observar a reação facial e corporal do participante durante toda a tarefa experimental.

Os movimentos oculares possuem características que evidenciam determinados processos cognitivos, tais como: a) sacadas; b) fixações e c) regressões, que seguem descritas a seguir:

a) Sacadas

São movimentos progressivos, ou pulos de uma fixação até a próxima fixação,que o olho faz enquanto escaneia e processa a informação. As variáveis estudadas quanto a esse movimento são a quantidade e o tamanho.

Figura 4 – sacadas oculares



Fonte: adaptado de Vansiler, 2021, p. 134

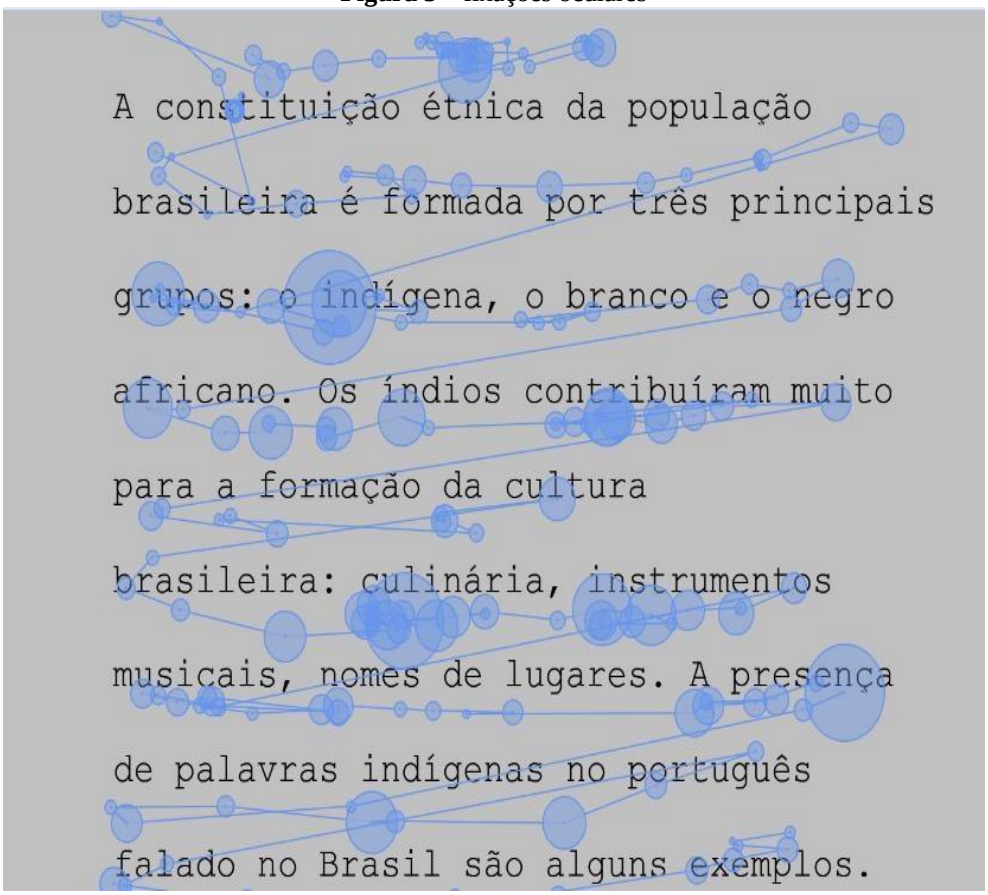
Na figura 4, as sacadas estão representadas pelos traços em vermelho, destacados nos retângulos em azul. Quanto mais sacadas forem feitas dentro de uma palavra pequena, menor

será o tamanho da sacada e maior será a quantidade de sacadas realizadas na palavra. Podemos verificar, a exemplo, a palavra "presença" na imagem 4, composta por três sílabas e foram feitas cinco sacadas curtas para que o aluno, deste caso, lê-se a palavra. Em contrapartida, temos a palavra "exemplos", com três sílabas e três sacadas longas. As variáveis podem estar diretamente relacionadas com a dificuldade no processamento da leitura, por exemplo.

b) Fixações

São compreendidas como breves períodos de tempo durante os quais o olho permanece examinando uma pequena área do estímulo (Macedo, 2008). As variáveis estudadas nesse movimento são a quantidade e a duração.

Figura 5 – fixações oculares



Fonte: adaptado de Vansiler, 2021, p. 134

Na figura 5, as fixações estão representadas pelos círculos em azul. Quanto maior o círculo, maior a duração da fixação. As suas variáveis podem estar diretamente relacionadas com o tempo gasto pelo leitor para processar uma informação. Por exemplo, leitores com maior nível de fluência iniciam a fixação de palavras no meio das palavras e também

apresentam menores quantidades de fixações quando comparados a leitores menos fluentes (Vansiler, 2021).

c) Regressões ou revisitas

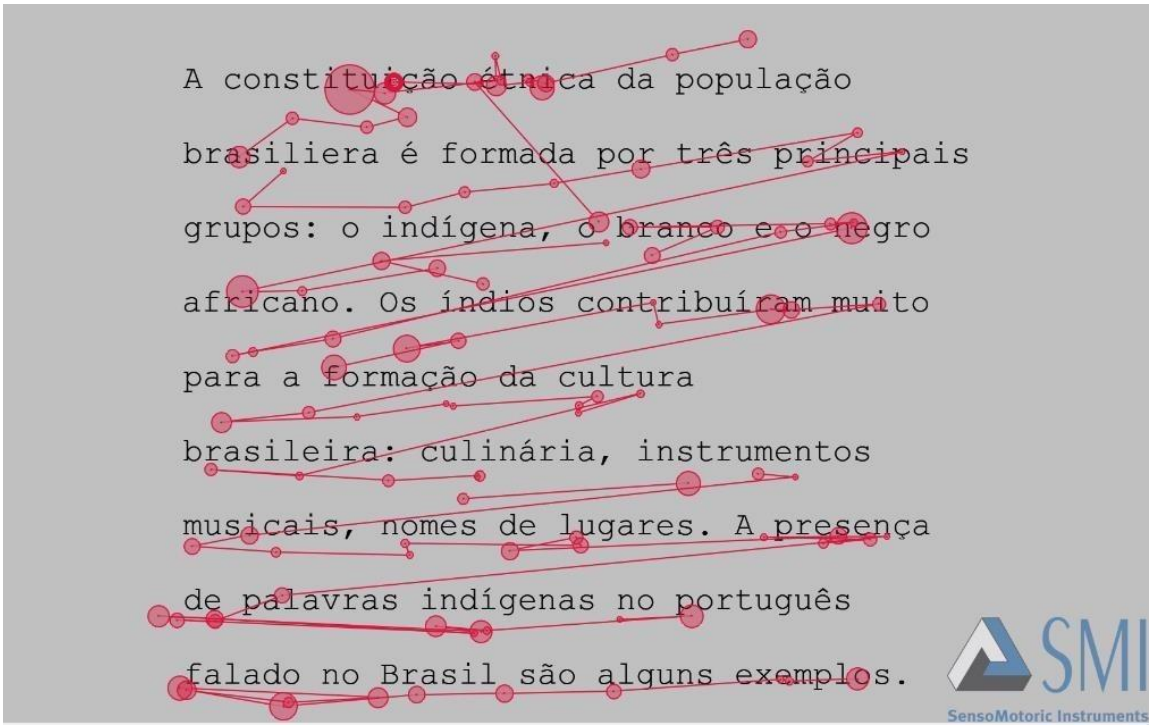
São os movimentos realizados no sentido oposto; no caso do português, considera-se regressão, quando o movimento durante a leitura é realizado da direita para a esquerda. Normalmente estão relacionados ao retorno de uma palavra já fixada, devido a essa característica, estão ligadas às dificuldades de compreensão ou ligadas às dificuldades no reconhecimento de palavras.

Apresentamos algumas das ferramentas do *software* BeGaze utilizados para análise dos dados oculares no equipamento de rastreador ocular, a saber: a) caminho de varredura; b) mapa de calor e c) gráfico de curvatura, que seguem descritos a seguir.

a) Caminho de Varredura (*Scan Path*)

Essa ferramenta apresenta os locais onde um determinado participante fixa o olhar, também é possível, a partir dessa ferramenta, conseguir a sequência dessas fixações, a duração das fixações e as sacadas durante a realização de uma tarefa. Na figura 6 podemos visualizar as fixações representadas por círculos.

Figura 6 – Caminho de varredura



Fonte: adaptado de Vansiler, 2021, p. 116

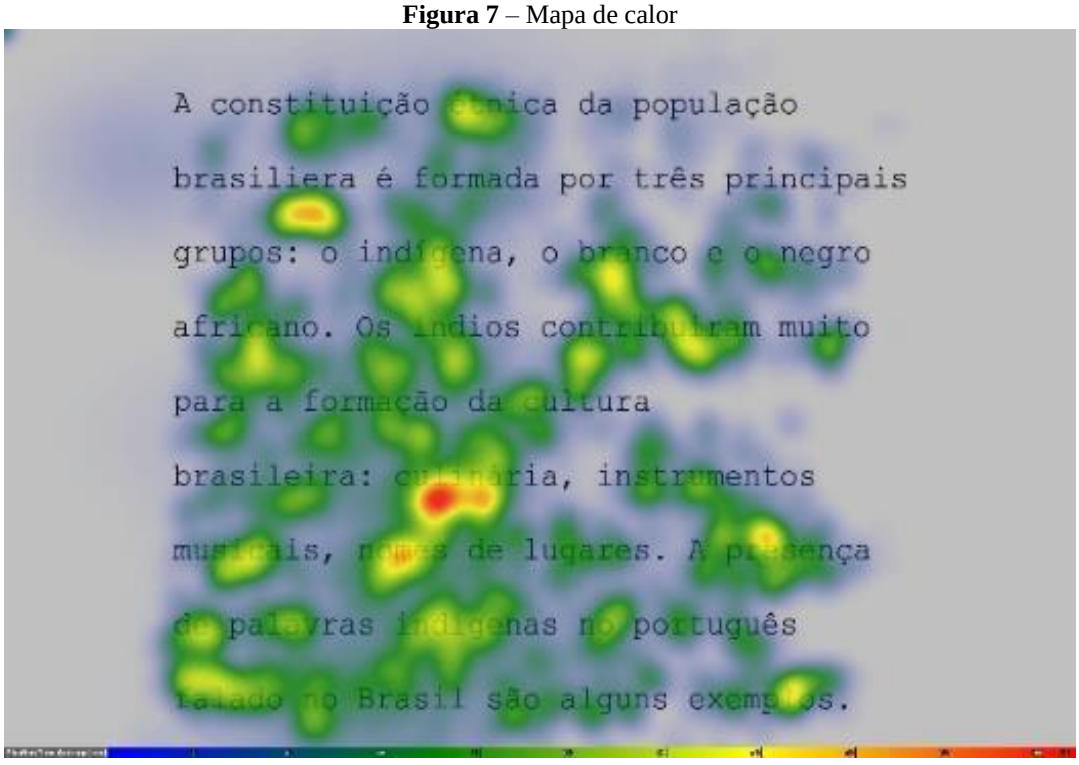
As sacadas são traçadas como linhas que ligam em sequência as fixações realizadas durante as atividades previamente programadas no computador. O diâmetro do círculo representa o tempo de duração da fixação, ou seja, quanto maior o círculo, mais tempo aquela fixação durou. A amplitude entre uma fixação e outra, ou seja, as sacadas, demonstra quão longa foi cada sacada.

Nota-se que na linha 1 da imagem 6, há na palavra "constituição" uma fixação na sílaba "tu" cuja circunferência é maior do que na sílaba "i", o que demonstra que nesta primeira, tu, o tempo de fixação é maior do que em "i".

b) Mapa de Calor (*Heat Map*)

Demonstra, a partir de uma escala de cores, a exibição do estímulo com base na quantidade de atenção, ou seja, quanto mais fixações em um determinado local, mais escuro o mapa se apresenta. O mapa de calor é gerado a partir do cálculo de duração absoluta do olhar. Ele mostra o tempo acumulado que os participantes passaram a olhar para diferentes áreas do estímulo.

Figura 7 – Mapa de calor



Fonte: Vansiler, 2021, p. 117.

Na figura 7, podemos observar que nos lugares indicados com as cores vermelhas, referindo-se a cor quente, foram realizadas mais fixações, enquanto que nas áreas em azul, cor

fria, foram realizadas menos fixações.

Diante do exposto, acreditamos que uma investigação sobre os parâmetros e indicadores mais relevantes para compreender e aprimorar a aprendizagem, por meio de pesquisas com o uso do rastreador ocular, enriquece a discussão sobre o processamento cognitivo de pessoas com TEA. A seguir, apresentamos a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos neste estudo.

3 METODOLOGIA

Para alcançarmos o objetivo geral de apresentar o equipamento rastreador ocular como uma ferramenta de avaliação e análise da aprendizagem de estudantes com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA), nossa metodologia compreendeu uma revisão integrativa, pois consiste em "um recurso metodológico que possibilita a sistematização do conhecimento científico (seja ele desenvolvido teórica ou empiricamente) e a visualização de novas perspectivas para novas pesquisas" (Botelho *et al*., 2011, *apud* Rodrigues *et al.*, 2022, p. 5), que compreendeu duas etapas: a) Primeira etapa: critérios para levantamento de dados; b) Segunda etapa: Seleção do *corpus*.

a) Primeira etapa: critérios para levantamento de dados

O critério de inclusão das pesquisas para a revisão integrativa foi a referência dos termos "aprendizagem", "avaliação", "rastreador ocular" e "autismo" no título dos trabalhos. Fez-se uma busca entre os dias 10 a 14 de outubro de 2021 nas bases de referências bibliográficas, sendo usados os portais e bases de dados eletrônicos: portal de periódicos da Capes, do *Scielo* e Google Acadêmico com pesquisas publicadas até o ano de 2021, ano da realização deste estudo, que fossem estudos desenvolvidos no Brasil e escritos em português, que abordassem a avaliação de algum nível de aprendizagem (seja de linguagem escrita, ou oral, ou ainda em jogos eletrônicos), cujos participantes das pesquisas deveriam ser estudantes brasileiros de ambos os gêneros, com diagnóstico de TEA e que estivessem matriculados a partir da educação infantil até o final do Ensino Fundamental I (5º ano), e que também fossem atendidos pelo Atendimento Educacional Especializado. Essa fase de ensino foi escolhido devido a importância de compreender as demandas específicas dessa etapa escolar no desenvolvimento das competências cognitivas, sociais e emocionais. Nesse período, as crianças estão em uma fase crucial de alfabetização e consolidação de habilidades básicas, que são determinantes para o progresso acadêmico e a participação plena na vida escolar.

A pesquisa encontrou nas plataformas supracitadas três títulos que seguem descritos a seguir no quadro 1.

Quadro 1- *corpus* da pesquisa inicial

Título	Autores	Origem	Ano
Monitoramento dos movimentos dos olhos para apoiar a avaliação da aprendizagem em jogos digitais.	PEREIRA JUNIOR, Heráclito; DE MENEZES, Crediné; DE SOUZA, Alberto Ferreira.	Brazilian symposium on computers in education . Simpósio brasileiro de informática na educação-sbie, vol. 28, p. 787	2017
A metodologia Eye Tracking na avaliação do uso do recurso pedagógico de pictogramas na comunicação alternativa para alunos com TEA	CASTANHO, Thaís Angélica	Dissertação de Mestrado no Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Ponta Grossa.	2018
Eye Tracking como estratégia Educacional inclusiva: avaliação com estudantes com autismo.	CAVALCANTE, Tardelly de Araújo; SOARES, Jordão Frazão;PAIVA, Ancelmo; MAIA, Ivana; BENITEZ, Priscila; SOARES, André	Revista Brasileira de Informática na Educação.	2020

Fonte: Autoras

b) Segunda etapa: Seleção do *corpus*

A partir da seleção do *corpus* a que se destinou esta revisão bibliográfica, observa-se, no que concerne à avaliação da aprendizagem, que em todas as pesquisas as variáveis oculares analisadas seguem um padrão metodológico quantoao uso do rastreador ocular.

A seguir apresentamos o levantamento do público alvo de cada uma das pesquisas ora selecionadas nesta revisão bibliográfica.

Quadro 2 – descrição dos participantes das pesquisas

Faixa etária	Pereira Junior *et al* (2017)	Castanho (2018)	Cavalcante *et al* (2020)
Crianças até 12 anos		X	X
Jovens universitários	X		

Fonte: Autoras

Por ser objetivo deste trabalho avaliar a aprendizagem de crianças com TEA a partir

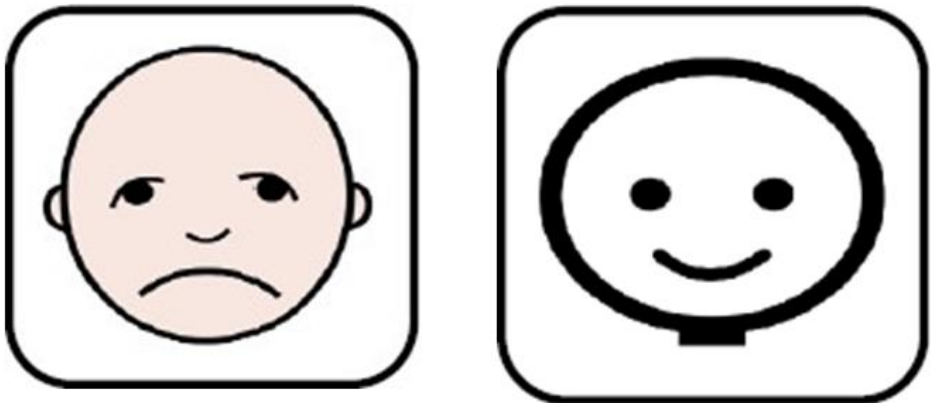
https://doi.org/10.69675/RCU.2763-7646.9623 ISSN 2763-7646

de uma revisão sistemática com pesquisas com estudantes autistas no Ensino Fundamental 1, a pesquisa de Pereira Junior *et al* (2017) foi descartada do *corpus* deste trabalho, conforme o quadro 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Castanho (2018), investigou a ferramenta do rastreador ocular como forma de avaliação da comunicação alternativa para alunos com TEA na cidade de Ponta Grossa-PR, a partir de dados dos movimentos oculares de 4 alunos, com idades entre quatro e cinco anos, os quais cursavam educação infantil na modalidade de educação especial. As atividades para avaliação foram: a) a observação da própria imagem do participante; b) pictograma da galinha pintadinha feliz e triste e c) pictogramas do portal ARASAAC compostas por expressões faciais, comportamento, linguagem e intenção de comunicação, conforme figura 8.

Figura 8 – Exemplos de Pictogramas utilizados



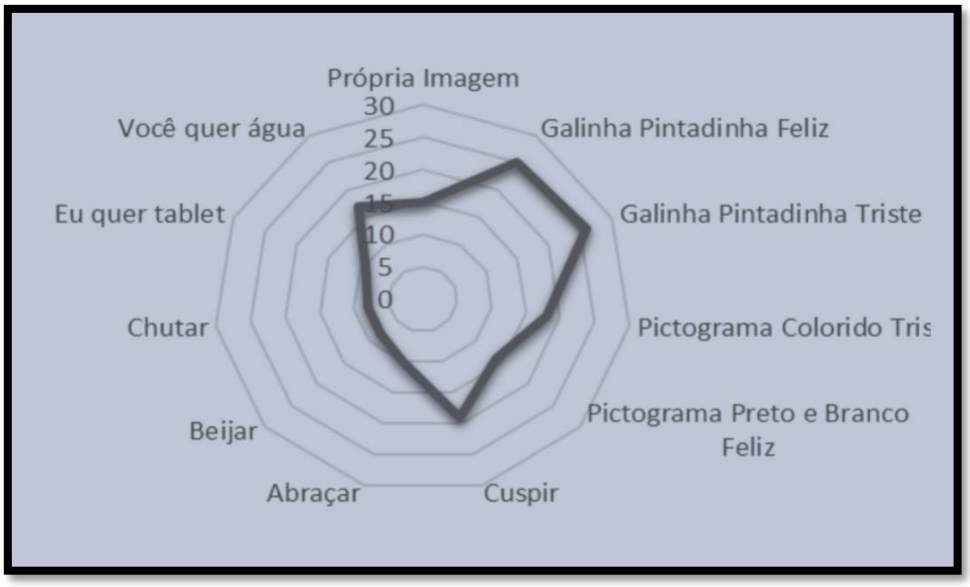
Fonte: adaptada de Castanho, 2018, p. 66

De forma geral, segundo a autora, foram observados nos aspectos cognitivos – atenção, concentração, memória e mudança de foco em estímulo visual – dificuldades executivas no TEA. Estas dificuldades foram apresentadas, ainda segundo a avaliação da autora, devido a falta de atenção voluntária, dificuldade de manter a atenção, planejar um comportamento, falta de representação mental nas tarefas e objetos.

Em Castanho (2018), foi possível observar que indivíduos com TEA podem apresentar menos fixações em região de um pictograma como um todo, contudo, apesar dos participantes não apresentarem diferença entre as figuras coloridas ou em preto e branco

quanto às áreas de interesse, houve diferença no tempo de fixação nos pictogramas coloridos, apresentando maior tempo de fixação em relação aos pictogramas em preto e branco. Vejamos o gráfico 01:

Gráfico 01 – Fixações do participante A



Fonte: adaptado de Castanho, 2018, p. 75

O gráfico 01, adaptado de Castanho (2018), apresenta a quantidade de fixações do participante A. No qual é possível observar que nos pictogramas coloridos(galinha pintadinha feliz, galinha pintadinha triste) o participante apresenta em torno de 25 fixações, enquanto que nos pictogramas em preto e branco (beijar, abraçar, chutar) a quantidade de fixações é abaixo de 5.

Foi possível também observar que os pictogramas de objetos mais familiares aos participantes, como por exemplo o pictograma em que aparece o *tablet*, foram alvos de maior ponto de fixações, ou seja, os participantes apresentaram tempo maior de fixação em objetos familiares a eles. Em análise a esse resultado, pondera-se que "a carga mental e o processo cognitivo envolvidos em um estímulo quando relacionados ao tempo total da duração das fixações, podem mostram o tempo total que os usuários dedicaram na análise de um determinado estímulo" (Poole; Ball, 2006, *apud* Castanho, 2018, p. 99). Pode-se pensar com isso, que, dependendo da tarefa, esse esforço cognitivo pode estar relacionado à dificuldade de compreensão ou interesse. O que não foi possível ser diferenciado com os dados, segundo Castanho (2018).

Os resultados de Castanho (2018) elencaram dados quanto aos aspectos cognitivos

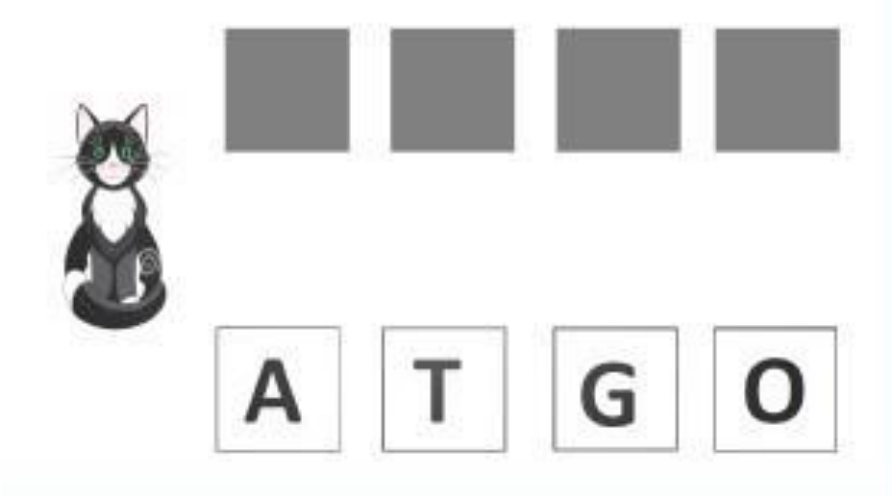
dos participantes da pesquisa. Segundo a autora, "atenção, concentração, memória e mudança de foco em estímulo visual" (p. 99) foram as dificuldades nas funções executivas percebidas a partir do rastreador ocular dos participantes com TEA. Foram observadas a partir de

> falta de atenção voluntária, dificuldade de manter a atenção, planejar um comportamento, falta de representação mental nas tarefas e objetos. Os participantes pareciam ter dificuldade em perceber a mudança de um estímulo para outro e de planejamento da ação seguinte. (Castanho, 2018, p. 99)

No geral, a pesquisa de Castanho (2018), possibilita pistas quanto ao processamento cognitivo dos indivíduos com TEA em idade escolar, a partir das análises do processamento visual destes, o que deve ser ampliado com novas pesquisas.

Cavalcante *et al.* (2020) usou o rastreador ocular como estratégia para auxiliar na avaliação e planejamento de atividades de ensino no computador. As atividades eram apresentadas em um jogo eletrônico, que eram compostas por pareamento de figura em sombras, por ditado com uso de letras e organização de palavras para construção de frases. Na figura 9, está a atividade em que o estudante era instruído a escrever o nome da figura apresentada na tela, a partir da seleção das letras disponíveis.

Figura 9 – Exemplo das atividades



Fonte: adaptado de Cavalcante *et al.* (2020), p. 1189

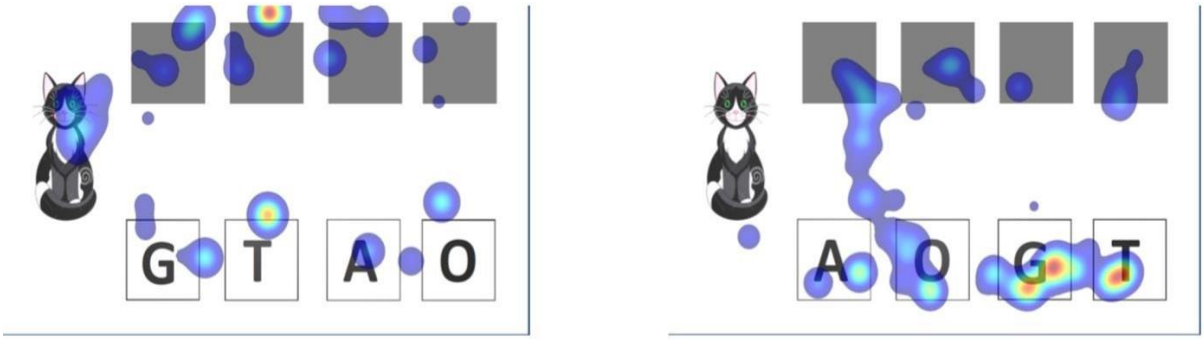
Na pesquisa de Cavalcante *et al.* (2020), foram analisadas as medidas oculares de sete estudantes de uma escola municipal de ensino, todos com diagnóstico de TEA. Os experimentos foram realizados durante o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

De maneira geral, segundo os autores, os sete estudantes mostraram apresentar maior

tempo para realização da atividade, assim como maior tempo de fixação do comportamento ocular e maior número de movimentação dos estímulos para responder de maneira correta a atividade.

Em Cavalcante *et al* (2020) foi possível observar que a presença de figuras nas atividades de escrita nem sempre chamaram a atenção dos alunos, o que pode ser visto nas figuras 10a e 10b.

Figuras 10a e 10b – Execução da atividade de escrita e figura

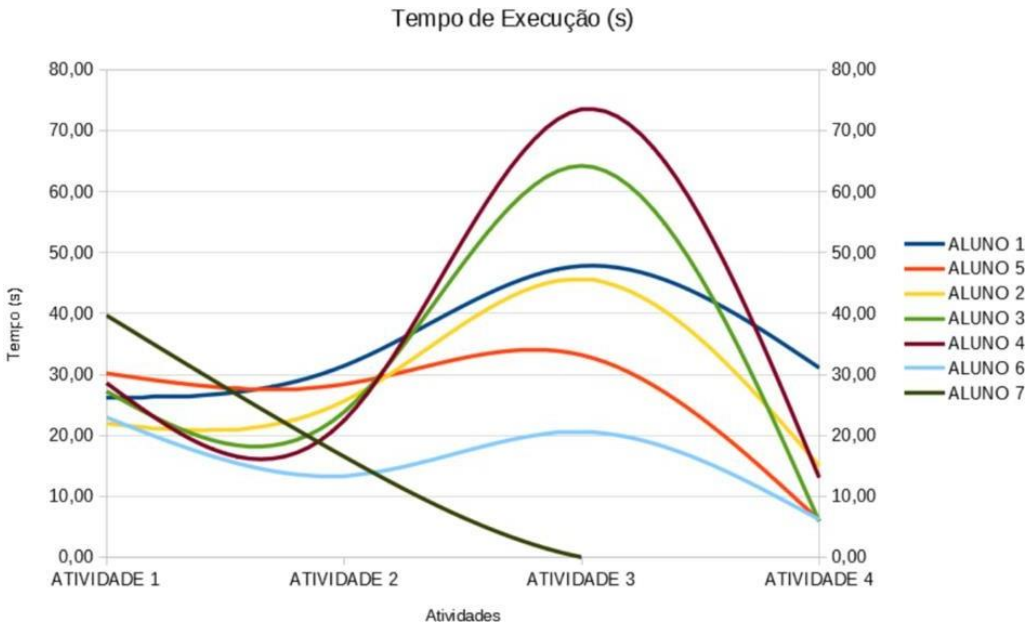


(a) Execução com foco no estímulo (b) Execução sem foco no estímulo

Fonte: Cavalcante *et al*, 2020, p. 1191

A figura 10 apresenta o mapa de calor do estudante 5. Pode-se observar a fixação que o estudante realiza para a figura do gato, que está presente na tarefa de escrita da palavra "gato". Segundo os autores, as fixações na figura do gato pelo estudante 5 foi possível devido ao profissional educador, que aplicou os estímulos, tercriado condições para que o estudante 5 olhasse para o estímulo-alvo. Ainda segundo os autores, o estudante 2 não ter olhado para a imagem do gato na mesma atividadeexplicasse devido a tarefa aparentar-se muito fácil para o participante, fazendo com que o mesmo não tivesse a necessidade de olhar para a figura em questão, ou ainda, de que no estudante não tenha sido despertado interesse suficiente para a atividade, "talvez porque o ambiente não apresentasse contingências reforçadoras suficientes para garantir o interesse na atividade" (Cavalcante *et al*, 2020, p. 1191).

Gráfico 2 - Relação do tempo de execução em cada atividade



Fonte: Cavalcante *et al*, 2020, p. 1194

De maneira geral, foi possível observar nos resultados de Cavalcante *et al* (2020) que, em relação ao tempo gasto para a resolução de cada uma das atividades, os alunos apresentaram similaridade, mesmo quando levada em consideração a especificidade de cada participante, o que é possível observar a partir das curvas apresentadas no gráfico 2, em que tanto as subidas quanto as descidas das linhas são acompanhadas em cada um dos participantes. Somente os registros das curvas do aluno 7 não acompanham, devido o mesmo não ter finalizado as atividades da pesquisa, conforme os autores.

Quanto à complexidade das atividades, foi possível observar a partir dos resultados de Cavalcante *et al* (2020), que a atividade concernente a formação de frase – ATIVIDADE 3 no gráfico – foi a que demandou mais tempo dos estudantes. Segundo os autores, este resultado pode ser compreendido provavelmente devido a sua maior complexidade perante o conhecimento dos estudantes.

Quadro 3 – movimentos oculares analisados pelos trabalhos analisados

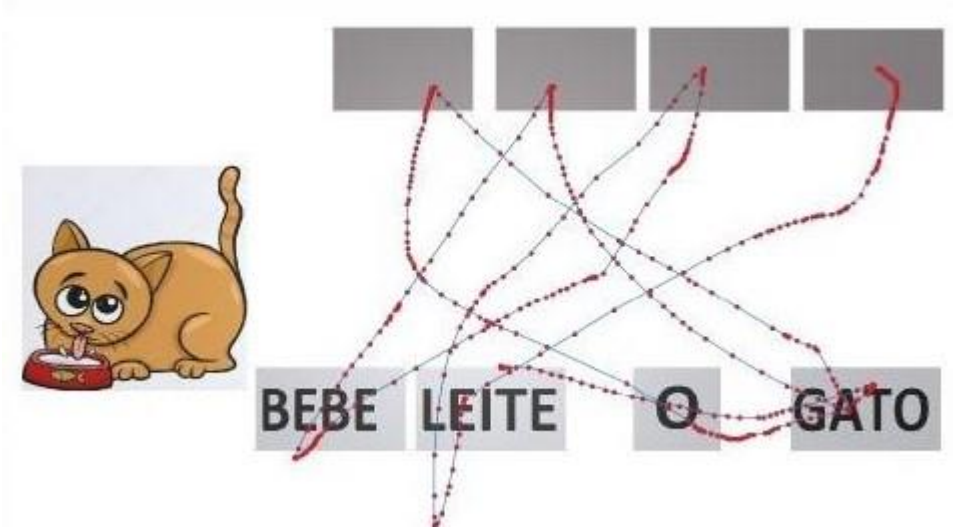
Movimentos oculares	**Castanho (2018)**	**Cavalcante *et al* (2020)**
Quantidade de Sacadas	X	X
Quantidade de fixações	X	X
Tempo médio de fixações	X	X
Tempo médio de execução da tarefa	X	X

Fonte: Autoras

Em Castanho (2018), as variáveis oculares analisadas foram: a) média de número das fixações; b) duração da fixação medida em milissegundos (ms); c) Tempo total de fixação e d) revisitas. Em Cavalcante *et al* (2020), foram analisadas as variáveis: sacadas, fixações, tempo de execução da tarefa (em segundos - s). Conforme descrito no quadro 3.

Dentre as variáveis oculares estudadas, as fixações foram utilizadas nas pesquisas também como meio de descrever a rota do olhar dos participantes. Na figura 11, é possível notar a movimentação dos olhos acompanhando o *mouse* ao realizar a atividade de formação de frases.

Figura 11 – rota de leitura durante a execução da tarefa



Fonte: Cavalcante *et al* (2020)

O que proporcionou aos pesquisadores o entendimento de que os estudantes que demonstraram maior habilidade em resolver a atividade de formação de frases já possuam repertório para resolver essa atividade e, assim, podem-se definir novas tarefas de maior desafio.

Em Castanho (2018), podemos observar sugestões para futuras pesquisas com a utilização do rastreador ocular com crianças com TEA, tais como: futuras pesquisas devem levar em consideração alguns aspectos técnicos, que também podem se estender para as demais faixas etárias. Como por exemplo: a utilização de cores nas atividades, no caso do uso de objetos, pode fazer a diferença no tempo de fixação, modificando a forma como o indivíduo explora o objeto.

Outras situações técnicas estão diretamente relacionadas pela característica do comportamento de exploração visual de pessoas com TEA, uma vez que a visão central pode

ser extremamente lenta o que favorece a visão periférica desses indivíduos. Segundo a autora:

> A periferia é aproximadamente duas vezes mais sensível ao movimento do eixo horizontal. A resolução temporal deve estar disponível na periferia. Eventos de início súbito são potenciais a tratores de atenção. Em baixas velocidades, movimento de alvos periféricos devem ser aumentados para corresponder ao movimento aparente no campo de visão central. (Castanho, 2018, p. 85)

Castanho (2018) segue com diversas outras sugestões que servirão para a melhoria nas futuras pesquisas, segundo a autora:

> A luminância deve ser codificada para alta visibilidade nas áreas periféricas, porque a periferia é sensível a objetos escuros. A crominância deve ser codificada para alta exposição, quase, exclusivamente, no foveal região, coma cromaticidade diminuindo acentuadamente na periferia. Este requisito é uma consequência direta da alta densidade de cones e gânglio parvocelular, na fóvea. A sensibilidade ao contraste deve ser alta na periferia, correspondendo à sensibilidade das células ganglionares magnocelulares encontradas, principalmente, fora da fóvea. (Castanho, 2018, p. 85)

Esta característica de exploração visual da pessoa com TEA deve ser melhor estudada em pesquisas futuras quanto à perda da visão periférica em pessoas com Autismo para auxiliar na forma como essa nova realidade, a da perda da visão periférica, compromete a aprendizagem e nas estratégias realizadas para suprir a perda.

Depois destes dois excertos sugestionais da autora, faz-se necessário observar o uso do rastreador ocular como forma de avaliação da aprendizagem de pessoas com TEA, trata-se das informações quanto ao tempo de fixação nas atividades propostas para este público.

Quanto às cores em desenhos ou pictogramas, a sua presença – das cores – parece estar diretamente ligada ao tempo de fixação usado para efetuar a tarefa, em que há interesse maior pelo autista com relação aos objetos coloridos nas atividades. Situação que deve ser compreendida de forma diferente aos demais estudos com relação à tempo de fixação e processamento, em que associa-se o maior tempo de fixação à dificuldade no processamento das informações das tarefas experimentais, podemos citar o trabalho de Vansiler (2021) em que compara o tempo médio de fixação entre dois grupos de leitores (fluente e pouco fluente) infantis neurotípicos (com idade entre 9 e 12 anos) cujos resultados de maior tempo de fixação pelo grupo com menor fluência foi considerado devido as dificuldades no processamento leitor deste grupo.

Conforme observa-se com os resultados de Castanho (2018), o tempo maior de fixação nos componentes avaliados pelos alunos com TEA não está necessariamente ligado às

dificuldades no processamento em si, senão uma peculiaridade no processamento da informação pela pessoa com autismo.

Em Cavalcante *et al* (2020) é possível observar que os estudantes com TEA apresentaram maior número de erros em tarefas de organização frasal, o autor sugere que sejam feitas atividades personalizadas dependendo das características de rastreio ocular dos alunos, como por exemplo, se o aluno têm predisposição à fixar o olhar para o lado direito, faz-se necessário os estímulos a serem apresentados ao estudante no espectro seja colocado mais a essa direção, com isso criar-se-ia a possibilidade de maior interesse nas atividades.

Quanto ao uso do rastreador ocular como ferramenta de ensino para crianças com TEA, observou-se em Cavalcante *et al* (2020) que no caso de estudantes nesse espectro cujo contato visual seja baixo, é interessante que ao fixar o olhar na tela do computador ao realizar uma atividade, o estímulo apresentado começasse a emitir uma variação na forma da apresentação, ou seja, o estímulo começasse a piscar na tela, com o intuito de chamar a atenção do estudante, e o levasse a aumentar a manutenção do contato visual com a tela do computador, antes até de se iniciar com a instrução da atividade. Interessante perceber que esse método pode ser aplicável também em atividades comuns com pessoas com autismo, pois pode-se utilizar de uma luz piscando para chamar a atenção do aluno para a atividade proposta. Segundo os autores “tais estratégias podem, nesse sentido, auxiliar no planejamento de atividades que visem ao processo de aprendizagem dos estudantes” (p. 1200).

5 CONSIDERAÇÕES

Este estudo buscou compreender como o processo de leitura por crianças com TEA impacta seu aprendizado, considerando o papel essencial desses recursos na Comunicação Alternativa e na adaptação pedagógica. Pode-se perceber que os pictogramas são instrumentos eficazes para facilitar a compreensão e a interação de alunos no espectro, desde que empregados de forma adequada e alinhados às necessidades individuais. Outro ponto crucial destacado nos estudos aqui apresentados é quanto ao comportamento ocular, observado ao longo das tarefas, surge como um possível preditor do sucesso acadêmico, ainda que em estágios iniciais de investigação. Essa perspectiva contribui para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais inclusivas, direcionadas às demandas específicas de cada estudante.

Entretanto, os estudos apresentam limitações, como a ausência de uma avaliação sistemática do repertório individual dos participantes antes dos experimentos. Recomenda-se

que futuras pesquisas incluam entrevistas estruturadas com os professores. Além disso, sugere-se ampliar o público participante e realizar um número consistente de aplicações de cada atividade, correlacionando o repertório inicial ao desempenho nas tarefas.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico Estatístico de Transtornos Mentais DSM-5**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

BAI, D.; YIP, B. H.K.; WINDHAM, G. C; SOURANDER, A.; FRANCIS, R.; YOFFE, R.; GLASSO, E.; MAHJANI, B.; SUOMINEN, A. Association of Genetic and Environmental Factors With Autism in a 5-country Cohort. **Jama Psychiatry**. 2019;76(10):1035-1043. Disponível em: https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/fullarticle/2737582

CAMPANARIO, I. S.; PINTO, J. M. Devastação e autismo. **Estud. psicanal**. [online].2011, n.36, pp. 93-102. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-34372011000300008&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0100-3437.

CAPOVILLA, A.G.S. **Leitura, escrita e consciência fonológica:** desenvolvimento intercorrelações e intervenções. 1999. 262f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001085553

CASTANHO, T. A. **A metodologia Eye Tracking na avaliação do uso do recurso pedagógico de pictogramas na comunicação alternativa para alunos com TEA**. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) 134 f - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3791

CAVALCANTE, Tardelly; SOARES, Jordão; PAIVA, Anselmo; MAIA, Ivana; BENITEZ, Priscila; SOARES,, André. Eye tracking como estratégia educacional inclusiva: avaliação com estudantes com autismo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 2020. DOI 28. 1181-1204. 10.5753/rbie.2020.28.0.1181.

CHRISTO, M. M. S. Análise de movimentos oculares em questões de cálculo: um estudo desenvolvido com alunos de cursos de Engenharia. 2019. **Tese** (Doutoradoem Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa,2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UTFPR-12_494c67b6fb24a0934df0a7441a0b98af

COSTA, L. O processode alfabetização e letrameto por intermédio da música na educação infantil. **Revista Comunicação Universitária**, Belém, v. 3, n. 1, 2023. DOI: 10.69675/RCU.2763-7646.4761. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/comun/article/view/4761.

ELLIS, A. W. **Leitura, escrita e dislexia**: uma análise cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FERREIRO, E.; TEBEROSKY, A. **Psicogênese da língua escrita**. Porto Alegre:Artes Médicas, 1984.

FIORIN, J. L.; SAVIOLI, F. P. Texto não verbal. *In*: **Para entender o texto**: leitura e produção. 15 ed. São Paulo: Ática, 1999, p.371-383.

FRITH, U. Beneath the surface of developmental dyslexia. **Surface Dyslexia**, v. 32,p. 301-330, 1985.

GIANNOTTO, E. C. Uso de rastreamento do olhar na avaliação da experiência do tele usuários de aplicações de TV interativa. **Dissertação** (Mestrado em Engenhariade Computação e Sistemas Digitais) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: http://www.inf.pucpcaldas.br/~joao/tvdi2006.

HUEMER, S. V.; MANN, V. **A Comprehensive Profile of Decoding and Comprehension in Autism Spectrum Disorders**. J Autism Dev Disord. 40(4):485-93, 2010. doi: 10.1007/s10803-009-0892-3.

HOWARD, P. L.; LERSEDGE, S. P., BENSON, V. Benchmark eye movement effectsduring natural reading in autism spectrum disorder. **J Exp Psychol Learn Mem Cogn**. 43(1), p. 109-127, 2017. doi: 10.1037/xlm0000289.

HUEMER, S. V., MANN, V. A Comprehensive Profile of Decoding and Comprehension in Autism Spectrum Disorders. **J Autism Dev Disord**. 40, p. 485–493, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10803-009-0892-3

JAMET, E. **Leitura e aproveitamento escolar**. Trad. Maria Stela Gonçalves. SãoPaulo: Edições Loyola, 2000.

KLEIMAN, A. **Texto e leitor**: aspectos cognitivos da leitura. Campinas: Pontes, 9.ed., 2004.

LAZAREV, V. V. ; PONTES, A. ; MITROFANOV, A. A. ; DE AZEVEDO, L. C. Reduced Interhemispheric Connectivity in Childhood Autism Detected by Electroencephalographic Photic Driving Coherence. **Journal of Autism and Developmental Disorders** , v. 45, p. 537-547, 2015.

_____; PONTES, A. ; MITROFANOV, A.A. ; DEAZEVEDO, L.C. . **Interhemispheric asymmetry in EEG photic driving coherence in childhood autism. Clinical Neurophysiology** , v. 121, p. 145-152, 2010.

MARSH, G.; FRIEDMAN, M.; WELCH, V.; DESBERG, P. A cognitive-developmental theory of reading acquisition. In: MACKINNON, G.; WALLER, T. (Eds.). **Reading research**: Advances in theory and practice. São Diego: Academic Press, 1981. p.199-221.

MACEDO, E.C. Processos perceptuais e cognitivos na leitura de palavras: propriedades dos movimentos oculares. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**. v. 11. n. 2, p. 275-283, 2006.

MECCA, T.; BRAVO, R.; VELLOSO, R.; SCHWARTZMAN, J.; BRUNONI, D.; TEIXEIRA, M. Rastreamento de sinais e sintomas de transtornos do espectro do autismo em irmãos. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, 33(2), p. 116-120, 2011.

MOOR, C.; LYMBEROPOULOU, T.; DIETRICH, V. Determination of Heavy Metals in Soils, Sediments and Geological Materials by ICP-AES and ICP-MS. **Mikrochim Acta** 136, p. 123–128, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s006040170041

NATION K, CLARKE P, WRIGHT B, WILLIAMS C. **Patterns of reading ability in children with autism spectrum disorder**. J Autism Dev Disord. 2006 Oct;36(7):911-9. doi: 10.1007/s10803-006-0130-1. PMID: 16897396.
OLIVEIRA, K. O processamento cognitivo do palavrão. 2021. Dissertação (Mestradoem Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná,Ponta Grossa, 2021.

PEREIRA, Jr, DE MENEZES, C., DE SOUZA, A. Monitoramento dos movimentos dos olhos para apoiar a avaliação da aprendizagem em jogos digitais. Anais do XXVIII simpósio brasileiro de informática na educação-sbie. vol. 28, p. 787-796, 2017. Doi: 10.5753/cbie.sbie.2019.1221

PIKULSKI, J.J.; CHARD, D.J. Fluency: bridge between decoding and reading comprehension. **The Reading Teacher**, v. 58, n. 6, p. 510-519, 2005.

RODRIGUES, A. S. P., SACHINSKI, G. P., & MARTINS, P. L. O. (2022). Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. *Linhas Críticas*, *28*, e40627. https://doi.org/10.26512/lc28202240627

SCHWARTZMAN, J. Transtornos do espectro do autismo: conceitos e generalidades. *In* J. SCHWARTZMAN, J.; ARAÚJO, C. (Eds.). **Transtornos do Espectro do Autismo**. São Paulo: Memmon, p. 37-42, 2011.

SALDAÑA, D.; CARREIRAS, M.; FRITH, U. Orthographic and phonological pathwaysin hyperlexic readers with Autism Spectrum Disorders**. Developmental Neuropsychology**, 34(3), p. 240-253, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1080/87565640902805701

SOUSA JUNIOR, P. de T. X.; MONTE, L. M. I. do; NASCIMENTO, E. F. do. Para além dos muros da escola: afetos e saúde mental no espaço escolar. **Revista Comunicação Universitária**, Belém, v. 4, p. 1–12, 2024. DOI: 10.69675/RCU.2763-7646.9094. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/comun/article/view/9094.

VANSILER, Nair Daiane de Souza Sauaia. **Movimentos oculares e prosódia de leitura oral: análise dos marcadores prosódicos gráficos na leitura de alunos do 5º ano do ensino fundamental.** Tese de doutorado (Doutorado em Estudos Linguísticos) 230 f. Programa de Pós-graduação em Letras, UFPA, Belém: 2021.

_____; KLEIN, A. I. Processamento de leitura de estudantes universitários em língua alemã como LE. **Revista Caderno de Letras**, n. 35, p. 73-84, 2020.

VOLK, H.; LURMANN, F.; PENFOLD, B.; HERTZ-PICCIOTTO, I; MCCONNELL, R. Traffic-Related Air Pollution, Particulate Matter, and Autism. **JAMA Psychiatry**,70(1), 71-77, 2013.

WATANABE, M. V. H. Eye Tracking e suas aplicações. 2013. **Monografia** (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade de Londrina, Paraná,2013.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS
Não se aplica.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONFLITOS DE INTERESSE
Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

DIREITOS AUTORAIS
Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista Comunicação Universitária - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

OPEN ACCESS
Este manuscrito é de acesso aberto (*Open Access*) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*).. O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.

LICENÇA DE USO
Licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.

VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto iThenticate da Turnitin, através do serviço *Similarity Check* da Crossref.

PUBLISHER
Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE). Publicação no Portal de Periódicos da Universidade do Estado do Pará. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

HISTÓRICO
Submetido: 14 de outubro de 2024.
Aprovado: 13 de dezembro de 2024.
Publicado: 18 de dezembro de 2024.