RECM
REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

A TEORIA DA DETECÇÃO DE SINAIS PARA O TREINAMENTO DO FOCO ATENCIONAL: UMA PROPOSTA PARA A APRENDIZAGEM DA NOÇÃO DE LINHAS POLIGONAIS

THE THEORY OF SIGNAL DETECTION FOR TRAINING ATTENTIONAL FOCUS: A PROPOSAL FOR LEARNING THE NOTION OF POLYGONAL LINES

LA TEORÍA DE LA DETECCIÓN DE SEÑALES PARA EL ENTRENAMIENTO DEL FOCO ATENCIONAL: UNA PROPUESTA PARA EL APRENDIZAJE DE LA NOCIÓN DE LÍNEAS POLIGONALES

Joalisson Bahia Santana[1]
Gabriele Souza de Carvalho[2]
Erinaldo Ferreira do Nascimento[3]
Laerte Silva da Fonseca[4]
Maria Ambrosina da Costa[5]

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de apresentar resultados da aplicação de uma atividade matemática para auxiliar na aprendizagem da noção de linhas poligonais através do treinamento do foco atencional baseado na Teoria da Detecção de Sinais (TDS). Os participantes desta pesquisa foram alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada no Território de Identidade Litoral Norte e Agreste Baiano. Para a realização das atividades, os alunos foram divididos em sete grupos. Como dispositivos para a coleta dos dados foram utilizadas a observação participante e uma atividade matemática, composta pelos testes de atenção baseados na TDS e um questionário sobre a realização da atividade. Os resultados revelaram que os sujeitos refletiram sobre a importância da atenção na resolução das atividades e, de modo geral, apresentaram um bom foco atencional para analisar e distinguir os estímulos com linhas poligonais. Com a realização da atividade baseada na TDS, foi possível estimar o Tempo de Reação (TR) dos grupos e a precisão das respostas apresentadas, o que permitiu analisar os dados e estimar o *d-prime*. Constatou-se que havia dois grupos com nível médio de sensibilidade para distinguir os estímulos corretamente, dois com nível alto e três com nível baixo. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento de atividades baseadas em testes com a TDS pode contribuir na construção de noções geométricas, à medida que colabora no desenvolvimento atencional dos alunos.

Palavras-chave: Teoria da Detecção de Sinais. Linhas Poligonais. Foco Atencional. Atividades Matemáticas.

[1] Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6576-4085. Lattes: http://lattes.cnpq.br/1422430106866517. E-mail: joalissonbahia@hotmail.com.
[2] Secretaria de Educação do Estado da Bahia (SEDUC/BA). Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0888-2779. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4197647109428880. E-mail: gscarvalho22@gmail.com.
[3] Instituto Federal do Sertão Paraibano (IFSertãoPB). Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2321-7854. Lattes: http://lattes.cnpq.br/6993470112000626. E-mail: erigremio.2013@gmail.com.
[4] Instituto Federal de Sergipe (IFS). Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0215-0606. Lattes: http://lattes.cnpq.br/6696227477981073. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br.
[5] Universidade da Cidade de São Paulo (UNICID). Orcid: http://orcid.org/0000-0003-2570-0516. Lattes: http://lattes.cnpq.br/8544596120242697. E-mail: marianina59@yahoo.com.br

Abstract

This study aims to present the results of implementing a mathematical activity designed to support the learning of the concept of polygonal chains through the training of attentional focus, based on Signal Detection Theory (SDT). The participants were 11th-grade students (2nd year of high school) from a state school located in the "Litoral Norte e Agreste Baiano" (North Coast and Agreste of Bahia) territory. For the activities, the students were divided into seven groups. Data collection involved participant observation and a mathematical activity, which included attention tests based on SDT, followed by a questionnaire regarding the experience. The results indicate that the participants reflected on the importance of attention when completing the tasks and, in general, demonstrated a good ability to focus their attention on analyzing and distinguishing stimuli involving polygonal chains. Through the SDT-based activity, it was possible to estimate the groups' Reaction Time (RT) and the accuracy of their responses, which allowed for data analysis and the calculation of the d-prime (d') sensitivity index. It was found that two groups exhibited a medium level of sensitivity in correctly distinguishing the stimuli, while two groups showed a high level, and three showed a low level. It is concluded, therefore, that the development of activities based on SDT tests can contribute to the construction of geometric concepts by fostering the development of students' attentional focus.

Keywords: Theory of Signal Detection. Polygonal Lines. Attentional Focus. Mathematics Activities.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de la aplicación de una actividad matemática destinada a favorecer el aprendizaje del concepto de líneas poligonales, mediante el entrenamiento del foco atencional basado en la Teoría de la Detección de Señales (TDS). Los participantes en esta investigación fueron estudiantes de segundo año de educación secundaria (equivalente al 2º año de *Ensino Médio* en Brasil) de una escuela pública estatal ubicada en el Territorio de Identidad Litoral Norte y Agreste Baiano. Para llevar a cabo las actividades, los alumnos se dividieron en siete grupos. Como instrumentos para la recolección de datos, se emplearon la observación participante y una actividad matemática, compuesta por pruebas de atención basadas en la TDS y un cuestionario sobre el desarrollo de dicha actividad. Los resultados revelaron que los participantes reflexionaron sobre la importancia de la atención en la resolución de las tareas y, en general, mostraron un buen foco atencional para analizar y distinguir los estímulos que contenían líneas poligonales. Mediante la realización de la actividad basada en la TDS, fue posible estimar el Tiempo de Reacción (TR) de los grupos y la precisión de sus respuestas, lo que permitió analizar los datos y calcular el *d-prime*. Se observó que dos grupos presentaban un nivel medio de sensibilidad para distinguir correctamente los estímulos, dos tenían un nivel alto y tres, un nivel bajo. Se concluye, por tanto, que el desarrollo de actividades basadas en pruebas con la TDS puede contribuir a la construcción de nociones geométricas, al favorecer, al mismo tiempo, el desarrollo atencional de los estudiantes.

Palabras clave: Teoría de la Detección de Señales. Líneas poligonales. Foco atencional. Actividades matemáticas.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar resultados da aplicação de uma atividade matemática para auxiliar na aprendizagem da noção de linhas poligonais através do treinamento do foco atencional baseado na Teoria da Detecção de Sinais (TDS). O processo de aprendizagem, que consiste na aquisição de conhecimentos e comportamentos, requer que se tenha dos alunos uma atenção direcionada às informações que se necessita reter.

A atenção pode ser definida como um conjunto de processos cognitivos que permite selecionar e priorizar determinados estímulos sensoriais, pensamentos ou ações, favorecendo seu processamento, enquanto outras informações são ignoradas ou recebem menor prioridade. Já o foco atencional é a capacidade de direcionar e/ou concentrar esse conjunto de processos cognitivos para estímulos específicos (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018). O treinamento do foco atencional, por sua vez, é um conjunto de práticas sistemáticas que visam aprimorar a capacidade

de direcionar, manter e regular a atenção, favorecendo o desenvolvimento da concentração em estímulos ou tarefas relevantes e o controle de distrações (Tang *et al.*, 2022).

Assim, para o desenvolvimento da aprendizagem, é necessária a mobilização da atenção por meio das atividades que são propostas em sala de aula pelo(a) professor(a). Tem-se, então, a seguinte questão norteadora da pesquisa: Como treinar o foco atencional para auxiliar na aprendizagem da noção de linhas poligonais através de uma proposta de atividade matemática baseada na Teoria da Detecção de Sinais? O estudo descreve uma aplicação pontual, sem delineamento destinado a avaliar mudanças no foco atencional ou ganhos de aprendizagem.

Os conhecimentos geométricos têm extrema importância no desenvolvimento e estudo de diversas noções matemáticas, até mesmo na capacidade dos sujeitos de se localizarem no espaço em que vivem e desenvolverem a leitura do mundo. Considerando essa relevância, têm-se desenvolvido, atualmente, uma valorização da geometria, impulsionada por pesquisas e pela elaboração de documentos oficiais que defendem o seu estudo na Educação Básica, estabelecendo também sua influência sobre as mais diversas áreas de conhecimento e no mundo profissional.

Além disso, contribuem para a compreensão das formas, das relações espaciais e de situações presentes em diferentes áreas do conhecimento. A valorização de seu ensino requer condições de formação docente, materiais adequados e estratégias que permitam discutir os critérios usados pelos estudantes na classificação de figuras. Destaca-se a importância do foco atencional para o desenvolvimento dessa habilidade de classificação, uma vez que este é um construto fundamental para a atividade de análise de figuras.

Reconhecendo a importância da geometria para a formação dos educandos durante a Educação Básica, tem-se a necessidade do papel docente de buscar meios de superar dificuldades associadas à aptidão de ensinar geometria e se debruçar sobre novas estratégias metodológicas. Nessa perspectiva, pode-se buscar suporte em achados da neurociência cognitiva por trazerem princípios sobre o funcionamento do cérebro humano e do sistema nervoso durante o processo de aprendizagem humana, em especial, naqueles que tratam do fenômeno da atenção, por considerar que este é primordial para focar nas informações que se quer apreender.

Pode-se, então, direcionar o foco para teorias que orientam o desenvolvimento do foco atencional através de testes específicos, como a Teoria da Detecção de Sinais. A TDS tem suas aplicações nas áreas que envolvem aprendizagem, percepção e na parte da memória, demonstradas, em especial nos testes de reconhecimento. Segundo Kellen, Nunes e Garcia-Marques (2008), a TDS tem como principais objetivos estimar a força do sinal relativamente à do ruído e identificar a estratégia de resposta utilizada pelos participantes. O sinal é o estímulo alvo de uma busca,

enquanto que o ruído é a variabilidade de elementos que pode estar envolvida na busca, os quais influenciam na distinção entre presença e ausência do sinal (Macmillan; Creelman, 2005).

É possível vislumbrar a TDS como uma alternativa para a orientação de tarefas do tipo fechadas, onde o estudante precisará indicar se existe ou não a presença de um estímulo (sinal) em meio a uma série de elementos (ruído). Além disso, ao utilizar os testes com a TDS, pode-se ter uma verificação do Tempo de Reação (TR) dos participantes, que consiste no intervalo de tempo entre a apresentação do estímulo e a emissão de uma resposta pelo indivíduo, ou seja, na velocidade em que um indivíduo consegue responder a um evento (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018).

Ao explorar testes baseados na TDS, envolvendo noções geométricas, pode-se ter uma percepção da compreensão dos alunos acerca dos conhecimentos estudados, sobre como está o seu nível de aprendizagem e as dificuldades que enfrentam. Isso porque, para realizar os testes de forma assertiva e discriminar os estímulos alvos dos estímulos distratores, o aluno terá que ter as noções geométricas bem estabelecidas ou ainda em efetiva construção. Dessa forma, neste trabalho, é apresentada uma aplicação de testes baseados na TDS envolvendo a noção de linhas poligonais simples com alunos de uma turma do 2° ano do Ensino Médio.

A GEOMETRIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA BREVE ABORDAGEM DAS LINHAS POLIGONAIS NA APRENDIZAGEM

A geometria é um campo da matemática que nasceu junto com a humanidade e foi se aperfeiçoando de acordo com cada civilização. Estima-se que seu surgimento tenha sido às margens do rio Nilo, no Egito antigo. Assim, acredita-se, "que esse assunto tenha aparecido lá, a partir da necessidade prática de redemarcar terras depois da enchente anual das margens do vale do rio" (Boyer, 2012, p.29).

Com a evolução da humanidade e o surgimento da escola, esse conhecimento é levado aos ambientes educacionais para ensinar aos educandos as possíveis aplicações da matemática, porém, a sua abordagem nos livros didáticos aparece nos capítulos finais, ocasionado alguns problemas no seu ensino.

Na Educação Básica brasileira, historicamente, a geometria enfrenta dificuldades que podem estar associadas, principalmente, à negligência do seu ensino em sala de aula, ficando como uma parte secundária da matemática e deixada para os finais das unidades e períodos letivos, e até mesmo sendo esquecida e abandonada (Pavanello, 1993), abandono esse que acaba sendo resultado da insegurança, da falta de formação e condições adequadas, ou seja, da falta de aptidão dos professores em abordar em sala de aula e também seu apego exagerado aos livros didáticos que

abordam os conhecimentos geométricos de forma pragmática e isolada nos capítulos finais (Lorenzato, 1993).

Segundo Chieregato e Rodrigues (2008, *apud* Moura; Cavalcante; Gomes, 2016), durante a década de 70, o Brasil enfrentou uma forte baixa no ensino de geometria, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Essa queda foi ocasionada por diversos motivos, sendo o principal a não importância da geometria para alguns professores.

A organização da geometria na Educação Básica escolar é desenvolvida de acordo com alguns documentos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que propõem a incorporação dos conteúdos geométricos e dão orientações gerais para o desenvolvimento da aprendizagem em cada fase escolar (Brasil, 1997). No atual cenário da sociedade, com as novas mudanças no currículo, a geometria é destacada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que normatiza os conteúdos, as competências e habilidades a serem desenvolvidas no processo de aprendizagem, como unidade temática.

É preciso pontuar, inicialmente, que a geometria na Educação Básica visa desenvolver a aprendizagem das figuras planas e espaciais. Ferreira (1999) acentua que a geometria na Educação Básica é uma:

> ciência que investiga as formas e as dimensões dos seres matemáticos ou ainda um ramo da matemática que estuda as formas, planas e espacial, com as suas propriedades, ou ainda, ramo da matemática que estuda a extensão e as propriedades das figuras (geometria plana) e dos sólidos (geometria no espaço) (Ferreira, 1999, p. 983).

Essa ciência permite a compreensão do mundo e a localização neste espaço, transformando-o. Tendo em vista esse cenário, a BNCC destaca o campo da geometria na Educação Básica, respaldando que:

> [...] Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nesta unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. (Brasil, 2017. p. 271).

A geometria tem grande importância para o desenvolvimento da nossa sociedade. Nesse sentido, tem como propósito mostrar as diversas aplicações que existem entre a matemática e a vida social. Segundo Rogenski e Pedroso (2007), as noções geométricas estão dialogando com o cotidiano, permanentemente, de modo diversificado, na natureza, nas artes, na arquitetura,

inclusive em outras áreas do conhecimento. Sendo assim, possuem infinitos conteúdos com seus teoremas e apostolados que podem ser aprendidos.

Dentre os conhecimentos geométricos, destacam-se as figuras geométricas polígonos. No entanto, para compreender o surgimento dos polígonos é inerente elencar os processos que dão a sua formação original que são as linhas poligonais. Para Brousseau (1986, p.38, tradução nossa) "não é apenas saber definições e teoremas a fim de reconhecer as ocasiões em que eles podem ser utilizados e aplicados; sabemos perfeitamente que fazer matemática implica resolver problemas."

Também nessa direção, Mori e Onaga (2012, p. 138) afirmam que as linhas poligonais podem ser entendidas como "uma figura plana formada por segmentos de reta, em que dois segmentos de reta consecutivos não estão sobre uma mesma reta". Entende-se que toda figura plana poligonal apresenta linhas abertas e fechadas e apenas um exemplo de linha poligonal fechada simples, logo o polígono pode ser compreendido como "uma figura geométrica plana formada por uma linha poligonal" (Mori; Onaga, 2012, p. 139).

Destarte, o conhecimento das linhas poligonais contribui para o desenvolvimento da matemática e outros campos da educação, como na disciplina Artes, que pode se dar, por exemplo, na formação de uma representação de um objeto, ou cálculo algébrico e chega-se "às formas geométricas planas cujo contorno é fechado e formado por segmentos de reta que não se cruzam, chamadas polígonos" (Souza; Pataro, 2012, p. 180).

A partir da noção das linhas poligonais é possível oferecer aos educandos a possibilidade de resolver situações-problemas e desenvolver suas potencialidades. Tais atividades podem contribuir para desenvolver as habilidades, a entender a sua percepção cognitiva, o raciocínio hipotético-dedutivo (Lorenzato, 1995). Dessa forma, as linhas poligonais são entendidas como os conceitos básicos mais importantes a serem compreendidos na geometria. Essas linhas formam os polígonos que se estudam na Educação Básica, a exemplos triângulos, quadrados, hexágonos, pentágonos entre outros.

Sendo assim, para Gay (2014, p. 240) "Uma linha poligonal plana fechada e simples divide o plano em duas regiões, ambas com infinitos pontos e sem pontos em comum". Na visão do autor, a aprendizagem das linhas é a base para a compreensão dos polígonos e as diversas representações que eles implicam na sociedade. Assim, pode-se justificar que uma linha poligonal plana fechada em uma região interna forma um polígono.

Nesse contexto, a discussão sobre as linhas poligonais e a geometria vai muito além do contexto da sala de aula. A realidade social dos educandos é fator importante para a aprendizagem, por envolver a atenção. Na próxima seção será discorrido sobre a Teoria da Detecção de Sinais que discute a atenção como base importante para aprendizagem.

UMA ABORDAGEM DA GEOMETRIA ATRAVÉS DA TEORIA DA DETECÇÃO DE SINAIS

O ensino inadequado da geometria acaba por criar lacunas conceituais por parte dos alunos, o que implica em dificuldades na aprendizagem de diversos conteúdos matemáticos que requerem o uso de algumas noções geométricas. A negligência do ensino da geometria cria, até mesmo, dificuldades na percepção de mundo, do ambiente espacial em que o sujeito vive, prejudicando sua capacidade de se situar no espaço. Isso porque,

> [...] estudar Geometria contribui para desenvolver no aluno a capacidade de sistematizar as observações e informações que percebe no mundo a sua volta, além de desenvolver seu raciocínio no que se refere à manipulação de números e medidas, ou seja, embora estude prioritariamente formas, a Geometria também se revela importante para o entendimento da, por vezes tão pragmática, álgebra e auxilia o indivíduo a situar-se no ambiente espacial em que vive (Souza, 2020, p. 25).

Reconhecendo essa importância da geometria na Educação Básica, houve uma valorização desse conhecimento em virtude de pesquisas acadêmicas que buscam investigar as dificuldades no seu processo de ensino e aprendizagem, bem como de documentos oficiais da educação que defendem o seu ensino, ao enfatizar suas relações com outras áreas do conhecimento.

> Atualmente percebemos uma valorização do ensino de Geometria no Brasil, principalmente devido aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os PCN apontam que o indivíduo da sociedade moderna tem que ter a capacidade de pensar geometricamente, pois as situações do dia-a-dia e as diversas profissões, como a engenharia, arquitetura, mecânica, bioquímica etc., exigem esse tipo de aprendizagem. (Meneses, 2007, p. 01).

Para acompanhar essa busca pela valorização da geometria e corresponder às expectativas da sua aprendizagem no ambiente escolar, de modo a torná-la mais eficiente, é imprescindível o trabalho docente. Assim, o professor deve buscar meios de tornar as informações e conhecimentos transmitidos em sala de aula cada vez mais acessíveis aos seus alunos, fazendo com que eles direcionam sua atenção para a aprendizagem. Para que isso ocorra, é essencial que se busque meios para mobilizar a atenção dos alunos e mantê-la na atividade a ser desenvolvida.

Para essa busca por meios que auxiliem a despertar a atenção dos alunos, os professores podem ter suporte da neurociência cognitiva, a qual traz informações que norteiam o funcionamento do cérebro humano e da mobilização do fenômeno da atenção. É importante reconhecer este fenômeno como limitado, uma vez que o cérebro do indivíduo não consegue focar

em todas as informações a que é exposto, de maneira simultânea (Cosenza; Guerra, 2011). Sendo assim, é preciso selecionar os estímulos adequados que se quer expor aos seus alunos, e buscar treinar a sua atenção através das atividades, de modo a proporcionar que os alunos desenvolvam a capacidade de focar sua atenção de maneira eficiente ao aprendizado da geometria.

Nessa assertiva, pode-se buscar suporte na Teoria da Detecção de Sinais (TDS), a qual é utilizada na análise de informações derivadas de experiências em que é necessário categorizar estímulos ambíguos, de características que despertam dúvida, que são gerados através de sinais ou ruídos (Abdi, 2007 *apud* Rosa, 2015). Essa teoria ganhou espaço na atividade de identificação de estímulos, pois "proporciona um método eficaz de análise do desempenho em identificação de sinal na presença de ruído" (Elias, 2019, p. 28).

A TDS surgiu no campo da engenharia eletrotécnica ainda durante a segunda guerra mundial, com o objetivo de analisar e testar a capacidade dos radares na detecção de aviões inimigos, devido à preocupação com erros humanos e de máquinas, na tentativa de maximizar as detecções corretas e de minimizar alarmes falsos de maneira simultânea (Kellen; Nunes; Garcia-Marquez; 2008).

Em 1996, a TDS foi adaptada para a psicofísica, aplicada às sensações e percepção humana com o intuito de elucidar o comportamento de indivíduos durante as tarefas de decisão. Posteriormente, passou a ser empregada nas áreas que envolviam a aprendizagem, retenção humana e memória. Mais tarde, teve sua utilização também na psicologia cognitiva com o objetivo de explicar a maneira como os sujeitos discriminam os sinais do ruído e tornar possível sua quantificação através da utilização de medidas (Kellen; Nunes; Garcia-Marques, 2008). Para tanto, a TDS objetiva estimar o *d-prime (d')*, que consiste no valor indicativo da força de um determinado sinal (Rosa, 2015). O *d-prime* é um índice estatístico da TDS que mede a sensibilidade perceptiva de um indivíduo, isto é, sua capacidade de distinguir um sinal relevante do ruído (Ebert *et al.*, 2024).

> A Teoria da Detecção de Sinais (TDS) compreende quatro resultados possíveis da presença ou ausência de um estímulo e da detecção ou não-detecção de um estímulo. Ela caracteriza a tentativa das pessoas de detectar um sinal, um estímulo-alvo [...]. Em primeiro lugar, nos acertos (também chamados de "positivos verdadeiros"), se identifica corretamente a presença de um alvo. Em segundo lugar, nos alarmes falsos (também chamados de "positivos falsos"), identifica-se de maneira errada a presença de um alvo que, na realidade, está ausente. Em terceiro lugar, nas falhas (também chamadas "negativos falsos"), erra-se ao deixar de identificar a presença de um alvo. Em quarto lugar, nas rejeições corretas (também chamadas de "negativos verdadeiros"), identifica-se corretamente a ausência de um alvo (Sternberg, 2008, p. 123).

Os quatro resultados possíveis, apresentados no Quadro 1, permitem perceber se um indivíduo é capaz ou não de discriminar os estímulos a que é exposto e dar a resposta adequada ao estímulo alvo com a intenção de alcançar uma detecção ou rejeição correta. À medida que não alcança um destes dois resultados positivos, o indivíduo acaba se deparando com um erro na detecção do estímulo alvo, o que pode representar, no contexto da aprendizagem, uma lacuna conceitual.

Quadro 1 – Matriz de referência dos resultados possíveis da TDS.

Estímulo Alvo (sinal)	**Detectado**	**Não Detectado**
Presença	Acerto (hits)	Falha
Ausência	Alarme falso	Rejeição correta

Fonte: Adaptado de Sternberg (2008).

Dos quatro resultados possíveis da matriz de referência, utilizando-se dos descritores "Acerto" e "Alarme Falso", pode-se fazer uma análise do nível de sensibilidade dos participantes de um teste com a TDS ao calcular o *d-prime (d')*. Representando os descritores Acerto e Alarme Falso por A e AF, respectivamente, pode-se estabelecer o *d'* como a diferença entre a taxa de Acertos e a taxa de Alarmes Falsos, ou seja, $d' = Z(A) - Z(AF)$, sendo Z o escore padronizado da distribuição normal padrão (Kellen; Nunes; Garcia-Marques, 2008).

Para amostras pequenas, utiliza-se ainda a correção loglinear de Hautus (1995), em que a taxa de acertos é dada por $Ac = \frac{A+0,5}{Ns+1}$ e a taxa de alarmes falsos é dada por $AFc = \frac{AF+0,5}{Na+1}$, em que Ns é o número de estímulos que contém o sinal e Na é o número de estímulos que não contém o sinal. Ao aplicar as correções nas taxas, estas são utilizadas na equação do *d-prime*, fazendo $d' = Z(Ac) - Z(AFc)$.

No que diz respeito à interpretação do valor do *d'*, tem-se que para: $d' = 0$, ausência de discriminação entre sinal e ruído; $d' > 0$, capacidade de discriminação entre sinal e ruído, sendo que a capacidade cresce de acordo com o aumento do índice; e $d' < 0$, desempenho atípico, dificuldade na tarefa e/ou no registro e, por isso, deve-se ter cuidado na sua interpretação (Macmillan; Creelman, 2005).

Rosa (2015), na sua pesquisa, estimou a capacidade dos sujeitos baseadas no *d-prime*, na força da determinação do sinal, dividindo-os em altos, médios e baixos. Alto, quando os indivíduos têm êxito em reconhecer os estímulos com acertos e rejeições corretas; médios, quando os sujeitos apresentam certa dificuldade ao identificarem os acertos e emitem alarmes falsos; baixos, com

grande inexatidão nas respostas, ao não identificarem os estímulos e apresentarem alarmes falsos de forma simultânea.

Além disso, tem-se a possibilidade de verificar a qualidade da resposta dada pelo sujeito, que dentro da neurociência cognitiva é designado como Tempo de Reação (TR) e consiste na velocidade do sujeito em emitir resposta acerca de um evento (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018). Ao analisar o TR, pode-se estimar a sua velocidade, bem como entender o nível de dificuldade que foi enfrentado ao distinguir os estímulos. Isso porque aquele indivíduo que realizar o teste com a TDS e alcançar acertos e rejeições corretas em curtos períodos de TR pode corresponder a uma capacidade alta de discriminar os estímulos, isto é, um processamento mais eficiente naquela tarefa. No âmbito da aprendizagem, quando se tem respostas assertivas, o TR rápido pode representar que o sujeito está seguro dos conceitos que possui e focado em aplicá-lo na atividade e, por isso, apresenta um processamento eficiente.

O sujeito que requisita maior TR para alcançar acertos e sugestões corretas pode configurar uma insegurança dos conceitos e/ou um foco atencional baixo na atividade realizada, ou até mesmo maior cautela nas escolhas. Já aquele indivíduo que apresenta um TR variável entre as tentativas, pode caracterizar inconsistências no desempenho atencional, momentos de distrações e dificuldades nas tentativas, o que pode representar alto nível de dificuldade conceitual.

Trazendo estas percepções dos resultados de testes com a TDS para a aprendizagem de geometria, pode-se ter a utilização de atividades em que os alunos sejam direcionados a buscar estímulos alvos específicos em algumas figuras, de modo a estabelecer se o alvo está ou não presente. A resposta apresentada pelos alunos vai poder promover uma reflexão sobre a compreensão dos conceitos por parte dos alunos, bem como se eles apresentam, ou não, certo nível de dificuldade. Além disso, pode promover o treinamento do foco atencional e o exercício das noções geométricas que se quer construir.

A TDS não foi desenvolvida para o contexto educacional, tanto que tem suas aplicações em pesquisas recentes sobre a tomada de decisão no que diz respeito a oportunidades de empreendedorismo (Mendes, 2022; Santana, 2019) e também de estudos sobre a racionalidade humana nas decisões (Pinker, 2022). Ambas explorando os quatro resultados possíveis durante o exercício de tomada de decisão, para levar a uma reflexão das que sejam adequadas. Isso representa que a TDS é muito bem aplicada para as tomadas de decisões humanas e, por isso, podem ser aplicadas também no contexto educacional, uma vez que os alunos são levados a tomarem decisões durante a resolução de atividades escolares.

Nessa assertiva, destaca-se a importância do papel docente em buscar teorias e dinâmicas alternativas para serem utilizadas em sala de aula, em especial, aquelas apoiadas nos princípios da neurociência cognitiva, pois levam em consideração o funcionamento do cérebro humano. Afinal, a neurociência cognitiva vem ganhando espaço no campo do saber que envolve os processos de ensino e aprendizagem, à medida que trata de tais processos partindo do cérebro, justificando as orientações das teorias da aprendizagem, o que, consequentemente, lhe permite conquistar espaço entre a comunidade escolar (Fonseca, 2015).

METODOLOGIA

Com o intuito de estimular o foco atencional para auxiliar na aprendizagem da noção de linhas poligonais através de uma proposta de tarefa matemática baseada na Teoria da Detecção de Sinais, foi realizada uma pesquisa de campo de cunho quantitativo com uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública do estado da Bahia.

Essa pesquisa tem uma abordagem quantitativa pois, na concepção de Pereira e Ortigão (2016), busca investigar a intensidade e a distribuição de determinadas características em uma população, contribuindo também para a compreensão de problemas sociais. Embora possa produzir resultados com diferentes possibilidades de generalização, sua análise se torna mais consistente quando considera os contextos em que os dados foram produzidos. Assim, é possível analisar os dados visíveis e concretos apresentados pelos participantes da pesquisa, com a finalidade de estabelecer o Tempo de Reação (TR) e o *d-prime* e, assim, conjecturar acerca dos níveis de capacidade de distinção dos estímulos.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, este estudo caracteriza-se como pesquisa de campo, pois os dados foram produzidos diretamente no contexto investigado. "A pesquisa de campo em educação, portanto, caracteriza-se pela ida do pesquisador ao campo, aos espaços educativos para coleta de dados, com o objetivo de compreender os fenômenos que nele ocorrem" (Tozoni-Reis, 2009, p. 28), o que é buscado através desta pesquisa ao ir ao espaço educativo da sala de aula para estudar o desempenho dos alunos diante de tarefas matemáticas baseadas na TDS.

A escolha da turma está relacionada ao fato de um dos autores deste artigo ministrar aulas nessa turma, uma vez que a aplicação não iria depender da anuência de outros professores. Além disso, a escolha também está atrelada ao fato de que os estudantes do Ensino Médio deveriam possuir conhecimentos prévios sobre linhas poligonais, pois esse conhecimento é abordado nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

A tarefa utilizada nesta pesquisa foi fruto dos estudos e discussões do Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Neurocognitivo da Aprendizagem Matemática (neuroMATH[6]). Uma das atribuições no grupo de pesquisa foi a elaboração de uma tarefa envolvendo uma teoria da atenção seletiva e, assim, surgiu a ideia de abordar as linhas poligonais com base na Teoria da Detecção de Sinais.

Para nortear a aplicação da tarefa com a turma participante da pesquisa, foram idealizados os momentos de introdução da tarefa (1), realização da atividade (2) e discussão dos resultados (3), seguindo a proposta de uma aula de investigação matemática onde o docente deixa de assumir o papel de "transmissor" do conhecimento e passa a ser mediador, suscitando curiosidade nos alunos e instigando-os a buscar respostas para o problema. "O professor continua sendo o elemento-chave [...] nestas aulas, cabendo-lhe ajudar o aluno a compreender o que significa investigar e aprender a fazê-lo" (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 1).

Por se tratar de um estudo derivado de uma atividade puramente pedagógica e de ensino, realizada no contexto regular de sala de aula e sem qualquer tipo de intervenção ou modificação na rotina dos estudantes, a presente pesquisa cumpre os critérios de dispensa de submissão e avaliação pelo Sistema CEP/Conep, conforme previsto no Artigo 1º, Inciso VII, da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2016). Ressalta-se que a análise das produções textuais e das discussões em grupo ocorreu de forma estritamente anônima e agregada, impossibilitando a identificação direta ou indireta de qualquer estudante envolvido, garantindo assim o sigilo absoluto das informações.

Para a coleta dos dados, utilizou-se o registro escrito dos alunos por meio de uma tarefa impressa e a observação da professora aplicadora. Antes de iniciar a atividade, os estudantes foram informados sobre a finalidade da atividade e a utilização das respostas como dados da pesquisa, e todos manifestaram concordância em participar. Após essa manifestação, iniciou-se a aplicação da tarefa, conforme os procedimentos descritos a seguir.

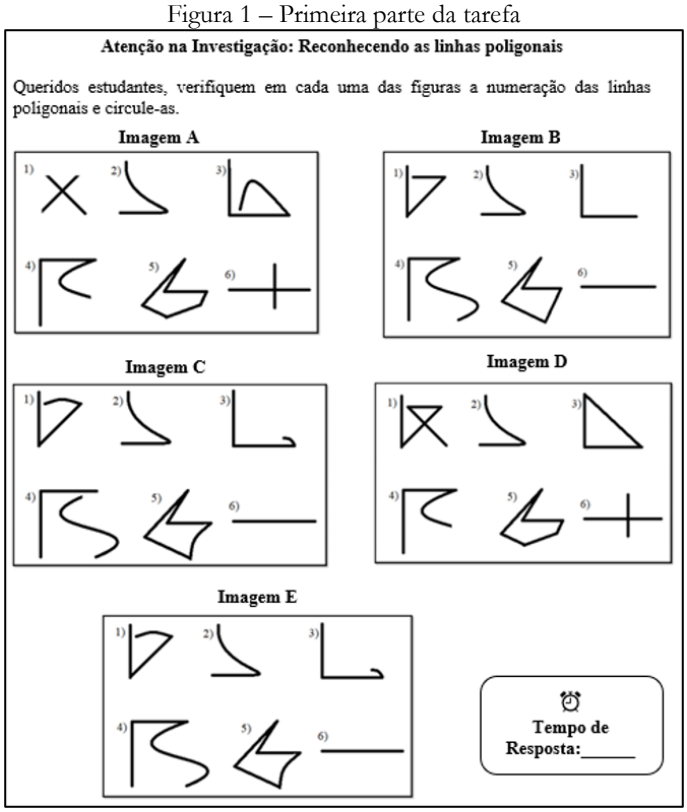
Participaram da pesquisa 28 estudantes, organizados em sete grupos de quatro integrantes. Foram analisadas sete respostas coletivas, tomando cada grupo como unidade de análise. Portanto,

[6] Grupo de pesquisa do Instituto Federal de Sergipe que realiza reuniões mensais para refletir e discutir sobre as teorias da atenção em favor da aprendizagem de ciências e matemática. Sobre a teoria em tela, a reunião ocorreu em 04/05/2022 com apresentação dos princípios teóricos da mesma e também de propostas de atividades em forma de duelos para o conhecimento e aprimoramento dos conceitos das quatro teorias da atenção.

os resultados representam o desempenho dos grupos e não podem ser atribuídos individualmente aos estudantes.

No momento 1 foi feita a introdução por meio da explicação da noção de linhas poligonais, iniciando a aula com uma revisão sobre a noção de polígonos para chegar até o formato das linhas poligonais. Feito isso, a turma foi convidada a realizar a tarefa, sendo feita a divisão dos alunos em 7 grupos, contendo 4 integrantes em cada um deles. O próximo momento foi a realização da atividade que estava em mãos e, inicialmente, precisavam resolver a primeira parte da tarefa, Figura 1.

Figura 1 – Primeira parte da tarefa



Fonte: Os autores (2022).

Nessa primeira parte foram cronometrados 5 minutos para que os estudantes realizassem a busca visual sobre os elementos das figuras. Vale salientar que, mesmo após o término dos 5 minutos, os alunos ainda poderiam continuar a resolução e sinalizar assim que finalizassem para o devido registro do tempo total. A escolha por 5 minutos justifica-se pelo fato de ser considerado adequado para que os integrantes do grupo analisassem cada um dos estímulos presentes nas Imagens A, B, C, D e E, para que discutissem rapidamente e finalizassem suas respostas, garantido a média de 1 minuto por imagem.

Esse primeiro momento da realização da atividade foi de suma importância para a professora verificar se os estudantes conseguiram compreender a explicação. "A interpretação da tarefa deve ser, por ela própria, um dos objetivos destas aulas, pelo que, gradualmente, deve esperar-se que o aluno a realize autonomamente ou com os seus colegas" (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 3).

Através das imagens utilizadas nos testes pode-se perceber que as Imagens A, B, C e D possuem linhas poligonais simples, isto é, possuem o estímulo alvo, enquanto a Imagem E não tem linhas poligonais simples, ou seja, não apresenta o estímulo alvo. Assim, as intervenções ideais para os testes são a identificação correta do estímulo em quatro imagens, e a rejeição correta em uma imagem. Após o final do tempo dado para a primeira parte, foi feita a parte 2 da tarefa, Figura 2.

Figura 2 – Segunda parte da tarefa.

Registro das respostas e correção

Imagens	Linhas poligonais identificadas	Acertos	Erros
A			
B			
C			
D			
E			

Quais estratégias foram utilizadas para identificar as linhas poligonais?

Vocês tiveram mais:
( ) Acertos ( ) Erros

Se houve erros, vocês acreditam que foram por quais motivos?

O que vocês acharam da atividade?

Fonte: Os autores (2022).

Essa segunda parte da tarefa foi idealizada para possibilitar a análise profunda das respostas dos alunos, permitindo compreender o raciocínio utilizado na resolução dos problemas e coletar suas percepções sobre a tarefa. Dessa forma, esse momento é de reflexão do aluno a respeito do que foi feito na parte 1 e, por esse motivo, não foi cronometrado tempo de resolução.

No último momento foi feita a discussão dos resultados com os grupos. Essa discussão aconteceu com a análise das respostas que cada grupo preencheu na tabela comparando a com a noção de linhas poligonais e os próprios estudantes foram analisando as respostas colocadas e identificando os acertos e erros. Na próxima seção é detalhada a análise da tarefa com base na TDS e utilizando-se da técnica de emparelhamento entre as respostas.

Para o cálculo do *d-prime* foram consideradas as indicações de Acertos e Alarmes Falsos sobre a presença e ausência do estímulo alvo em cada imagem. Ou seja, estes foram considerados para respostas completamente precisas por parte dos estudantes em torno de cada imagem da tarefa. Todavia vale destacar que embora um acerto completo não seja atingido, não representa um erro total por parte dos estudantes, uma vez que encontram-se acertos parciais. Os acertos parciais na análise de cada imagem podem representar lacunas conceituais e/ou menor foco atencional na realização da atividade, o que pode ser entendido como um desenvolvimento parcial da aprendizagem sobre os conceitos abordados.

Destaca-se ainda que, por conta da pouca quantidade de imagens (5) utilizadas na busca, tem-se a utilização da correção loglinear de Hautus (1995), fazendo Ns = 4, pois foram utilizadas 4 imagens contendo o estímulo alvo, e Na = 1, pois foi utilizada 1 imagem que não contém o estímulo alvo.

A utilização de poucos estímulos justifica-se pelo curto tempo de realização de atividades dentro de sala de aula que requerem a mobilização da atenção. Entretanto é uma atividade que pode ser um ponto de partida para outras práticas similares, tendo maior variabilidade nos elementos de busca e maior uniformidade das imagens de ausência de estímulo. Neste artigo foi privilegiado um uso maior de imagens com estímulos por entender que seria mais relevante, no momento, que os alunos conseguissem identificar quais elementos realmente eram linhas poligonais.

Em relação ao estabelecimento do TR e sua análise, vale destacar que a perspectiva aqui adotada foi a do tempo de identificação dos estímulos por parte dos grupos, bem como o de discussão e emissão de respostas, o que difere do TR convencional por considerar também o tempo de discussão nos grupos.

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Partindo da noção de que linhas poligonais são um conjunto de segmentos de retas sucessivas e não-colineares, foi solicitado que os estudantes identificassem as linhas poligonais presentes nas cinco imagens da parte 1 da tarefa (Figura 1). Os sete grupos investigaram as linhas poligonais, mas foram necessários mais de 5 minutos, como evidencia o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Tempo de Reação (TR) da parte 1 da tarefa

Grupo	Tempo de Reação
1	7’27”
2	8’47”
3	9’40”
4	9’26”
5	8’32
6	9’16”
7	7’56”

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Verifica-se que o menor TR durou 2 '27" a mais do que o tempo mínimo estipulado e o TR máximo foi de 9' 40" sendo uma diferença de 2 '13" entre o grupo com maior e menor TR. Essa marcação do tempo foi feita para auxiliar na análise do TR dos estudantes, pois na TDS este tempo pode ser utilizado para inferir sobre o domínio do conceito e/ou do nível de foco atencional, além da velocidade do sujeito em responder ao estímulo. A seguir, no Quadro 3, estão presentes as respostas que cada grupo registrou durante a busca.

Quadro 3 – Respostas dos grupos participantes.

Grupos	Imagens				
	A	B	C	D	E
1	1, 5, 6	1, 3, 5	4	1, 3, 5	1, 6
2	1, 5, 6	1, 3	1, 5	1, 3, 5	Nenhuma
3	5	1, 3, 5	Nenhuma	1, 3, 5	Nenhuma
4	1, 5, 6	1, 3, 5	3, 5	1, 3, 5, 6	Nenhuma
5	1, 5	3, 5	4	1, 3, 5	Nenhuma
6	1, 5, 6	3, 5, 6	1, 5, 6	1, 3, 5	1, 2, 5
7	1, 5, 6	1, 3, 5, 6	1, 5	1, 3, 5, 6	Nenhuma

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Fazendo um emparelhamento dos Quadros 1 e 3 é possível perceber que para a Imagem A apenas o grupo 3 não obteve falha na detecção de sinais, apresentando apenas a resposta certa. Os demais grupos apresentaram falha ao mencionar as linhas 1 e/ou 6 como linhas poligonais.

Na Imagem B, os grupos 1, 3 e 4 apresentaram acerto sem falha ao mencionar as linhas 1, 3 e 5 como poligonais. O grupo 2 não detectou a linha 5, o grupo 5 não detectou a linha 1, o grupo 6 também não detectou a linha 1 e falhou ao detectar a linha 6, o grupo 7 apresentou os acertos, mas também apresentou falha na detecção da linha 6.

Os grupos 1 e 5 conseguiram detectar acerto na Imagem C e os demais grupos falharam na detecção, pois mencionaram linhas que não são poligonais. Na Imagem D todos os grupos

apresentaram acertos ao mencionar as linhas 1, 3 e 5 como poligonais. No entanto, os grupos 4 e 7 falharam ao detectar a linha 6. A Imagem E é a única em que o estímulo-alvo não está presente e, desta forma, os grupos 1 e 6 acabaram detectando alarme falso enquanto os demais grupos realizaram a rejeição correta.

Apesar do grupo 1 obter o menor tempo de resolução, apresentou falhas na detecção do estímulo-alvo da Imagem A e alarme falso na imagem E. Já o grupo 2 apresentou falhas nas Imagens A e D, não detectou um sinal na Imagem B, enquanto o grupo 3 teve ausência de sinal na Imagem D e o grupo 4 apresentou falha nas imagens A e B, não detectou o sinal na imagem D.

O grupo 5 teve falha na imagem A e faltou detectar um sinal presente na imagem B. O grupo 6 apresentou falhas nas imagens A e B, além de falha e ausência de sinal nas imagens B e D e alarme falso na imagem E. Por fim, o grupo 7 falhou nas Imagens A, B e C, na Imagem D eles tiveram falha e ausência de sinal.

Diante das respostas apresentadas o grupo 3 foi o que chegou mais próximo de todos os acertos, falhando apenas na detecção de sinais da Imagem D. Porém, esse foi o grupo com maior tempo utilizado para realização da busca, esse fato nos leva a inferir que, por conta dos acertos, os alunos foram cuidadosos nas suas escolhas, o que implicou no maior uso de tempo.

É possível ainda fazer uma análise da capacidade dos participantes em distinguir os estímulos das linhas poligonais nos testes realizados, ao utilizar os percentuais dos quatro resultados possíveis da TDS, conforme o Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Percentual das respostas dos alunos conforme resultados possíveis da TDS.

	Imagens A, B, C e D.				**Imagem E.**			
Grupo	**Acertos / (%)**		**Erros / (%)**		**Alarmes falsos / (%)**		**Rejeições corretas / (%)**	
1	3	75%	1	25%	1	100%	0	0%
2	1	25%	3	75%	0	0%	1	100%
3	3	75%	1	25%	0	0%	1	100%
4	1	25%	3	75%	0	0%	1	100%
5	2	50%	2	50%	0	0%	1	100%
6	1	25%	3	75%	1	100%	0	0%
7	0	0%	4	100%	0	0%	1	100%

Fonte: Os autores (2022).

Considerando a taxa de precisão dos alunos, pode-se estabelecer as seguintes análises de acordo com a sensibilidade da capacidade de distinguir os estímulos, e consequentemente, o *d-prime* dos grupos que participaram dos testes, e ainda estabelecer o nível de sensibilidade, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Análise da capacidade de distinção dos estímulos.

Grupo	Ac	AFc	*D-prime*	Nível de sensibilidade	Percentual geral de acertos
1	0,70	0,75	−0,15	Baixo	60%
2	0,30	0,25	0,15	Médio	40%
3	0,70	0,25	1,20	Alto	80%
4	0,30	0,25	0,15	Médio	40%
5	0,50	0,25	0,67	Alto	60%
6	0,30	0,75	−1,20	Baixo	20%
7	0,10	0,25	−0,61	Baixo	20%

Fonte: Os autores (2022).

Com base no Quadro 5, observa-se que: os grupos 1, 6 e 7: apresentaram valores negativos, indicando desempenho desfavorável na discriminação entre imagens com e sem o sinal; os grupos 2 e 4: apresentaram valores próximos de zero, sugerindo capacidade média de discriminação com base nesses dados; os grupos 3 e 5: apresentaram os maiores valores positivos, indicando melhor discriminação relativa entre os grupos avaliados.

Dessa forma, pode-se verificar que os grupos 1, 6 e 7 tiveram baixo nível de sensibilidade, o que configura inexatidão nas respostas, ou ainda grande dificuldade em identificar linhas poligonais. Os grupos 2 e 4 apresentaram nível médio de sensibilidade, o que se configura como certa dificuldade nas respostas, isto é, alguma dificuldade em identificar as linhas poligonais. Já os grupos 3 e 5 apresentaram alto nível de sensibilidade, ou seja, são assertivos ao identificar linhas poligonais. O que, de modo geral, representa que a maioria dos alunos participantes têm desenvolvido a capacidade de identificar linhas poligonais, e ainda, a capacidade de focar a atenção no teste realizado.

Todavia, é importante destacar que essas interpretações devem ser cautelosas, pois cada grupo avaliou apenas uma imagem sem sinal. Assim, os resultados são muito sensíveis à ocorrência de um único alarme falso e não permitem conclusões robustas sobre a capacidade atencional dos participantes.

Além da análise do *d-prime*, é possível verificar o percentual de acertos gerais na análise das imagens, que indicam 20% para os grupos 6 e 7, 40% para os grupos 2 e 4, 60% para os grupos 1 e 5 e 80% para o grupo 3. É importante evidenciar que o percentual de acertos foi dado pela capacidade dos participantes em responder corretamente os testes com as cinco imagens, sendo então 20% para cada questão. Destaca-se os acertos parciais nas análises dos elementos que compõem cada imagem que, mesmo não considerados no cálculo do *d-prime*, representam algum nível de sensibilidade na descriminação dos estímulos, isto é, algum nível de compreensão dos conceitos e uso do foco atencional.

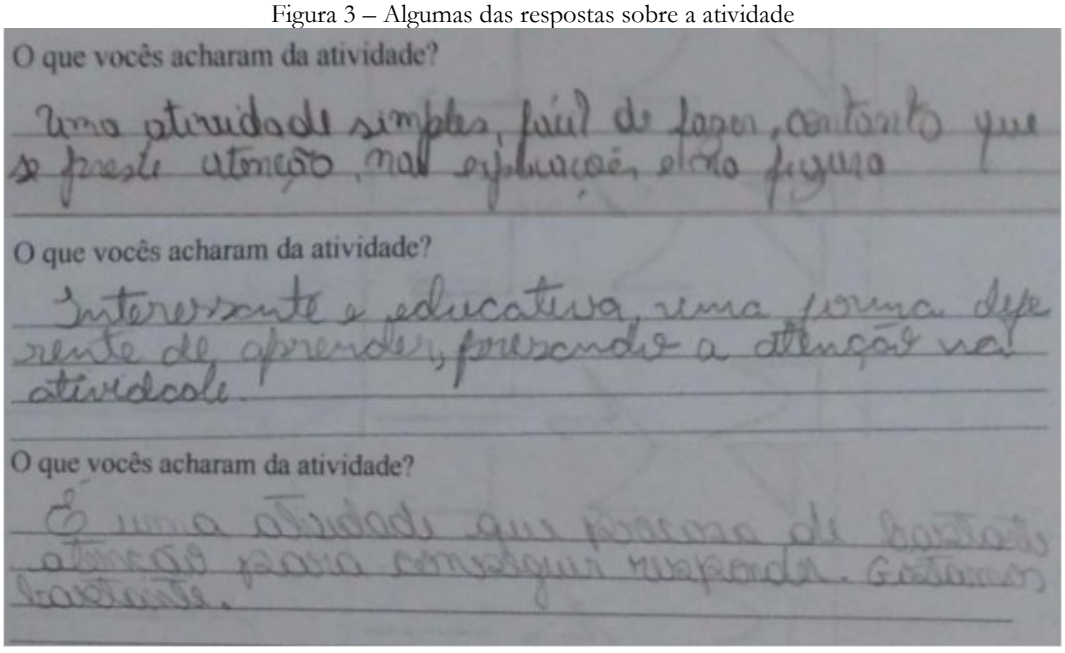
Diante do exposto e visto que a apresentação da noção de linhas poligonais foi apresentada em um curto período e logo em seguida foi proposta a busca visual, é possível considerar a tarefa instigante e propícia para desenvolver o foco atencional dos alunos, mesmo que nenhum grupo tenha apresentado todos os acertos.

Na tarefa também foi feito um questionamento sobre os motivos pelos quais eles consideram ter errado na identificação das linhas poligonais. Os grupos 1, 2, 3, 4 e 7 mencionaram a falta de atenção como um dos motivos para o erro e complementou afirmando que existem exemplos que não estavam presentes na explicação da professora. Esse fato pode ser conjecturado como uma dependência dos exemplos da professora e falta de atenção na noção das linhas poligonais.

Os grupos 5 e 6 destacaram que o motivo do erro estava associado à percepção da Imagem, o grupo 5 relatou o seguinte: "*Foi porque elas se tocavam, mas infelizmente não se seguia*" e o grupo 6 "*Porque não consegui identificar alguns polígonos direito*".

Esses relatos evidenciam que os estudantes ainda não estavam com a noção de linhas poligonais consolidada e ficaram presos aos exemplos apresentados. Outro ponto importante para se levar em consideração é que a tarefa é diferente daquelas que eles estão acostumados, ou seja, foi o primeiro contato dos alunos com esse tipo de tarefa, além disso, explorando a atenção seletiva. Por fim, foi questionado o que os alunos achavam da atividade. Na Figura 3, a seguir, encontram-se as respostas de alguns grupos participantes da pesquisa.

Figura 3 – Algumas das respostas sobre a atividade



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Diante das respostas apresentadas, pode-se inferir que os estudantes gostaram da atividade, perceberam a necessidade de utilizar a atenção e conhecer a noção de linhas poligonais para realizar a busca visual. Destaca-se ainda o caráter reflexivo que as perguntas de avaliação sobre a atividade têm, ao buscar levar os alunos a refletirem sobre suas estratégias e sobre o que achavam da proposta. A reflexão sobre sua ação ao resolver as atividades pode ajudá-los a entender quais caminhos precisam seguir, ajustes a serem feitos, e no que precisa melhorar para consolidar seus conhecimentos, diferentemente do que somente receber um direcionamento por parte dos professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo foi escrito com o objetivo de apresentar resultados da aplicação de uma atividade matemática para auxiliar na aprendizagem da noção de linhas poligonais através do treinamento do foco atencional baseado na Teoria da Detecção de Sinais (TDS). Para tanto, foi feita a aplicação da referida tarefa com uma turma de alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado da Bahia.

Através da aplicação do teste com a TDS foi possível verificar através do cálculo do *d-prime* dos participantes que, três grupos apresentaram baixo nível de sensibilidade ao distinguir os estímulos com linhas poligonais, dois grupos obtiveram nível médio e dois grupos alcançaram um nível alto. Tais dados representam que a maioria da turma participante da pesquisa tem apresentado um bom desenvolvimento do foco atencional e consolidação do conceito de linhas poligonais. Isso porque, de modo geral, conseguiram ser assertivos em identificar as linhas poligonais e rejeitar corretamente sua ausência. Assim, pode-se conjecturar que a aprendizagem da noção de linhas poligonais tem se desenvolvido por responderem corretamente, e ainda, que o foco atencional está sendo privilegiado para desempenhar os testes.

Pode-se inferir ainda que o TR dos participantes ainda se encontra alto, uma vez que todos os grupos ultrapassaram os 5 minutos estipulados. Entretanto, é importante estabelecer que o conceito de linhas poligonais não era utilizado por eles e por isso requereu mais tempo empregado na análise, o que pode ser melhorado através de atividades progressivas sobre esse conceito.

Quanto à avaliação da atividade por parte dos alunos, é perceptível que reconheceram a importância de mobilizar e focar sua atenção durante a atividade para obterem o êxito desejado, ou seja, perceberam que o foco atencional e o domínio do conceito é de fundamental importância para que se saiam bem na realização de uma atividade.

Pode-se destacar, assim, a importância de práticas como a desenvolvida nesta pesquisa por trazer uma atividade alternativa baseada em testes com a TDS para privilegiar a construção de uma noção geométrica e verificação desta construção, à medida que mobiliza o foco atencional dos alunos. E ainda, trazer a reflexão sobre o uso da atenção para que os alunos percebam e entendam como esse mecanismo é importantíssimo para que eles desenvolvam suas atividades e, consequentemente, tenham uma aprendizagem eficaz.

Para pesquisas futuras, seguindo a linha de aplicações de testes de atenção baseados na TDS, pode-se vislumbrar a aplicação de testes mais elaborados, explorando uma maior quantidade de imagens e aplicadas de forma individual. Esta permitirá um cálculo do *d-prime* de cada participante, bem como do seu TR, o que possibilitará análises cada vez mais precisas sobre o foco atencional dos alunos durante a resolução de atividades matemáticas.

REFERÊNCIAS

BOYER, Carl B.; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. São Paulo: Blucher, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF. 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais... Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, p. 44-46, 24 maio 2016.

BROUSSEAU, G.. **Fondements et méhodes de la didactique des mathématiques. Recherches em didactique des mathématiques**, Paris, v. 7, n. 2, p. 33-116. 1986.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B.. **Neurociência e Educação**: Como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

EBERT, Kerry Danahy et al. Measuring children's sustained selective attention and working memory: validity of new minimally linguistic tasks. **Behavior Research Methods**, v. 56, n. 2, p. 709-722, 2024.

ELIAS, P. F.. **Ergonomia cognitiva em telecontrole de subestações**. 61f. 2019. Monografia (Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

FERREIRA, Aurélio B. de H. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2.ed. Curitiba: Nova Fronteira, 1999.

FONSECA, L. S. da. **Um estudo sobre o Ensino de Funções Trigonométricas no Ensino Médio e no Ensino Superior no Brasil e França**. 2015, 495p. Tese (Doutorado em Educação matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2015.

GAY, M. R. G. (ed.). **Projeto Araribá:** matemática. São Paulo: Moderna, 4.ed., v. 1, 2014, 351 p.

GAZZANIGA, M.; HEATHERTON, T.; HALPERN, D.. **Ciência psicológica**. Tradução: Maiza Ritomy Ide, Sandra Maria Mallmann da Rosa, Soraya Imon de Oliveira. Revisão técnica: Antônio Jaeger. 5. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2018.

HAUTUS, Michael J. Corrections for extreme proportions and their biasing effects on estimated values of d'. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 27, n. 1, p. 46–51, 1995.

KELLEN, D. V. D,; NUNES, L. D.; GARCIA-MARQUES, L.. Sensibilidade e bom senso: Princípios fundamentais da teoria de detecção de sinal na investigação em Psicologia. **Laboratório de Psicologia**, v. 6, n. 1, p. 75-91, 2008.

LORENZATO, S.. Os porquês dos alunos e as respostas dos professores. **Revista ProPosições**, v. 4, n.1, FE, UNICAMP, 1993. p. 73-77.

LORENZATO, S... Por que não Ensinar Geometria? **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM. Nº 4, 1º semestre. 1995.

MACMILLAN, Neil A.; CREELMAN, C. Douglas. **Detection theory**: a user's guide. 2. ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.

MENDES, Marcio. **Processo Licitatório como fonte de Oportunidade Empreendedora:** em micro e pequenas empresas de base tecnológica. Editora Dialética, 2022.

MENESES, R. S. de. **Uma história da Geometria escolar no Brasil:** de disciplina a conteúdo de ensino. 172 f. 2007. Dissertação – Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

MORI, I.; ONAGA, D. S.. **Matemática:** Ideias e desafios. São Paulo: Saraiva, 2012.

MOURA, C. F.; CAVALCANTE, C.; GOMES, R. L. R.. A geometria no ensino fundamental. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, n. 6, 2016, p. 1-10.

PAVANELLO, R. M.. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: causas e consequências. **Revista Zetetiké**, ano 1, vol. 1, UNICAMP, Campinas, 1993, p. 7-17.

PEREIRA, G.; ORTIGÃO, M. Pesquisa quantitativa em educação: algumas considerações. **Revista Periferia**, v. 8, n. 1, jan./jun. 2016.

PINKER, S.. **Racionalidade:** O que é, por que parece estar em falta, por que é importante. Editora Intrinseca, 2022.

PONTE, J. P.; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H.. **Investigação matemática na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D.. (2007). **O Ensino da Geometria na Educação Básica:** Realidade e Possibilidades. Disponível na Internet:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/44-4.pdf. Acessado em: 20 de outubro 2022.

ROSA, R. C. de M.. **Percepção e ExProsodia®:** correlação entre análise automática e a finalização de frases assertivas isoladas do Português Brasileiro. 90 f. 2015. Dissertação (Mestre em Língua Portuguesa) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2015.

SANTANA, F. S. de. **Identificação e Exploração de Oportunidade Empreendedora na Produção de Açaí em Rio Branco–Acre**. 71 f. 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Administração) - Departamento de Gestão e Negócios da Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019.

SOUZA, J. dos S.. **O processo de demonstração em Geometria Plana:** compreendendo dificuldades de alunos de Licenciatura em Matemática a partir da análise de erros. 82f. 2020. Monografia (Licenciatura em Matemática) - Universidade do Estado da Bahia Campus II, Alagoinhas, 2020.

SOUZA, J. R.; PATARO, P. R. M. **Vontade de Saber Matemática**. São Paulo: FTD, 2012.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva.** Tradução: Anna Maria Dalle Luche e Roberto Galman, v. 5. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

TANG, Yi-Yuan; TANG, Rongxiang; POSNER, Michael I.; GROSS, James J. Effortless training of attention and self-control: mechanisms and applications. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 26, n. 7, p. 567–577, 2022.

TOZONI-REIS, M. F. de C.. **Metodologia da pesquisa**. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

Submetido em: 07/09/2022
Aprovado em: 02/11/2026
Publicado em: 05/11/2026