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.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es 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). El proceso de aprendizaje, que conlleva la adquisición de conocimientos y comportamientos, requiere que los estudiantes dirijan su atención hacia la información que necesitan retener.

La atención puede definirse como un conjunto de procesos cognitivos que permiten seleccionar y priorizar determinados estímulos sensoriales, pensamientos o acciones, favoreciendo su procesamiento, mientras que otra información se ignora o se le otorga una menor prioridad. Por su parte, el foco atencional es la capacidad de dirigir y/o concentrar dicho conjunto de procesos cognitivos hacia estímulos específicos (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018). El entrenamiento del foco atencional, a su vez, consiste en un conjunto de prácticas sistemáticas orientadas a mejorar la capacidad de dirigir, mantener y regular la atención, lo que favorece el desarrollo de la

concentración en estímulos o tareas relevantes, así como el control de las distracciones (Tang *et al.*, 2022).

Por consiguiente, para que se produzca el aprendizaje, es necesaria la movilización de la atención a través de las actividades propuestas por el docente en el aula. Así, surge la siguiente pregunta que guía la investigación: ¿Cómo entrenar el foco atencional para facilitar el aprendizaje del concepto de líneas poligonales mediante una actividad matemática basada en la Teoría de la Detección de Señales? El estudio describe una aplicación puntual, sin un diseño orientado a evaluar cambios en el foco atencional ni mejoras en el aprendizaje.

Los conocimientos geométricos son de suma importancia para el desarrollo y el estudio de diversas nociones matemáticas, e incluso para la capacidad de los individuos de orientarse en el espacio en el que viven y desarrollar una lectura del mundo. Dada esta relevancia, actualmente se ha revalorizado la geometría, impulsada por investigaciones y por la elaboración de documentos oficiales que defienden su estudio en la Educación Básica, estableciendo además su influencia en las más diversas áreas del conocimiento y en el ámbito profesional.

Asimismo, contribuyen a la comprensión de las formas, las relaciones espaciales y las situaciones presentes en diferentes campos del saber. La puesta en valor de su enseñanza requiere condiciones adecuadas de formación docente, materiales apropiados y estrategias que permitan debatir los criterios empleados por los estudiantes al clasificar figuras. Cabe destacar la importancia del foco atencional para el desarrollo de esta capacidad de clasificación, ya que constituye un elemento fundamental para la actividad de análisis de figuras.

Reconociendo la importancia de la geometría en la formación de los estudiantes durante la Educación Básica, resulta necesario que el docente busque formas de superar las dificultades asociadas a la enseñanza de esta disciplina y explore nuevas estrategias metodológicas. Desde esta perspectiva, es posible recurrir a los hallazgos de la neurociencia cognitiva, la cual aporta principios sobre el funcionamiento del cerebro humano y del sistema nervioso durante el proceso de aprendizaje; en particular, aquellos relacionados con el fenómeno de la atención, considerado primordial para centrarse en la información que se desea adquirir.

En este sentido, se puede dirigir la atención hacia teorías que orientan el desarrollo del foco atencional mediante pruebas específicas, como la Teoría de la Detección de Señales (TDS). Esta teoría tiene aplicaciones en ámbitos que abarcan el aprendizaje, la percepción y la memoria, lo cual se evidencia, especialmente, en las pruebas de reconocimiento. Según Kellen, Nunes y Garcia-Marques (2008), la TDS tiene como objetivos principales estimar la fuerza de la señal en relación con la del ruido e identificar la estrategia de respuesta utilizada por los participantes. La señal es el

estímulo objetivo de una búsqueda, mientras que el ruido es la variabilidad de elementos que pueden estar presentes en dicha búsqueda, los cuales influyen en la distinción entre la presencia y la ausencia de la señal (Macmillan; Creelman, 2005).

Es posible considerar la TDS como una alternativa para orientar tareas de tipo cerrado, en las que el estudiante debe indicar si existe o no un estímulo (señal) en medio de una serie de elementos (ruido). Además, al utilizar pruebas basadas en la TDS, es posible verificar el Tiempo de Reacción (TR) de los participantes; este se define como el intervalo de tiempo entre la presentación del estímulo y la emisión de una respuesta por parte del individuo, es decir, la velocidad a la que una persona logra responder a un evento (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018).

Al emplear pruebas basadas en la TDS que involucran nociones geométricas, es posible obtener una perspectiva sobre la comprensión que tienen los estudiantes de los conocimientos estudiados, su nivel de aprendizaje y las dificultades que enfrentan. Esto se debe a que, para realizar las pruebas con éxito y discriminar los estímulos objetivo de los estímulos distractores, el estudiante debe tener las nociones geométricas bien establecidas o, al menos, en proceso de construcción efectiva. Por consiguiente, en este trabajo se presenta una aplicación de pruebas basadas en la TDS —centradas en la noción de líneas poligonales simples— con estudiantes de un grupo de segundo año de Educación Secundaria (Ensino Médio).

LA GEOMETRÍA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: UN BREVE ABORDAJE DE LAS LÍNEAS POLIGONALES EN EL APRENDIZAJE

La geometría es un campo de las matemáticas que nació junto con la humanidad y fue perfeccionándose según cada civilización. Se estima que surgió a orillas del río Nilo, en el antiguo Egipto. Así, se cree "que esta disciplina apareció allí, a partir de la necesidad práctica de volver a delimitar las tierras tras la inundación anual de las riberas del valle del río" (Boyer, 2012, p. 29).

Con la evolución de la humanidad y el surgimiento de la escuela, este conocimiento se incorporó a los entornos educativos para enseñar a los estudiantes las posibles aplicaciones de las matemáticas; sin embargo, en los libros de texto, su abordaje aparece en los capítulos finales, lo que genera ciertos problemas en su enseñanza.

En la Educación Básica brasileña, la geometría ha enfrentado históricamente dificultades que pueden estar asociadas, principalmente, a la negligencia en su enseñanza dentro del aula. Ha quedado relegada a un plano secundario de las matemáticas, reservada para el final de las unidades y los periodos lectivos, llegando incluso a ser olvidada y abandonada (Pavanello, 1993). Este abandono es, en última instancia, resultado de la inseguridad, la falta de formación y la ausencia de

condiciones adecuadas —es decir, de una falta de aptitud por parte de los docentes para abordar el tema en clase—, así como de su apego excesivo a los libros de texto, los cuales presentan los conocimientos geométricos de manera pragmática y aislada en los capítulos finales (Lorenzato, 1993).

Según Chieregato y Rodrigues (2008, *citado* en Moura; Cavalcante; Gomes, 2016), durante la década de 1970, Brasil experimentó un marcado declive en la enseñanza de la geometría, tanto en la educación primaria como en la secundaria. Este retroceso se debió a diversos motivos, siendo el principal la escasa importancia que algunos docentes le atribuían a la geometría. La organización de la geometría en la Educación Básica se desarrolla de acuerdo con ciertos documentos, como los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN), que proponen la incorporación de contenidos geométricos y ofrecen orientaciones generales para el desarrollo del aprendizaje en cada etapa escolar (Brasil, 1997). En el contexto social actual, y ante los nuevos cambios curriculares, la geometría es destacada por la Base Nacional Común Curricular (BNCC) —que regula los contenidos, las competencias y las habilidades que deben desarrollarse en el proceso de aprendizaje— como una unidad temática.

Cabe señalar, en primer lugar, que la geometría en la Educación Básica tiene como objetivo desarrollar el aprendizaje de las figuras planas y espaciales. Ferreira (1999) destaca que la geometría en la Educación Básica es:

> ciencia que investiga las formas y las dimensiones de los entes matemáticos, o bien una rama de las matemáticas que estudia las formas —planas y espaciales— junto con sus propiedades; o también, una rama de las matemáticas que estudia la extensión y las propiedades de las figuras (geometría plana) y de los sólidos (geometría en el espacio) (Ferreira, 1999, p. 983).

Esta ciencia permite la comprensión del mundo y la ubicación en este espacio, transformándolo. Teniendo en cuenta este escenario, la BNCC destaca el campo de la geometría en la Educación Básica, señalando que:

> [...] La geometría implica el estudio de un amplio conjunto de conceptos y procedimientos necesarios para resolver problemas del mundo físico y de diferentes áreas del conocimiento. Así, en esta unidad temática, el estudio de la posición y los desplazamientos en el espacio, las formas y las relaciones entre los elementos de figuras planas y espaciales puede desarrollar el pensamiento geométrico de los estudiantes. (Brasil, 2017, p. 271).

La geometría tiene una gran importancia para el desarrollo de nuestra sociedad. En este sentido, tiene como propósito mostrar las diversas aplicaciones que existen entre la matemática y

la vida social. Según Rogenski y Pedroso (2007), las nociones geométricas dialogan permanentemente con la vida cotidiana, de manera diversa: en la naturaleza, en las artes, en la arquitectura e incluso en otras áreas del conocimiento. Por lo tanto, abarcan un sinfín de contenidos, con sus teoremas y principios, que pueden ser aprendidos.

Dentro de los conocimientos geométricos, destacan los polígonos. Sin embargo, para comprender el surgimiento de los polígonos, es esencial enumerar los procesos que dan lugar a su formación original: las líneas poligonales. Según Brousseau (1986, p. 38, traducción propia), "no se trata solo de conocer definiciones y teoremas para reconocer las situaciones en las que pueden utilizarse y aplicarse; sabemos perfectamente que hacer matemáticas implica resolver problemas".

En esta misma línea, Mori y Onaga (2012, p. 138) afirman que las líneas poligonales pueden entenderse como "una figura plana formada por segmentos de recta, en la que dos segmentos consecutivos no se encuentran sobre una misma recta". Se entiende que toda figura plana poligonal presenta líneas abiertas y cerradas —siendo el polígono un ejemplo de línea poligonal cerrada simple—; por lo tanto, el polígono puede definirse como "una figura geométrica plana formada por una línea poligonal" (Mori; Onaga, 2012, p. 139).

Asimismo, el conocimiento de las líneas poligonales contribuye al desarrollo de las matemáticas y de otros campos educativos, como la asignatura de Artes —por ejemplo, en la creación de la representación de un objeto— o el cálculo algebraico. De este modo, se llega a "las formas geométricas planas cuyo contorno es cerrado y está formado por segmentos de recta que no se cruzan, denominadas polígonos" (Souza; Pataro, 2012, p. 180).

A partir de la noción de líneas poligonales, es posible ofrecer a los estudiantes la oportunidad de resolver situaciones problemáticas y desarrollar sus potencialidades. Dichas actividades pueden contribuir al desarrollo de habilidades, a la comprensión de la percepción cognitiva y al razonamiento hipotético-deductivo (Lorenzato, 1995). Así, las líneas poligonales se consideran conceptos básicos fundamentales para la comprensión de la geometría. Estas líneas conforman los polígonos que se estudian en la Educación Básica, tales como triángulos, cuadrados, hexágonos y pentágonos, entre otros.

En este sentido, según Gay (2014, p. 240), «una línea poligonal plana, cerrada y simple divide el plano en dos regiones, ambas con infinitos puntos y sin puntos en común». Desde la perspectiva del autor, el aprendizaje de las líneas constituye la base para comprender los polígonos y las diversas representaciones que estos conllevan en la sociedad. Por consiguiente, se puede afirmar que una línea poligonal plana cerrada, que delimita una región interna, forma un polígono. En este contexto, la discusión sobre las líneas poligonales y la geometría va mucho más allá del ámbito del aula. La realidad social de los educandos es un factor importante para el aprendizaje, ya

que involucra la atención. En la siguiente sección se abordará la Teoría de la Detección de Señales, la cual analiza la atención como una base fundamental para el aprendizaje.

UN ENFOQUE DE LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE LA TEORÍA DE LA DETECCIÓN DE SEÑALES

La enseñanza inadecuada de la geometría genera lagunas conceptuales en los alumnos, lo que conlleva dificultades en el aprendizaje de diversos contenidos matemáticos que requieren el uso de nociones geométricas. La desatención en la enseñanza de la geometría provoca, incluso, dificultades en la percepción del mundo y del entorno espacial en el que vive el sujeto, perjudicando su capacidad para orientarse en el espacio. Esto se debe a que:

> [...] estudiar geometría contribuye a desarrollar en el alumno la capacidad de sistematizar las observaciones e información que percibe en el mundo que lo rodea; además, fomenta el razonamiento en lo que respecta a la manipulación de números y medidas. Es decir, aunque se centra prioritariamente en las formas, la geometría resulta fundamental para comprender el álgebra —a menudo tan pragmática— y ayuda al individuo a ubicarse en el entorno espacial en el que vive (Souza, 2020, p. 25).

Al reconocer la importancia de la geometría en la Educación Básica, se ha revalorizado este campo de conocimiento, tanto a través de investigaciones académicas que indagan en las dificultades de su proceso de enseñanza-aprendizaje, como mediante documentos educativos oficiales que defienden su enseñanza, destacando sus vínculos con otras áreas del saber.

> Actualmente, se observa una revalorización de la enseñanza de la geometría en Brasil, impulsada principalmente por los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN). Estos documentos señalan que el individuo en la sociedad moderna debe ser capaz de pensar geométricamente, ya que tanto las situaciones de la vida cotidiana como diversas profesiones —tales como la ingeniería, la arquitectura, la mecánica, la bioquímica, etc.— exigen este tipo de aprendizaje (Meneses, 2007, p. 01).

Para respaldar este esfuerzo por revalorizar la geometría y satisfacer las expectativas de aprendizaje en el ámbito escolar —haciéndolo, a su vez, más eficaz—, resulta imprescindible la labor docente. Por lo tanto, el docente debe buscar formas de hacer que la información y los conocimientos transmitidos en el aula sean cada vez más accesibles para sus estudiantes, logrando que estos dirijan su atención hacia el aprendizaje. Para que esto suceda, es fundamental buscar mecanismos que movilicen la atención de los alumnos y la mantengan enfocada en la actividad que se está desarrollando.

En esta búsqueda de estrategias para despertar la atención de los estudiantes, los docentes pueden apoyarse en la neurociencia cognitiva, la cual aporta información sobre el funcionamiento del cerebro humano y la movilización del fenómeno de la atención. Es importante reconocer que este fenómeno es limitado, ya que el cerebro no puede procesar simultáneamente toda la información a la que está expuesto (Cosenza; Guerra, 2011). Por consiguiente, es necesario seleccionar los estímulos adecuados que se presentarán a los estudiantes y procurar entrenar su atención mediante diversas actividades, permitiendo así que desarrollen la capacidad de enfocar su atención de manera eficiente en el aprendizaje de la geometría.

En este sentido, se puede recurrir a la Teoría de la Detección de Señales (TDS), utilizada para analizar información proveniente de experiencias en las que es necesario categorizar estímulos ambiguos —aquellos que generan dudas—, los cuales surgen a partir de señales o ruidos (Abdi, 2007, *citado* en Rosa, 2015). Esta teoría ha cobrado relevancia en el ámbito de la identificación de estímulos, ya que "proporciona un método eficaz para analizar el desempeño en la identificación de señales en presencia de ruido" (Elias, 2019, p. 28).

La TDS surgió en el campo de la ingeniería electrotécnica durante la Segunda Guerra Mundial, con el objetivo de analizar y probar la capacidad de los radares para detectar aviones enemigos. Esto surgió ante la preocupación por los errores humanos y de las máquinas, buscando maximizar las detecciones correctas y, simultáneamente, minimizar las falsas alarmas (Kellen; Nunes; Garcia-Marquez, 2008).

En 1996, la TDS se adaptó a la psicofísica, aplicándose a las sensaciones y a la percepción humana con el fin de esclarecer el comportamiento de los individuos durante tareas de toma de decisiones. Posteriormente, comenzó a utilizarse en áreas relacionadas con el aprendizaje, la retención humana y la memoria. Más tarde, se incorporó también a la psicología cognitiva con el objetivo de explicar cómo los sujetos discriminan las señales del ruido, permitiendo su cuantificación mediante el uso de medidas específicas (Kellen; Nunes; Garcia-Marques, 2008). Para ello, la TDS busca estimar el *d-prime* (*d'*), un valor que indica la fuerza de una señal determinada (Rosa, 2015). El *d-prime* es un índice estadístico de la TDS que mide la sensibilidad perceptiva de un individuo; es decir, su capacidad para distinguir una señal relevante del ruido (Ebert *et al*., 2024).

> La Teoría de la Detección de Señales (TDS) contempla cuatro resultados posibles derivados de la presencia o ausencia de un estímulo y de su detección o no detección. Esta teoría caracteriza el intento de las personas por detectar una señal, es decir, un estímulo objetivo [...]. En primer lugar, en los aciertos (también denominados "verdaderos positivos"), se identifica correctamente la presencia de un objetivo. En segundo lugar, en las falsas alarmas (también denominadas "falsos positivos"), se identifica erróneamente la presencia de un objetivo que,

> en realidad, está ausente. En tercer lugar, en los fallos (también llamados "falsos negativos"), se comete un error al no identificar la presencia de un objetivo. En cuarto lugar, en los rechazos correctos (también llamados "verdaderos negativos"), se identifica correctamente la ausencia de un objetivo (Sternberg, 2008, p. 123).

Los cuatro resultados posibles, presentados en el Cuadro 1, permiten determinar si un individuo es capaz o no de discriminar los estímulos a los que está expuesto y de dar la respuesta adecuada ante el estímulo objetivo, con la intención de lograr una detección o un rechazo correctos. Si no se alcanza uno de estos dos resultados positivos, el individuo incurre en un error en la detección del estímulo objetivo, lo que, en el contexto del aprendizaje, puede representar una laguna conceptual.

Cuadro 1 – Matriz de referencia de los resultados posibles de la TDS.

Estímulo objetivo (señal)	**Detectado**	**No Detectado**
Presencia	Acierto (hits)	Fallo
Ausencia	Falsa alarma	Rechazo correcto

Fuente: Adaptado de Sternberg (2008).

A partir de los cuatro resultados posibles de la matriz de referencia, utilizando los descriptores "Acierto" y "Falsa alarma", es posible analizar el nivel de sensibilidad de los participantes en una prueba basada en la Teoría de Detección de Señales (TDS) mediante el cálculo del *d-prime* (*d'*). Representando los descriptores "Acierto" y "Falsa alarma" como A y FA, respectivamente, el *d'* se define como la diferencia entre la tasa de aciertos y la tasa de falsas alarmas; es decir, d' = Z(A) – Z(FA), donde Z es la puntuación estandarizada de la distribución normal estándar (Kellen; Nunes; Garcia-Marques, 2008).

Para muestras pequeñas, se emplea la corrección loglineal de Hautus (1995), en la cual la tasa de aciertos se calcula como Ac = (A + 0,5)/(Ns + 1) y la tasa de falsas alarmas como FAc = (FA + 0,5)/(Na + 1), donde Ns es el número de estímulos que contienen la señal y Na es el número de estímulos que no la contienen. Al aplicar estas correcciones a las tasas, los valores resultantes se utilizan en la ecuación del *d-prime*: *d'* = Z(Ac) – Z(FAc).

En cuanto a la interpretación del valor de *d'*, se tiene que: si *d'* = 0, existe una ausencia de discriminación entre la señal y el ruido; si *d'* > 0, existe capacidad de discriminación entre la señal y el ruido, la cual aumenta a medida que se incrementa el índice; y si *d'* < 0, se trata de un desempeño

atípico o de una dificultad en la tarea y/o en el registro, por lo que se debe proceder con cautela al interpretar dicho valor (Macmillan; Creelman, 2005).

En su investigación, Rosa (2015) estimó la capacidad de los sujetos basándose en el *d-prime* —en la fuerza de la determinación de la señal—, clasificándolos en niveles alto, medio y bajo. Alto, cuando los individuos logran reconocer los estímulos mediante aciertos y rechazos correctos; medio, cuando los sujetos presentan cierta dificultad para identificar los aciertos y emiten falsas alarmas; bajo, caracterizado por una gran inexactitud en las respuestas, al no identificar los estímulos y, simultáneamente, presentar falsas alarmas.

Además, es posible verificar la calidad de la respuesta emitida por el sujeto —lo que en neurociencia cognitiva se denomina Tiempo de Reacción (TR)—, que consiste en la velocidad con la que el sujeto responde ante un evento (Gazzaniga; Heatherton; Halpern, 2018). Al analizar el TR, es posible estimar dicha velocidad y, a su vez, comprender el nivel de dificultad que el sujeto ha enfrentado al distinguir los estímulos. Así, un individuo que realiza la prueba y logra aciertos y rechazos correctos con un TR breve puede estar demostrando una alta capacidad para discriminar los estímulos; es decir, un procesamiento más eficiente en esa tarea. En el ámbito del aprendizaje, cuando las respuestas son correctas, un TR rápido puede indicar que el sujeto domina los conceptos, está concentrado en aplicarlos a la actividad y, por consiguiente, presenta un procesamiento eficiente.

Por otro lado, un sujeto que requiere un TR mayor para lograr aciertos y rechazos correctos podría estar manifestando inseguridad respecto a los conceptos, una baja atención en la actividad realizada o, incluso, una mayor cautela al tomar decisiones. Asimismo, un individuo que presenta un TR variable entre los distintos intentos puede estar mostrando inconsistencias en su desempeño atencional, momentos de distracción o dificultades durante la ejecución, lo cual podría reflejar un alto nivel de dificultad conceptual.

Al trasladar estas percepciones, derivadas de los resultados de las pruebas con la TDS, al aprendizaje de la geometría, es posible emplear actividades en las que se guíe a los estudiantes a buscar estímulos específicos dentro de ciertas figuras, con el fin de determinar si dicho estímulo está presente o no. La respuesta ofrecida por los alumnos puede fomentar una reflexión sobre su comprensión de los conceptos, así como revelar si experimentan algún nivel de dificultad. Asimismo, esto puede servir para entrenar el enfoque atencional y ejercitar las nociones geométricas que se pretende desarrollar.

La TDS no fue concebida originalmente para el ámbito educativo; de hecho, se ha aplicado en investigaciones recientes sobre la toma de decisiones en el contexto del emprendimiento (Mendes, 2022; Santana, 2019), así como en estudios sobre la racionalidad humana en la toma de decisiones (Pinker, 2022). En ambos casos, se exploran los cuatro resultados posibles que pueden surgir al tomar una decisión, lo que invita a reflexionar sobre cuáles de ellos resultan adecuados. Esto demuestra que la TDS es muy eficaz para analizar la toma de decisiones humana y, por tanto, puede aplicarse también en el entorno educativo, dado que los estudiantes deben tomar decisiones constantemente al resolver tareas escolares.

En este sentido, cabe destacar la importancia de que el docente busque teorías y dinámicas alternativas para su implementación en el aula —especialmente aquellas fundamentadas en los principios de la neurociencia cognitiva—, ya que estas tienen en cuenta el funcionamiento del cerebro humano. Al fin y al cabo, la neurociencia cognitiva ha ido ganando terreno en el campo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, al abordar dichos procesos desde una perspectiva cerebral. Esto proporciona un fundamento a las orientaciones de las teorías del aprendizaje, lo que, a su vez, le permite consolidar su lugar dentro de la comunidad escolar (Fonseca, 2015).

METODOLOGÍA

Con el propósito de estimular el foco atencional para favorecer el aprendizaje del concepto de líneas poligonales —mediante una propuesta de tarea matemática basada en la Teoría de la Detección de Señales (TDS)—, se llevó a cabo una investigación de campo de carácter cuantitativo con un grupo de estudiantes de 2.º año de la Enseñanza Media en una escuela pública del estado de Bahía.

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo ya que, según la concepción de Pereira y Ortigão (2016), busca indagar en la intensidad y la distribución de determinadas características dentro de una población, contribuyendo además a la comprensión de problemas sociales. Si bien puede arrojar resultados con distintos grados de generalización, su análisis resulta más sólido cuando se consideran los contextos en los que se generaron los datos. De este modo, es posible examinar los datos observables y concretos aportados por los participantes, con el fin de determinar el Tiempo de Reacción (TR) y el índice *d-prime*, y así formular conjeturas sobre la capacidad de los sujetos para distinguir los estímulos.

En cuanto a los procedimientos de recolección de datos, este estudio se define como una investigación de campo, dado que la información se obtuvo directamente en el contexto analizado.

"La investigación de campo en el ámbito educativo se caracteriza, por tanto, por el desplazamiento del investigador al terreno —a los espacios educativos— para recopilar datos, con el objetivo de comprender los fenómenos que allí ocurren" (Tozoni-Reis, 2009, p. 28). Este es precisamente el propósito de la presente investigación, al trasladarse al entorno educativo del aula para estudiar el desempeño de los alumnos ante tareas matemáticas basadas en la TDS.

La selección del grupo se debe a que uno de los autores de este artículo imparte clases en dicha clase, lo que evitó la necesidad de solicitar la autorización de otros docentes. Asimismo, la elección responde a que los estudiantes de Enseñanza Media deberían contar con conocimientos previos sobre líneas poligonales, un tema que se aborda durante los últimos años de la Enseñanza Fundamental. La tarea utilizada en esta investigación fue fruto de los estudios y debates del Grupo de Investigación en Desarrollo Neurocognitivo del Aprendizaje Matemático (neuroMATH[6]). Una de las tareas del grupo de investigación consistió en elaborar una actividad basada en una teoría de la atención selectiva; de ahí surgió la idea de abordar las líneas poligonales a partir de la Teoría de la Detección de Señales.

Para orientar la aplicación de la tarea con el grupo participante en la investigación, se planificaron tres etapas: la introducción de la tarea (1), la realización de la actividad (2) y la discusión de los resultados (3). Este enfoque sigue la propuesta de una clase de investigación matemática, en la que el docente deja de asumir el rol de «transmisor» del conocimiento para convertirse en mediador, despertando la curiosidad de los estudiantes e incitándolos a buscar respuestas al problema planteado. "El profesor sigue siendo el elemento clave [...] en estas clases; le corresponde ayudar al alumno a comprender qué significa investigar y a aprender a hacerlo" (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 1).

Dado que se trata de un estudio derivado de una actividad puramente pedagógica y de enseñanza, realizada en el contexto habitual del aula y sin ningún tipo de intervención o modificación en la rutina de los estudiantes, la presente investigación cumple con los criterios de exención de presentación y evaluación ante el Sistema CEP/Conep, conforme a lo previsto en el Artículo 1º, inciso VII, de la Resolución n.º 510/2016 del Consejo Nacional de Salud (Brasil, 2016). Cabe destacar que el análisis de las producciones textuales y de las discusiones grupales se llevó a

[6] Grupo de investigación del Instituto Federal de Sergipe que celebra reuniones mensuales para reflexionar y debatir sobre teorías de la atención aplicadas al aprendizaje de las ciencias y las matemáticas. En relación con la teoría en cuestión, el 05/04/2022 tuvo lugar una reunión en la que se presentaron sus fundamentos teóricos, junto con propuestas de actividades en formato de «duelos» para profundizar en el conocimiento y perfeccionar la comprensión de cuatro teorías de la atención.

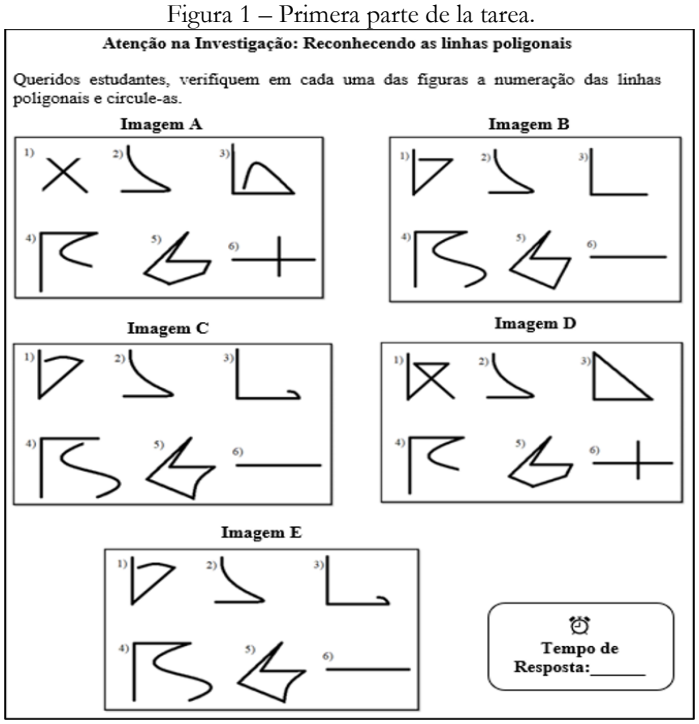
cabo de manera estrictamente anónima y agregada, lo que impide la identificación directa o indirecta de cualquier estudiante participante, garantizando así la confidencialidad absoluta de la información.

Para la recolección de datos, se utilizaron los registros escritos de los alumnos —mediante una tarea impresa— y la observación de la docente a cargo. Antes de comenzar la actividad, se informó a los estudiantes sobre el propósito de la misma y el uso de sus respuestas como datos para la investigación; todos expresaron su consentimiento para participar. Tras esta manifestación, se procedió a la realización de la tarea, siguiendo los procedimientos descritos a continuación.

En la investigación participaron 28 estudiantes, organizados en siete grupos de cuatro integrantes cada uno. Se analizaron siete respuestas colectivas, tomando a cada grupo como unidad de análisis. Por lo tanto, los resultados reflejan el desempeño de los grupos y no pueden atribuirse individualmente a los estudiantes.

En la primera etapa, se realizó una introducción explicando el concepto de líneas poligonales; la clase comenzó con un repaso sobre la noción de polígonos para llegar a la definición de líneas poligonales. A continuación, se invitó a la clase a realizar la tarea, dividiendo a los alumnos en 7 grupos de 4 integrantes cada uno. Posteriormente, se llevó a cabo la actividad propiamente dicha, comenzando por la resolución de la primera parte de la tarea (Figura 1).

Figura 1 – Primera parte de la tarea.



Fuente: Los autores (2022).

En esta primera parte, se estableció un tiempo de 5 minutos para que los estudiantes realizaran una búsqueda visual de los elementos presentes en las figuras. Cabe señalar que, incluso después de transcurridos los 5 minutos, los alumnos podían continuar con la resolución y avisar en cuanto terminaran, para así registrar el tiempo total empleado. Se optó por un lapso de 5 minutos por considerarse adecuado para que los integrantes del grupo analizaran cada uno de los estímulos presentes en las Imágenes A, B, C, D y E, discutieran brevemente y finalizaran sus respuestas, lo que supone un promedio de 1 minuto por imagen.

Esta primera etapa de la actividad resultó fundamental para que la docente pudiera verificar si los estudiantes habían comprendido la explicación. "La interpretación de la tarea debe ser, en sí misma, uno de los objetivos de estas clases; por tanto, cabe esperar que, de manera gradual, el alumno sea capaz de realizarla de forma autónoma o junto con sus compañeros" (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2003, p. 3).

Al observar las imágenes empleadas en las pruebas, se aprecia que las Imágenes A, B, C y D contienen líneas poligonales simples —es decir, presentan el estímulo objetivo—, mientras que la Imagen E carece de ellas; por consiguiente, no contiene dicho estímulo. Así pues, el resultado esperado en las pruebas consiste en identificar correctamente el estímulo en cuatro de las imágenes y descartarlo correctamente en una de ellas. Una vez concluido el tiempo asignado a esta primera parte, se procedió a realizar la segunda parte de la tarea (Figura 2).

Figura 2 – Segunda parte de la tarea.

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?

Fuente: Los autores (2022).

Esta segunda parte de la tarea fue diseñada para posibilitar un análisis profundo de las respuestas de los alumnos, permitiendo comprender el razonamiento utilizado en la resolución de los problemas y recopilar sus percepciones sobre la tarea. De este modo, esta etapa constituye un momento de reflexión para el alumno sobre lo realizado en la primera parte; por ello, no se cronometró el tiempo de resolución.

En la fase final, se llevó a cabo una discusión de los resultados con los grupos. Dicha discusión se centró en el análisis de las respuestas que cada grupo registró en la tabla —comparándolas con el concepto de líneas poligonales—, durante la cual los propios estudiantes examinaron sus respuestas e identificaron tanto los aciertos como los errores. En la siguiente sección se detalla el análisis de la tarea, fundamentado en la Teoría de Detección de Señales (TDS) y empleando la técnica de emparejamiento de respuestas.

Para el cálculo del índice *d-prime* (*d'*), se consideraron los aciertos y las falsas alarmas respecto a la presencia o ausencia del estímulo objetivo en cada imagen. Es decir, estos parámetros se tomaron en cuenta para evaluar la precisión total de las respuestas de los estudiantes ante cada imagen de la tarea. No obstante, cabe señalar que, si bien no se alcanza un acierto completo, esto no implica un error absoluto por parte de los estudiantes, ya que pueden darse aciertos parciales. Estos aciertos parciales en el análisis de cada imagen pueden reflejar lagunas conceptuales o una menor atención durante la realización de la actividad, lo cual puede interpretarse como un desarrollo parcial del aprendizaje sobre los conceptos abordados.

Asimismo, dado el número reducido de imágenes (5) utilizadas en la tarea de búsqueda, se ha aplicado la corrección log-lineal de Hautus (1995), estableciendo Ns = 4 (correspondiente a las 4 imágenes que contienen el estímulo objetivo) y Na = 1 (correspondiente a la única imagen que no contiene dicho estímulo).

El uso de un número limitado de estímulos se justifica por el tiempo reducido disponible en el aula para realizar actividades que requieren la movilización de la atención. No obstante, se trata de una actividad que puede servir como punto de partida para otras prácticas similares, caracterizadas por una mayor variabilidad en los elementos de búsqueda y una mayor uniformidad en las imágenes que carecen de estímulos. En este artículo se priorizó el uso de imágenes con estímulos, al considerar que, en este contexto, resultaba más relevante que los alumnos lograran identificar qué elementos constituían realmente líneas poligonales.

En cuanto a la determinación del tiempo de respuesta (TR) y su análisis, cabe señalar que el enfoque adoptado aquí contempla tanto el tiempo que los grupos tardan en identificar los

estímulos como el tiempo dedicado a la discusión y a la emisión de respuestas; esto difiere del concepto convencional de TR, ya que también incluye el tiempo de discusión grupal.

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Partiendo de la noción de que las líneas poligonales son un conjunto de segmentos de recta sucesivos y no colineales, se solicitó a los estudiantes que identificaran las líneas poligonales presentes en las cinco imágenes de la parte 1 de la tarea (Figura 1). Los siete grupos investigaron las líneas poligonales, pero necesitaron más de 5 minutos, tal como se evidencia en el Cuadro 2 a continuación.

Cuadro 2 – Tiempo de Reacción (TR) de la parte 1 de la tarea.

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

Fuente: Datos de la investigación (2022).

Se observa que el TR (tiempo de respuesta) más breve superó en 2' 27" el tiempo mínimo estipulado, mientras que el TR máximo fue de 9' 40"; esto representa una diferencia de 2' 13" entre el grupo con el TR más largo y el de menor TR. Este registro temporal se realizó para facilitar el análisis del TR de los estudiantes, ya que, en la TDS, este dato permite inferir el dominio del concepto y/o el nivel de enfoque atencional, además de la velocidad con la que el sujeto responde al estímulo. A continuación, en el Cuadro 3, se presentan las respuestas registradas por cada grupo durante la búsqueda.

Cuadro 3 – Respuestas de los grupos participantes.

Grupos	Imágenes				
	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	Ninguna
3	5	1, 3, 5	Ninguna	1, 3, 5	Ninguna
4	1, 5, 6	1, 3, 5	3, 5	1, 3, 5, 6	Ninguna
5	1, 5	3, 5	4	1, 3, 5	Ninguna
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	Ninguna

Fuente: Datos de la investigación (2022).

Al comparar los Cuadros 1 y 3, se puede observar que, en el caso de la Imagen A, solo el grupo 3 no presentó fallos en la detección de señales, ofreciendo únicamente la respuesta correcta. Los demás grupos fallaron al identificar las líneas 1 y/o 6 como líneas poligonales.

En la Imagen B, los grupos 1, 3 y 4 identificaron correctamente, sin errores, las líneas 1, 3 y 5 como poligonales. El grupo 2 no detectó la línea 5; el grupo 5 no detectó la línea 1; el grupo 6 tampoco detectó la línea 1 y, además, falló al identificar la línea 6; el grupo 7 acertó en algunos casos, pero también falló en la detección de la línea 6.

Los grupos 1 y 5 lograron realizar una detección correcta en la Imagen C, mientras que los demás grupos fallaron, ya que señalaron líneas que no son poligonales. En la Imagen D, todos los grupos acertaron al identificar las líneas 1, 3 y 5 como poligonales. Sin embargo, los grupos 4 y 7 fallaron al detectar la línea 6. La Imagen E es la única en la que el estímulo objetivo no está presente; por consiguiente, los grupos 1 y 6 incurrieron en una falsa alarma, mientras que los demás grupos realizaron un rechazo correcto.

A pesar de que el grupo 1 obtuvo el menor tiempo de resolución, presentó fallos en la detección del estímulo objetivo en la Imagen A y una falsa alarma en la Imagen E. Por su parte, el grupo 2 presentó fallos en las Imágenes A y D, y no detectó una señal en la Imagen B; el grupo 3 presentó una ausencia de señal en la Imagen D; y el grupo 4 mostró fallos en las Imágenes A y B, además de no detectar la señal en la Imagen D.

El grupo 5 tuvo un fallo en la Imagen A y no detectó una señal presente en la Imagen B. El grupo 6 presentó fallos en las Imágenes A y B, además de fallos y ausencia de señales en las Imágenes B y D, junto con una falsa alarma en la Imagen E. Finalmente, el grupo 7 falló en las Imágenes A, B y C; en la Imagen D, presentaron fallos y ausencia de señal.

A la luz de los resultados obtenidos, el grupo 3 fue el que más se acercó a un desempeño perfecto, fallando únicamente en la detección de señales en la Imagen D. No obstante, este grupo fue el que empleó más tiempo en realizar la búsqueda; este hecho nos lleva a inferir que, con el fin de lograr aciertos, los estudiantes fueron cuidadosos en sus elecciones, lo que conllevó un mayor tiempo de ejecución.

Asimismo, es posible analizar la capacidad de los participantes para distinguir los estímulos de las líneas poligonales en las pruebas realizadas, utilizando los porcentajes de los cuatro resultados posibles de la TDS, tal como se muestra en el Cuadro 4 a continuación.

Cuadro 4 – Porcentaje de las respuestas de los alumnos según los resultados posibles de la TDS.

	Imágenes A, B, C y D.				**Imagen E.**			
Grupo	**Aciertos / (%)**		**Errores / (%)**		**Falsas alarmas / (%)**		**Rechazos correctos / (%)**	
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%

Fuente: Los autores (2022).

Considerando la tasa de precisión de los alumnos, es posible realizar los siguientes análisis en función de la sensibilidad —es decir, la capacidad de distinguir los estímulos— y, por consiguiente, del *d-prime* de los grupos que participaron en las pruebas; asimismo, se puede determinar el nivel de sensibilidad, tal como se muestra en el Cuadro 5.

Tabla 5 – Análisis de la capacidad de distinción de los estímulos.

Grupo	**Ac**	**AFc**	***D-prime***	**Nivel de sensibilidad**	**Porcentaje general de aciertos**
1	0,70	0,75	−0,15	Bajo	60%
2	0,30	0,25	0,15	Medio	40%
3	0,70	0,25	1,20	Alto	80%
4	0,30	0,25	0,15	Medio	40%
5	0,50	0,25	0,67	Alto	60%
6	0,30	0,75	−1,20	Bajo	20%
7	0,10	0,25	−0,61	Bajo	20%

Fuente: Los autores (2022).

Basándose en el Cuadro 5, se observa que: los grupos 1, 6 y 7 presentaron valores negativos, lo que indica un desempeño desfavorable en la discriminación entre imágenes con y sin la señal; los grupos 2 y 4 mostraron valores cercanos a cero, lo que sugiere una capacidad media de discriminación según estos datos; los grupos 3 y 5 presentaron los valores positivos más altos, lo que indica una mejor discriminación relativa entre los grupos evaluados.

De este modo, se puede constatar que los grupos 1, 6 y 7 tuvieron un bajo nivel de sensibilidad, lo que implica una falta de precisión en las respuestas o, bien, una gran dificultad para identificar líneas poligonales. Los grupos 2 y 4 presentaron un nivel medio de sensibilidad, lo que se traduce en cierta dificultad en las respuestas; es decir, cierta dificultad para identificar las líneas poligonales. Por su parte, los grupos 3 y 5 mostraron un alto nivel de sensibilidad, lo que significa que son acertados al identificar líneas poligonales. Esto indica, en términos generales, que la

mayoría de los alumnos participantes han desarrollado la capacidad de identificar líneas poligonales, así como la capacidad de centrar su atención en la prueba realizada.

No obstante, es importante señalar que estas interpretaciones deben tomarse con cautela, ya que cada grupo evaluó únicamente una imagen sin señal. Por consiguiente, los resultados son muy sensibles a la aparición de una sola falsa alarma y no permiten extraer conclusiones sólidas sobre la capacidad atencional de los participantes.

Además del análisis del *d-prime*, es posible examinar el porcentaje de aciertos generales en el análisis de las imágenes: 20 % para los grupos 6 y 7, 40 % para los grupos 2 y 4, 60 % para los grupos 1 y 5, y 80 % para el grupo 3. Cabe destacar que el porcentaje de aciertos se determinó a partir de la capacidad de los participantes para responder correctamente a las pruebas con las cinco imágenes, correspondiendo un 20 % a cada ítem. Cabe destacar los aciertos parciales en el análisis de los elementos que componen cada imagen; aunque no se consideren en el cálculo del *d-prime*, estos reflejan cierto nivel de sensibilidad en la discriminación de los estímulos, es decir, un cierto grado de comprensión de los conceptos y de uso del foco atencional.

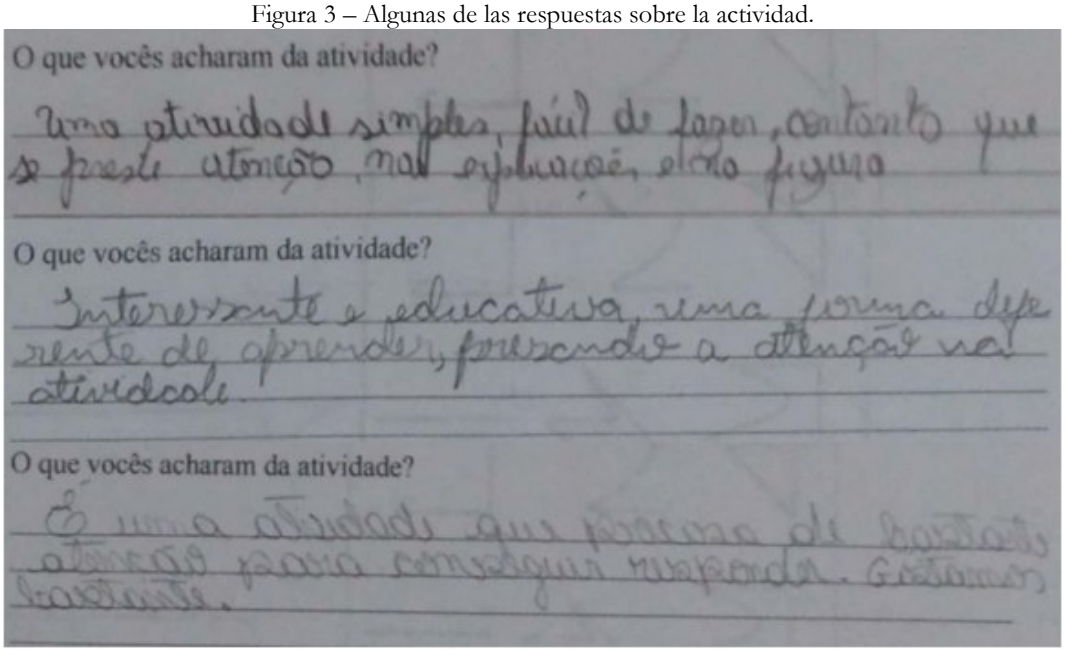
A la luz de lo expuesto, y dado que la noción de líneas poligonales se presentó en un breve lapso de tiempo —seguida inmediatamente por la tarea de búsqueda visual—, es posible considerar que dicha actividad resulta estimulante y propicia para desarrollar el foco atencional de los estudiantes, aun cuando ningún grupo haya logrado la totalidad de los aciertos.

En la tarea también se indagó sobre las razones por las cuales consideraban haberse equivocado al identificar las líneas poligonales. Los grupos 1, 2, 3, 4 y 7 mencionaron la falta de atención como una de las causas del error, añadiendo que había ejemplos que no estaban presentes en la explicación de la profesora. Esto sugiere una dependencia de los ejemplos proporcionados por la docente, sumada a una falta de atención respecto al concepto de líneas poligonales.

Los grupos 5 y 6 señalaron que el error estaba relacionado con la percepción de la imagen; el grupo 5 comentó: "*Fue porque se tocaban, pero lamentablemente no continuaban*", mientras que el grupo 6 indicó: "*Porque no logré identificar correctamente algunos polígonos*".

Estos testimonios evidencian que los estudiantes aún no tenían consolidado el concepto de líneas poligonales y permanecían condicionados por los ejemplos presentados. Otro aspecto importante a tener en cuenta es que la tarea difiere de aquellas a las que están habituados; es decir, fue el primer contacto de los alumnos con este tipo de actividad, la cual, además, pone en juego la atención selectiva. Por último, se les preguntó a los alumnos qué opinaban sobre la actividad. En la Figura 3, que aparece a continuación, se presentan las respuestas de algunos de los grupos que participaron en la investigación.

Figura 3 – Algunas de las respuestas sobre la actividad.



Fuente: Datos de la investigación (2022).

A partir de las respuestas presentadas, se puede inferir que a los estudiantes les gustó la actividad y comprendieron la necesidad de prestar atención y conocer el concepto de líneas poligonales para llevar a cabo la búsqueda visual. Cabe destacar, además, el carácter reflexivo de las preguntas de evaluación sobre la actividad, las cuales buscan que los alumnos reflexionen acerca de sus propias estrategias y de su opinión sobre la propuesta. Reflexionar sobre su actuación al resolver las actividades puede ayudarles a entender qué caminos seguir, qué ajustes realizar y en qué aspectos deben mejorar para consolidar sus conocimientos; esto es distinto a simplemente recibir indicaciones por parte de los profesores.

CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo fue escrito con el objetivo de presentar los resultados de la aplicación de una actividad matemática destinada a facilitar el aprendizaje de la noción de líneas poligonales, mediante el entrenamiento del foco atencional basado en la Teoría de Detección de Señales (TDS). Para ello, se llevó a cabo dicha tarea con un grupo de estudiantes de segundo año de educación secundaria (equivalente al 2º año de Ensino Médio en Brasil) en una escuela pública del estado de Bahía.

Mediante la aplicación de la prueba basada en la TDS, y a través del cálculo del índice *d-prime* de los participantes, se pudo observar que tres grupos presentaron un bajo nivel de sensibilidad al distinguir los estímulos que contenían líneas poligonales; dos grupos obtuvieron un nivel medio, y otros dos alcanzaron un nivel alto. Estos datos indican que la mayor parte de los

estudiantes que participaron en la investigación ha mostrado un buen desarrollo del foco atencional, así como una consolidación del concepto de líneas poligonales. Esto se debe a que, en general, lograron identificar correctamente las líneas poligonales y descartar acertadamente su ausencia. Por tanto, cabe conjeturar que el aprendizaje de la noción de líneas poligonales ha progresado —dado que los estudiantes respondieron correctamente— y que, además, el foco atencional ha desempeñado un papel clave en la realización de las pruebas.

Asimismo, se puede inferir que el tiempo de respuesta (TR) de los participantes sigue siendo elevado, ya que todos los grupos superaron los 5 minutos estipulados. No obstante, es importante señalar que, al no estar familiarizados previamente con el concepto de líneas poligonales, los estudiantes requirieron más tiempo para el análisis; un aspecto que podría optimizarse mediante actividades progresivas centradas en dicho concepto.

En cuanto a la evaluación de la actividad por parte de los alumnos, resulta evidente que reconocieron la importancia de movilizar y centrar su atención para alcanzar el éxito deseado. En otras palabras, comprendieron que tanto el foco atencional como el dominio del concepto son fundamentales para obtener un buen desempeño en la realización de una actividad. Se puede destacar, por tanto, la importancia de prácticas como la desarrollada en esta investigación, al ofrecer una actividad alternativa basada en pruebas con la TDS que favorece la construcción de una noción geométrica y la verificación de dicha construcción, a la vez que moviliza el foco atencional de los estudiantes. Asimismo, permite reflexionar sobre el uso de la atención, ayudando a los alumnos a percibir y comprender la gran relevancia de este mecanismo para el desarrollo de sus actividades y, en consecuencia, para lograr un aprendizaje eficaz.

Para futuras investigaciones, siguiendo la línea de aplicación de pruebas de atención basadas en la TDS, se podría plantear el uso de pruebas más elaboradas, que incluyan una mayor cantidad de imágenes y se apliquen de forma individual. Esto permitiría calcular el *d-prime* de cada participante, así como su tiempo de reacción (TR), lo que facilitaría análisis cada vez más precisos sobre el foco atencional de los estudiantes durante la resolución de actividades matemáticas.

REFERENCIAS

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.

Enviado el: 07/09/2022
Aprobado el: 02/11/2026
Publicado el: 05/11/2026