

**DEMONSTRAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: UMA INVESTIGAÇÃO DE SUAS ABORDAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO ANCORADA NOS PRESSUPOSTOS DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA**

**TRIGONOMETRIC DEMONSTRATIONS: AN INVESTIGATION OF ITS APPROACHES IN TEACHING BOOKS OF MIDDLE EDUCATION IN THE ASSUMPTIONS OF COGNITIVE NEUROSCIENCE**

**DEMOSTRACIONES DE TRIGONOMETRÍA: UNA INVESTIGACIÓN DE SUS ENFOQUES DE LIBROS DE TEXTO DE SECUNDARIA ANCLADA EN LAS SUPOSICIONES DE LA NEUROCIENCIA COGNITIVA**

*Márcio Ponciano dos Santos*

[poncianomarcio@hotmail.com](mailto:poncianomarcio@hotmail.com)

*Mestre em Ensino de Ciências e Matemática  
Secretaria de Educação do Estado da Bahia (SEC/BA)*

*Ivanete Batista dos Santos*

[ivaneteb@uol.com.br](mailto:ivaneteb@uol.com.br)

*Doutora em Educação: História, Política, Sociedade  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)*

## RESUMO

Este artigo objetiva comparar, em Livros Didáticos de Matemática do Ensino Médio (LDMEM), aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), as abordagens a respeito de demonstrações nos conteúdos trigonométricos. Para esta investigação, usou-se a coleção “Matemática Paiva”, de autoria de Manoel Paiva, publicações de 2004 e 2015, buscando evidenciar os mecanismos que possibilitam uma compreensão mais eficaz das demonstrações no conteúdo em estudo. Nesse sentido, a investigação ancorou-se na pesquisa documental por meio da análise de LDMEM e das orientações que o PNLEM dispõe para facilitar a escolha dos livros a serem adotados pelas escolas. Como lentes de análise, apoiou-se nas indicações postas no PNLEM e nos pressupostos da neurociência cognitiva. A partir desta investigação, constatou-se que, nos livros analisados, o uso de cores, imagens e representação gráfica facilita a compreensão do conteúdo em estudo, mas aponta, também, a necessidade de atributos que possam ser manipuláveis ao se trabalhar com essa temática.

**Palavras-chave:** Demonstrações Trigonométricas. Livro Didático. Neurociência Cognitiva.

## ABSTRACT

This article aims to compare, in High School Mathematics Textbooks (HSMT), approved by the National High School Textbook Program (NHSTP), the approaches regarding demonstrations in trigonometric contents. For this investigation, the collection "Matemática Paiva", authored by Manoel Paiva, was used in the publications of 2004 and 2015, seeking to highlight the mechanisms that enable a more effective understanding of the statements in the content under study. In this sense, the investigation was anchored in documentary research, through the analysis of HSMT and the guidelines that NHSTP has to facilitate the choice of books to be adopted by schools. As a lens of analysis, it was based on the indications in the NHSTP and on the assumptions of cognitive neuroscience. From this investigation it was found that from the analyzed books, the use of colors, images and graphic representation facilitates the understanding of the content under study, but also points out the need for attributes that can be manipulated when working with this theme.

**Keywords:** Trigonometric Statements. Textbook. Cognitive Neuroscience.

## RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo comparar, en los Libros de Texto de Matemáticas de la Escuela Secundaria (LTMES), aprobados por el Programa Nacional de Libros de Texto de la Escuela Secundaria (PNLES), los enfoques relativos a las demostraciones en los contenidos trigonométricos. Para esta investigación se utilizó la colección "Matemática Paiva" de Manoel Paiva, en las publicaciones de 2004 y 2015, buscando destacar los mecanismos que permiten una comprensión más efectiva de las demostraciones en el contenido estudiado. En este sentido, la investigación se ancló en la investigación documental, mediante el análisis de LTMES y las directrices que el PNLES tiene a su disposición para facilitar la elección de los libros que deben adoptar las escuelas. Como lente de análisis, se basó en las indicaciones dadas en el PNLES y los supuestos de la neurociencia cognitiva. A partir de esta investigación se encontró que de los libros analizados, el uso de colores, imágenes y representación gráfica facilita la comprensión del contenido estudiado, pero también apunta a la necesidad de atributos que puedan ser manipulados al trabajar con este tema.

**Palabras clave:** Demostraciones Trigonómicas. Libro de Texto. Neurociencia Cognitiva.

## INTRODUÇÃO

As abordagens metodológicas que possibilitam uma construção que preza pela aprendizagem dos conteúdos matemáticos são fontes de estudos de diversos pesquisadores da Educação Matemática, que, por meio de investigações, buscam minimizar o panorama que envolve as dificuldades dessa disciplina no cenário educacional.

Diante do cenário dos conteúdos matemáticos, alguns trazem em seu bojo certo grau de dificuldade, dentre eles se destaca a trigonometria. De acordo com estudos nos Livros Didáticos de Matemática do Ensino Médio (LDMEM) feitos por Fonseca (2011, p. 39), esses “[...] não sofreram transformações substanciais nos aspectos fundamentais que derivam de bases conceituais, que determinam as peculiaridades do ensino no campo da Matemática.” Apesar dos entraves nessa construção, muitos professores abordam esses entendimentos por métodos que não levam em consideração os aspectos sensoriais da informação.

Conforme estudos de Cosenza e Guerra (2011, p. 20), “[...] é por meio das informações sensoriais, conduzidas através de circuitos específicos e processadas pelo cérebro, que tomamos conhecimento do que está acontecendo no ambiente ao nosso redor e com ele podemos interagir de forma satisfatória, de modo a garantir nossa sobrevivência.”

Ao se dirigir ao Ensino Básico, observa-se que o uso da trigonometria é iniciado no 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse nível de ensino, além dos conteúdos trigonométricos, notam-se outros conhecimentos matemáticos necessários que dão suporte à inserção de conceitos trigonométricos, como, por exemplo, Semelhança de Triângulos, Teorema de Pitágoras e Teorema de Tales.

As formas de mediação das aulas, às vezes, não levam em consideração a construção dos conhecimentos anteriores, como os citados anteriormente. Esses assuntos são apresentados de forma pronta e acabada, o que não desperta o senso crítico do aluno, dificultando sua interpretação e associação no dia a dia.

Para elencar esses anseios, o presente trabalho tem por objetivo comparar, em LD MEM, abordagens de demonstrações nos conteúdos trigonométricos nas edições publicadas em 2004 e 2015 da coleção “Matemática Paiva”, evidenciando mecanismos que possam despertar a atenção do leitor, propiciando uma construção que possibilite melhor entendimento. A escolha pela investigação do livro de Manoel Paiva justifica-se por estar presente em todas as edições do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), assim se comparou como as demonstrações dos conteúdos trigonométricos são abordadas na primeira publicação (2004) e na edição mais recente (2015). O termo demonstração, aqui usado, embasa-se nas ideias de Balacheff (1982), definido como explicação aceita pela comunidade matemática, respeitando regras consideradas verdadeiras (axiomas) ou deduzíveis por meio da lógica matemática.

A investigação que permeia este trabalho envolve identificar nos LD MEM mecanismos (imagens, contextos, palavras, associações, cores, entre outros) que possam despertar a atenção do aluno ao estudar as demonstrações dos conteúdos de trigonometria.

Assim, a análise dos atributos trazidos nos livros didáticos ancorou-se nos estudos da neurociência cognitiva, respaldada por Kandel et al. (1991), Gazzaniga et al. (2006), Lent (2002) e Cosenza e Guerra (2011). Também se utilizou a fundamentação teórica dos estudos de Fonseca (2015) e Lima et al. (2012), que abordam sobre entendimentos dos conteúdos de trigonometria. Toda a pesquisa foi orientada por meio da investigação dos livros didáticos que mais estiveram presentes no Guia Nacional do Livro Didático. Nesse contexto, como a coleção de Manoel Paiva esteve presente nas cinco edições do PNLEM, foi a escolhida para ser investigada por meio da comparação das publicações de 2004 e de 2015.

Diante desse panorama, buscou-se subsídios para justificar a importância da construção dos conteúdos trigonométricos por meio de suas abordagens nos LD MEM, evidenciando quais mecanismos/atributos se fazem presentes na impressão dos capítulos que abordam a temática em estudo e se estes possibilitam

o despertar no leitor do interesse em ler e entender o que propõem as frases, as imagens, os gráficos e as figuras de cada página.

Este trabalho está estruturado em três seções: “Aprendizagem: obstáculos epistemológicos, o que dizem as pesquisas”; “Neurociência cognitiva: um olhar em livros didáticos de Matemática do Ensino Médio”; “Abordagem metodológica: os caminhos trilhados na pesquisa” e “Resultados e Discussões: uma análise das demonstrações trigonométricas em livros didáticos de Matemática do Ensino Médio”. Essas seções trazem alguns conceitos importantes para o entendimento da pesquisa, visando uma reflexão a respeito das indicações didáticas trazidas nos livros analisados. As abordagens desta pesquisa foram pautadas em lentes neurocognitivas, por meio do estudo do mecanismo da atenção, que subsidiaram a base para a investigação dos livros didáticos presentes no PNLEM, fonte de pesquisa deste artigo.

## **APRENDIZAGEM: OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS, O QUE DIZEM AS PESQUISAS**

A trigonometria, segundo os estudos de Lima et al. (2012, p. 245), “[...] teve seu início na antiguidade remota, quando se acreditava que os planetas descreviam órbitas circulares em redor da Terra, surgindo daí o interesse em relacionar o comprimento da corda de uma circunferência com o ângulo central por ela subtendido”.

Por meio desse trecho, percebe-se que o surgimento da trigonometria evidencia uma aplicação prática que, por muitas vezes, não é trabalhada em sala de aula quando o assunto é abordado. Dessa forma, fazer uso de aplicabilidades ao se ensinar trigonometria pode possibilitar/despertar maior atenção para quem está no processo de aprendizagem desse conteúdo.

De acordo com Bachelard (1996, p. 17), “[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e

conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos”.

Desse modo, levando em consideração a pesquisa de Santos (2019), percebeu-se que envolver os conteúdos trigonométricos em aplicações possibilita uma associação com contextos que podem ser inseridos na sala de aula. Talfalta de associação é tida como obstáculo ao entendimento desse conteúdo, pois este é usado, em sua unanimidade, apenas como instrumentalização, e não é abordado o porquê do surgimento e de seu uso (SANTOS, 2019). Como diz Fonseca (2010, p. 65), se acredita que “[...] os professores de Matemática poderiam usar o conhecimento trigonométrico como sendo veículo de ensinamentos sócio-culturais e não apenas utilizarem essa área para divulgar suas habilidades e competências, deixando de valorizar o conhecimento como ferramenta de aptidão e instrumento de ação”.

Esta parte da pesquisatrará alguns entendimentos a respeito dos obstáculos e dificuldades de aprendizagem no ensino de trigonometria. Mas o que vem a ser dificuldades de aprendizagem? Como conseguir ultrapassar tais obstáculos? Existe aprendizagem sem antes passar por obstáculos?

Diante dessas indagações, buscou-se na literatura definições apresentadas por alguns pesquisadores a respeito do que vem a ser aprendizagem. Conforme os entendimentos de Paim (1985, p. 23), aprendizagem “[...] é um processo dinâmico que determina uma mudança, com a particularidade de que o processo supõe um processamento da realidade e de que a mudança no sujeito é um aumento qualitativo na sua possibilidade de atuar sobre ele.”

Corroborando o exposto, Lefrançois (2008, p. 6) conceitua aprendizagem “[...] como toda mudança relativamente permanente no potencial de comportamento, que resulta da experiência, mas não é causada por cansaço, maturação, drogas, lesões ou doenças”. Paim (1985) e Lefrançois (2008) convergem em seus entendimentos ao definirem aprendizagem como uma mudança que advém das relações vivenciais.

Nesse sentido, pretende-se analisar os mecanismos que veiculam a aprendizagem em LD MEM e se eles são abordados, levando-se em consideração os contextos em que foram construídos.

## **NEUROCIÊNCIA COGNITIVA: UM OLHAR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO**

O cérebro, órgão muito misterioso que desperta a curiosidade de muitos cientistas e educadores, fascina por sua estrutura e seus processos perfeitos no que se refere ao armazenamento de informações. A partir desses entendimentos, serão tecidas reflexões a respeito do processo de aprendizagem para que se construam conhecimentos duradouros que possam estar acessíveis no sistema de armazenamento quando forem evocados.

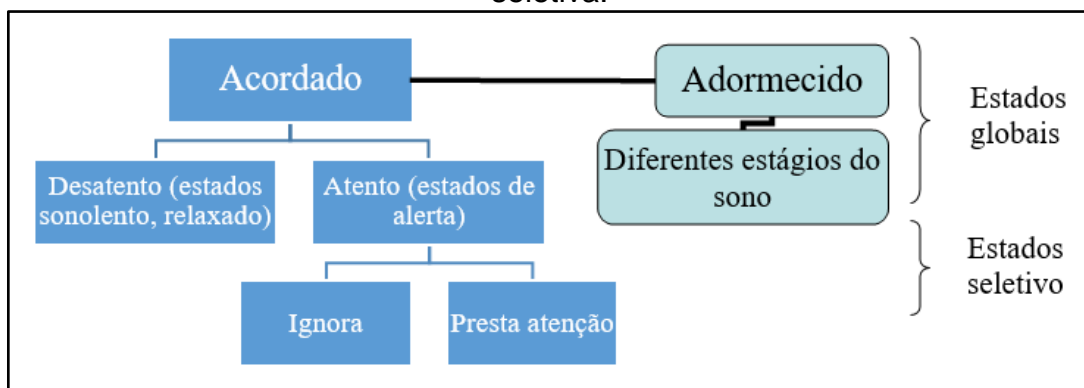
Nesse enfoque, este trabalho valoriza o entendimento de que o aluno precisa desenvolver mecanismos que propiciem a atenção para se apoderar dos conhecimentos que estão sendo mediados em sala de aula. Segundo Cosenza e Guerra (2011, p. 40), “[...] somos capazes de focalizar em cada momento determinados aspectos do ambiente, deixando de lado o que for dispensável.” Assim, o cérebro do aluno seleciona as informações que são pertinentes ao seu aprendizado e exclui aquelas que não têm serventia.

Quando se fala nos mecanismos para conduzir a informação, remete-se ao conceito de atenção, definido por Gazzaniga et al. (2006, p. 265) como sendo “[...] mecanismos cerebrais cognitivos que possibilitam alguém processar informações, pensamentos ou ações relevantes, enquanto ignora outros irrelevantes ou dispersivos [...]”. Diante dos estudos amparados pela neurociência cognitiva, em especial na função cognitiva da atenção, Gazzaniga et al. (2006, p. 264) abordam que o “[...] comportamento de atenção tem uma estrutura hierárquica. No nível mais global, estão os estados de alerta como o sono e a vigília. A vigília inclui estados

mais e menos atentos e estados mais e menos seletivos: sonolência, alerta e hiperalerta, como quando surge uma situação de ameaça a vida”.

Os estados globais dividem-se em dois: acordado e adormecido, sendo que o acordado também se subdivide em desatento e atento, como exposto no Quadro 1.

Quadro 1: Relações hierárquicas entre estados de alerta, atenção e atenção seletiva.



Fonte: Adaptado de Santos (2019, p. 58).

Quando dizemos que a pessoa está no estado de sonolência ou relaxada, nos referimos ao estado desatento. Estar em alerta significa utilizar-se dos mecanismos da atenção, podendo selecionar o que for importante para a construção da informação e descartar o que não for, ou seja, prestar atenção ou ignorar.

Kandel et al. (1991, p. 1441) defendem o aprendizado como “[...] uma mudança no comportamento que resulta da aquisição de conhecimento acerca do mundo, e a memória é o processo pelo qual este conhecimento é codificado, armazenado e posteriormente evocado.” Assim, percebe-se a grande importância de se entender as vias de captação, decodificação e armazenamento da informação.

Estudos como o de Oliveira (2014) revelam que compreender os mecanismos da neurociência cognitiva ajuda, de forma positiva, a atuação docente, propiciando melhor mediação no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo as pesquisas de Kandel et al. (1991), Gazzaniga et al. (2006) e Oliveira (2014), entre outros estudiosos que pesquisam a neurociência cognitiva,



buscou-se mostrar por meio da análise de LD MEM as abordagens apresentadas que evidenciam demonstrações trigonométricas por meio de estímulos, podendo ser certos ou não, que propiciem uma aprendizagem significativa e que a memória acione mecanismos para que os conhecimentos que estão sendo processados possam ser armazenados por mais tempo, ocasionando uma aprendizagem duradoura.

### **ABORDAGEM METODOLÓGICA: OS CAMINHOS TRILHADOS NA PESQUISA**

O delineamento utilizado no percurso metodológico implica definições que convergem com os ideais almejados. Nesse sentido, a pesquisa perpassa determinado caminho, conforme a definição do seu objetivo: pesquisa exploratória, descritiva e/ou explicativa; e de acordo com os procedimentos técnicos utilizados: “[...] aqueles que se valem das chamadas fontes de ‘papel’ e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas” (GIL, 2002, p. 43). Nessa perspectiva, serão expostos os passos seguidos para o desenvolvimento do trabalho em tela.

Foram identificados os livros didáticos de matemática utilizados em cada edição do PNLEM, fontes de toda a investigação. Após isso, fez-se uma análise daqueles livros e de suas repetições em cada edição do PNLEM. A investigação levou em consideração alguns princípios da neurociência cognitiva como forma de justificativa para determinados atributos e contextos abordados pelas fontes investigadas.

Nesse sentido, as fontes da pesquisa foram apreciadas de maneira crítica, interpretativa e construtiva no discurso do enredo do objeto de pesquisa. Essa apreciação não foi uma mera identificação e anotação dos achados, mas sim um trabalho de construção analítico envolvendo os proponentes do estudo.

Dessa forma, a investigação almejou articular/identificar os entendimentos/justificativas (atributos) neurocognitivos presentes nos livros didáticos de Matemática e os processos de aprendizagem desencadeados por eles, além da

contextualização e de indicações de metodologias que possam mediar as aulas de Matemática de forma satisfatória.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES: UMA ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO

A estruturação desta seção do artigo baseou-se na investigação dos livros didáticos do PNLEM desde sua primeira edição, 2005, até a mais recente, 2017.

Essa busca foi feita no site do Ministério da Educação (MEC) por meio da análise dos guias do LDMEM. Assim, fez-se uma análise averiguando quais os livros que mais estiveram presentes nas cinco edições do PNLEM. Destacaram-se dois, um de autoria de Luiz Roberto Dante e o outro de Manoel Paiva (ver Quadro 2).

Quadro 2: Frequência dos livros didáticos selecionados no PNLEM da primeira edição à mais atual.

Nº	LIVROS PRESENTES NO GUIA/ANO DE PUBLICAÇÃO	2005	2008	2011	2014	2017
01	<b>Matemática</b> (Adilson Longen)					
02	<b>Matemática</b> (Edwaldo Roque Bianchini e Herval Paccola)					
03	<b>Matemática</b> (Luiz Roberto Dante)					
04	<b>Matemática</b> (Manoel Paiva)					
05	<b>Matemática</b> (Maria José Couto de Vasconcelos Zampirolo, Maria Terezinha Scordamaglio e Suzana Laino Cândido)					
06	<b>Matemática</b> (Oscar Augusto e Guelli Neto)					
07	<b>Matemática Ensino Médio</b> (Kátia Cristina StoccoSmole, Maria Ignez de Sousa Vieira e RokusaburoKiyukawa)					
08	<b>Matemática Ensino Médio</b> (Kátia Cristina StoccoSmole e Maria Ignez de Sousa Vieira Diniz)					
09	<b>Matemática Aula por Aula</b> (Cláudio Xavier da Silva e Benigno Barreto Filho)					
10	<b>Matemática Ciência e Aplicações</b> (Gelson Iezzi, Osvaldo Dolce, HyginoHugueros Domingues, Roberto Périgo, David Mauro Degenszajin e Nilce Silveira de Almeida)					
11	<b>Matemática no Ensino Médio</b> (Márcio Cintra Goulart)					
12	<b>Matemática: Uma Atividade Humana</b> (Adilson Longen)					
13	<b>Matemática Completa</b> (José Roberto Bonjorno e José Ruy Giovanni)					
14	<b>Matemática e suas Tecnologias</b> (Angel PandésRubió e Luciana Maria Ternuta de Freitas)					

15	<b>Matemática</b> (Antônio Nicolau, Elizabeth Soares e Vicente Paz Fernandez)					
16	<b>Conexões com a Matemática</b> (Juliana Matsubara Barroso)					
17	<b>Matemática, Ciência, Linguagem e Tecnologia</b> (Jackson Ribeiro)					
18	<b>Novo Olhar – Matemática</b> (Joamir Souza)					
19	<b>Conexões com a Matemática</b> (Fabio Martins de Leonardo)					
20	<b>Quadrante – Matemática</b> (Diego Prestes e Eduardo Chavante)					
21	<b>Matemática: Interação e Tecnologia</b> (Rodrigo Balestri)					
22	<b>#Contato Matemática</b> (Joamir Souza e Jacqueline Garcia)					

Fonte: Os autores (2020).

A partir dos resultados colhidos na análise do Quadro 2, buscaram-se os livros presentes em todas as edições do PNLEM com o intuito de averiguar as abordagens de trigonometria que estavam em suas edições. O livro de Manoel Paiva foi o escolhido por estar nas cinco edições do PNLEM e por ter sido usado pelo autor deste texto quando estudava no Ensino Médio, assim se optou por fazer um comparativo entre a primeira edição (2004 – livro usado pelo autor, como estudante, no Ensino Médio) e a mais recente (2015 – livro usado pelo autor como suporte para lecionar atualmente). Nesse sentido, optou-se por fazer um comparativo a respeito das abordagens de demonstrações nos conteúdos de trigonometria. A investigação foi feita apenas na parte do conteúdo em que constava a palavra demonstração como veículo de condução do formalismo matemático.

Da edição de 2004, analisaram-se os Volumes 1 e 2, pois são os que apresentam a temática pesquisada; já na de 2015, apenas o Volume 2 apresentou os conteúdos de trigonometria.

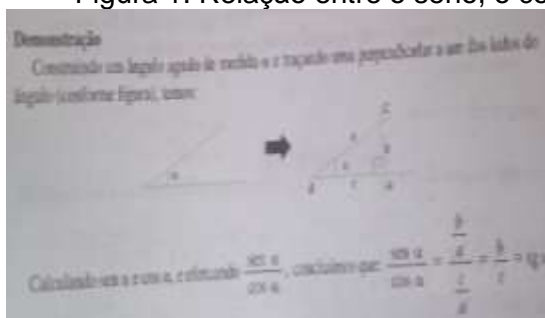
No Volume 1, publicado em 2004, identificou-se o seguinte capítulo: “Trigonometria no triângulo retângulo”. No Volume 2, publicado em 2004, são abordados os capítulos: “A circunferência trigonométrica e as extensões dos conceitos de seno e de cosseno”; “Tangente de um arco trigonométrico e as razões recíprocas do seno, do cosseno e da tangente”; “Equações e inequações

trigonométricas em  $\mathbb{R}$  - adição de arcos e arco duplo” e “Funções trigonométricas e resolução de triângulos”.

No livro de Manoel Paiva publicado em 2015, expõem-se os conteúdos de trigonometria, apenas, no Volume 2 dessa coleção. Nesse volume são apresentados os seguintes capítulos: “Trigonometria no triângulo retângulo”; “Circunferências trigonométricas: seno e cosseno”; “Outras razões trigonométricas e adição de arcos” e “Funções trigonométricas e resolução de triângulos”.

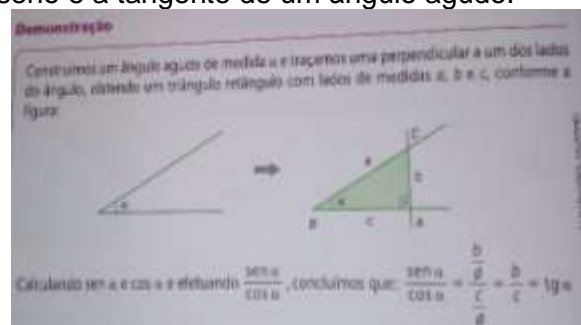
O primeiro capítulo a ser analisado foi “Trigonometria no triângulo retângulo” nas duas publicações, 2004 e 2015. A partir da análise, percebeu-se que os títulos são expostos com a mesma escrita, e as demonstrações encontradas foram: “Relação entre o seno, o cosseno e a tangente de um ângulo agudo” e “Ângulos complementares”. O que difere de uma edição para outra é só a presença de cores como o preenchimento do triângulo usado na edição mais recente. Como exemplo, evidenciou-se a primeira demonstração do capítulo analisado (ver Figura 1).

Figura 1: Relação entre o seno, o cosseno e a tangente de um ângulo agudo.



(1a)

Fonte: Paiva (2004, p. 239).



(1b)

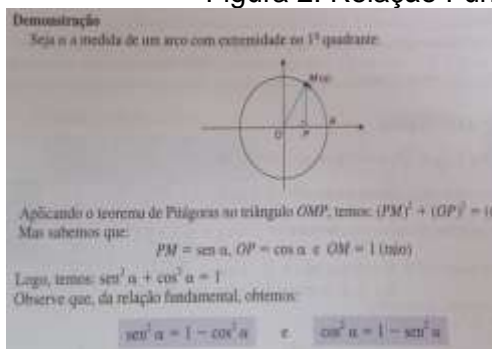
Fonte: Paiva (2015, p. 44).

Mesmo tendo mudado apenas o preenchimento da cor do triângulo usado para a demonstração, de acordo com entendimentos da neurociência cognitiva [Kandel et al. (1996), Gazzaniga et al. (2006), Cosenza e Guerra (2011)], isso pode despertar maior atenção em meio a figuras desprovidas de coloração. Nesse sentido, visualizando a Figura 1, notou-se que a forma como os livros abordam a

demonstração dessa parte do conteúdo não sofreu muita alteração; o diferencial foi a cor atribuída ao preenchimento do triângulo usado para a construção da Figura 1b.

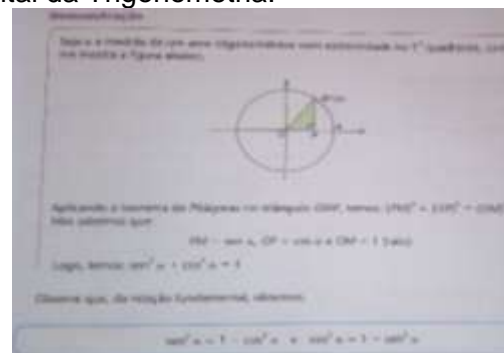
No Volume 2, edição publicada em 2004, o primeiro capítulo analisado foi: “A circunferência trigonométrica e as extensões dos conceitos de seno e de cosseno”, o qual, na edição de 2015, é apresentado como: “Circunferência trigonométrica: seno e cosseno”. Esses capítulos, também, diferenciam-se apenas pelo preenchimento utilizando cores atribuídas ao triângulo usado para a construção da Demonstração da Relação Fundamental da Trigonometria (ver Figura 2).

Figura 2: Relação Fundamental da Trigonometria.



(2a)

Fonte: Paiva (2004, p. 13).



(2b)

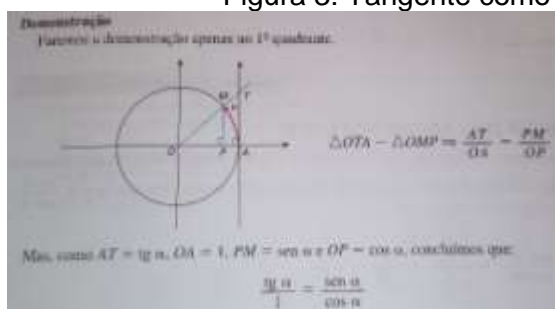
Fonte: Paiva (2015, p. 71).

Na Figura 2, a forma para apresentar a Demonstração da Relação Fundamental da Trigonometria diferencia-se, como na Figura 1, somente pelo uso da cor no triângulo que mediou essa abordagem.

O próximo capítulo a apresentar abordagens trigonométricas no livro de 2004 intitula-se: “Tangente de um arco trigonométrico e as razões recíprocas do seno, do cosseno e da tangente”. Nesse capítulo foi encontrada a demonstração da *Tangente como razão do seno pelo cosseno*. Já na edição de 2015, o capítulo foi intitulado: “Outras razões trigonométricas e adição de arcos”. As demonstrações encontradas nessa parte do livro foram: *Tangente como razão do seno pelo cosseno*; *Seno, cosseno e tangente da soma de arcos*; *Seno, cosseno e tangente do arco*

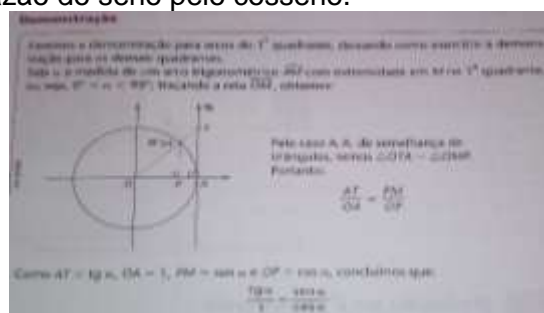
duplo. Essas duas últimas demonstrações estão apresentadas no capítulo intitulado: “Equações e inequações trigonométricas em  $\mathbb{R}$  - adição de arcos e arco duplo” na edição publicada em 2004. Como modo de ilustrar essas demonstrações (ver Figura 3), foi apresentada a demonstração da *Tangente como razão do seno pelo cosseno*.

Figura 3: Tangente como razão do seno pelo cosseno.



(3a)

Fonte: Paiva (2004, p. 29).



(3b)

Fonte: Paiva (2015, p. 84).

Na Figura 3, percebeu-se que o diferencial está em uma explicação escrita mais detalhada na Figura 3b. Para iniciar a construção da demonstração, neste caso, não foram usadas cores para destacar a forma geométrica que conduz à demonstração, mas foi privilegiada a escrita no lugar do uso de símbolos, e, nesse quesito, a neurociência também justifica essa mudança de exposição. É necessário usar várias abordagens (visual, escrita, entre outras) para ativar o sistema atencional do leitor (LENT, 2002). No Quadro 1, foram apresentados os estágios de alerta, que envolvem a atenção; seguindo os indicativos desse quadro, para que a informação não seja ignorada, é necessário que se apresente entendível. Cada pessoa tem disposições diferentes para entender os conteúdos, alguns são visoespaciais, audiovisuais, apenas visual ou auditivo, isto é, cada um apresenta particularidades que podem ser contempladas, na medida do possível, nas edições impressas dos livros didáticos para poder facilitar o entendimento de quem os utiliza.

No último capítulo analisado, os dois livros trazem o mesmo título: “Funções trigonométricas” e “Resolução de triângulos”, apresentando as demonstrações das

leis dos cossenos, dos senos e do cálculo da área de um triângulo, que se diferenciam de uma edição para outra, apenas, nas formas planas que medeiam a construção, pois, no livro de 2015, elas estão coloridas.

As abordagens de trigonometria encontradas nesses capítulos fazem uso de atributos da álgebra e trazem algumas imagens de triângulos e gráficos como teor ilustrativo, mas deixam a desejar no quesito associação com algum contexto, pois foram construídas dentro de uma época histórica e não surgiram do nada.

A partir desta análise, observou-se que a forma de abordagem dos conteúdos trigonométricos que necessitam de uma formalização matemática não apresentou muita diferença da edição de 2004 a 2015, visto que a forma de abordagem foi, em parte, a mesma, só se diferenciando no uso de cores nas formas planas, o que auxilia a visualização da demonstração e o uso descritivo detalhado no lugar de símbolos. Apesar da pouca diferenciação, o uso desses recursos, o mínimo que seja, já desperta uma atenção diferenciada por parte do leitor (GAZZANIGA et al., 2006). De acordo com os conhecimentos neurocognitivos, o uso desses tipos de recursos possibilita despertar mais a atenção no momento que são utilizados (COSENZA; GUERRA, 2011).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do livro didático em estudo permitiu inferir que a forma como as demonstrações trigonométricas são expostas não propiciam uma construção eficaz do conhecimento, pois não levam em consideração o que é destacado no campo da neurociência cognitiva, uma vez que os canais de entrada da informação necessitam de atributos que possam despertar o interesse por parte de quem os lê.

Nessa perspectiva, as abordagens com essa magnitude necessitam de uma contextualização pontual da época em que foram desenvolvidas e remetem à sua utilidade para serem estudadas durante tanto tempo por povos de diferentes culturas, assim como foi abordado na pesquisa de Santos (2019), a qual corrobora

entendimentos de obstáculos e entraves para o desenvolvimento do processo de aprendizagem de conteúdos do campo da trigonometria.

Assim, não adianta apenas conter determinada temática em um LDMEM sem despertar no aluno uma ação reflexiva e de inquietação. Segundo os estudos de Vieira et al. (2016), faz-se necessário o uso de estímulos certos para despertar no aluno os mecanismos que ativem a atenção, guiando as informações para que sejam consolidadas. Nesse sentido, o uso de cores, gráficos, descrição detalhada é essencial para que o leitor possa se envolver com o conteúdo apresentado e levar à consequente aprendizagem deste.

Por fim, o processo de armazenamento da informação está intimamente ligado aos estímulos usados (meio externo). Sendo assim, é necessária uma grande reflexão a respeito das abordagens trazidas nos livros didáticos e da forma como serão conduzidas para que não sejam, apenas, mais um objeto na sala de aula sem significação pedagógica para o aprendizado.

## REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BALACHEFF, N. Preuve et démonstration en mathématiques au collège. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 3, n. 3, p. 261-304, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos**: PNLEM 2006: Matemática. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos**: PNLEM 2009: Matemática. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos**: PNLEM 2012: Matemática. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.



BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLEM 2015:** Matemática. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLEM 2018:** Matemática. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação:** como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011. 151 p.

FONSECA, L. S. **Aprendizagem em Trigonometria:** obstáculos, sentidos e mobilizações. São Cristóvão, SE: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2010. 217 p.

GAZZANIGA, M. S. et al. **Neurociência cognitiva:** a biologia da mente. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar um projeto de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KANDEL, E. et al. **Principles of Neural Science.** Nova York: McGraw-Hill, 1991.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: Cengage Learning, 2008. p. 1-23.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios.** Rio de Janeiro: Atheneu, 2002. p. 111-145.

LIMA, E. L. et al. **A matemática para o ensino médio:** volume 1. 10. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2012.

OLIVEIRA, G. G. Neurociência e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, Uberaba – MG, v. 18, n. 1, p. 13-24, jan/abr. 2014. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2014.181.02>. Acesso em: 13 dez. 2017.

PAIM, S. **Diagnóstico e tratamento dos problemas de aprendizagem.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1985. 86p.

PAIVA, M. **Matemática.** São Paulo: Moderna, 2004. v. 1. p. 236-246.

PAIVA, M. **Matemática.** São Paulo: Moderna, 2004. v. 2. p. 1-73.

PAIVA, M. **Matemática.** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. v. 2. p. 6-92.

SANTOS, M. P. **Expectativas neurocognitivas da atenção em uma sequência de ensino para a habilitação do raciocínio axiomático durante a aprendizagem da demonstração da Lei dos Senos**. 2019. 144p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

VIEIRA, J. E. L.; FONSECA, L. S.; SILVA, K. S. Aprendizagem das noções de trigonometria no triângulo retângulo: reflexões à luz da neurociência cognitiva. *In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016, Comunicação Científica*. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/comunicacoes-cientificas-4.html>. Acesso em: 22 jan. 2017.