



USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS

USE OF NEUROEDUCATIONAL STRATEGIES IN THE TEACHING OF TRIGONOMETRY IN A
PUBLIC UNIVERSITY IN THE STATE OF ALAGOAS

Daniel Nicolau Brandão¹, Daniela Ruíz-Díaz Morales², Elielson Magalhães Lima³

e321100

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1100>

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo verificar se a utilização de três métodos de ensino apontados pela neuroeducação como eficazes para a aprendizagem matemática, realmente são capazes de melhorar o nível de conhecimento de 20 alunos de uma universidade pública de Alagoas, em trigonometria. A escolha desse tema deu-se pela grande reprovação na disciplina Fundamentos da Matemática II, que tem por finalidade o estudo desse tema. A pesquisa teve um desenho quase-experimental, enfoque quantitativo de alcance explicativo, com um corte longitudinal, em que fizemos uma intervenção educacional por um período de três meses. Como coleta de dados utilizamos um pré-teste e um pós-teste. Os resultados obtidos indicaram que a média de acertos das questões do pré-teste e dos pós-teste, subiram de 57,19% para 76,48%. Com isso, conclui-se que os métodos utilizados podem colaborar no processo ensino-aprendizagem de trigonometria.

PALAVRAS-CHAVE: Neuroeducação. Ensino de Matemática. Ensino superior. Trigonometria

ABSTRACT

This article aims to verify whether the use of three teaching methods pointed out by neuroeducation as effective for learning mathematics really were able to improve the level of knowledge of 20 students from a public university in Alagoas in trigonometry. The choice of this theme was due to the great failure in the discipline Fundamentals of Mathematics II, which aims to study this theme. The research had a quantitative approach of explanatory scope, with a longitudinal cut, in which we carried out an educational intervention for a period of three months. As data collection we use a pre-test and a post-test. The result we obtained was that the average of correct answers for the pre-test and post-test questions rose from 57.19% to 76.48%. Thus, we conclude that the methods used can collaborate in the teaching-learning process of trigonometry.

KEYWORDS: Neuroeducation. Teaching of Mathematics. Higher Education. Trigonometry

INTRODUÇÃO

A trigonometria é uma área da matemática, mas especificamente da geometria euclidiana plana, que se propõe ao estudo de ângulos e triângulos e funções trigonométricas. Ela é uma das mais complexas a serem ministradas na educação básica, e no início da licenciatura em matemática, pois seus conceitos envolvem tanto a geometria plana quanto a álgebra. Apesar dessa dificuldade para se ensinar e aprender trigonometria, ela é um dos temas matemáticos mais presentes no nosso cotidiano, bem como aparece em quase todas as áreas da matemática.

¹ Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL

² Universidad Autónoma de Asunción – UAA

³ Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

No curso de licenciatura em matemática da Universidade investigada, a trigonometria é revista com certo aprofundamento na disciplina denominada de Fundamentos da Matemática II. Nela, além de rever conceitos já estudados na educação básica e que servirão de suporte para disciplinas como Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral, mas também são demonstrados todos os teoremas, proposições e fórmulas da trigonometria. Fazendo uma análise das aprovações na disciplina no campus I da Universidade, chegamos a uma média de aprovação de apenas 20% dos alunos matriculados entre os anos 2015 e 2019. E isso reflete no restante do curso, sempre que professores evocam temas da trigonometria em suas disciplinas.

O problema então é como mudar essa realidade? O que pode ser feito para que o aluno consiga aprender efetivamente os conceitos da trigonometria? Um caminho a ser seguido para mudar essa realidade pode estar em utilizar estratégias e métodos propostos pela neuroeducação.

Vale ressaltar que, até o momento, ainda existem poucas pesquisas sobre a neuroeducação e o ensino de matemática. O que se encontra na literatura são apenas teorias baseadas em estudos acerca do funcionamento do cérebro, de como aprendemos matemática, quais áreas do nosso cérebro estão envolvidas nesse processo e, através disso, a neuroeducação tem traçado caminhos a serem seguidos para que a aprendizagem matemática seja eficaz. Utilizamos três estratégias: a modelagem matemática, a resolução de problemas e a matemática visual, sendo que as duas primeiras já são bem discutidas pela comunidade científica, porém separadamente, e os dados coletados são de enfoque qualitativo.

Diante disso, vemos a originalidade da pesquisa que tem como objetivo verificar se a utilização de três métodos de ensino apontados pela neuroeducação como eficazes para a aprendizagem matemática, realmente eram capazes de melhorar o nível de conhecimento dos alunos sobre trigonometria, em uma turma de 20 alunos em uma Universidade pública em Alagoas.

1 A neuroeducação e o ensino de matemática

A neuroeducação é um paradigma educacional que consiste em associar a neurociência cognitiva, a psicologia e a educação, de modo que o professor faça intervenções nas suas salas de aula de modo a potencializar o processo de ensino e aprendizagem (GUILLÉN, 2017). Ela trata, com a ajuda da neurociência, de encontrar caminhos que podem ser utilizados em sala de aula tendo como base os conhecimentos que se possuem sobre os processos cerebrais das emoções, da curiosidade e da atenção e como eles abrem portas para o conhecimento através dos mecanismos de aprendizagem e memória (MORA, 2017).

Para a neurociência cognitiva, a aprendizagem humana é muito mais que armazenamento de perceptuais, é um processo que envolve todo o corpo e cérebro, que é responsável por selecionar, priorizar, processar, registrar, evocar, emitir respostas motoras e consolidar recursos, ou seja, é o processamento e elaboração das informações oriundas das percepções do cérebro (CARVALHO,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

2010; FALCO e KUZ, 2016). “Aprender não é somente reconhecer o que, virtualmente, já era conhecido; não é apenas transformar o desconhecido em conhecimento. É a conjunção do reconhecimento e da descoberta. Aprender comporta a união do conhecido com o desconhecido” (MORIN, 2015, p. 94).

A principal finalidade da educação está no desenvolvimento de novos conhecimentos e comportamentos que se dá por um processo que envolve a aprendizagem. Para que possamos adquirir competências para a realização de tarefas ou para resolvermos problemas devemos passar pelo processo de ensino e aprendizagem. Todo esse aprendizado acontece por conta da atividade cerebral; todas as sensações, percepções, ações motoras, emoções, pensamentos, ideias e decisões são um conjunto de funções mentais associadas ao cérebro em funcionamento (ROTTA, BRIDI FILHO e BRIDI, 2018).

Especificamente para a matemática, a neurociência “mostra que o aprendizado da matemática se origina em um processo mental pré-verbal intuitivo; em que experiência e educação dão uma configuração lógica, a serem verbalizadas em números, cálculos, axiomas ou teoremas” (BRAVO VALDIVIESO, 2016, p. 32). Técnicas de neuroimagem funcional mostram que pelo menos três regiões cerebrais estão envolvidas quando trabalhamos com números. O modelo do triplo código (MTC), proposto Dehaene & Cohen (1995) é o mais adotado entre diferentes interpretações.

Pesquisas mais recentes como as de Boaler, Chen, Willians, & Cordero (2016), Menon (2014), Park & Brannon (2013), mostram evidências científicas da neurociência de que quando vamos resolver problemas matemáticos, pelo menos cinco áreas do nosso cérebro se acendem, incluindo duas vias visuais: as vias visuais ventral e dorsal. Logo, temos mais uma forma de transmitir a matemática para um bom aproveitamento dos alunos: utilizar um componente visual no ensino, ou a matemática visual, que pode ser através de materiais manipulativos, desenhos, aplicativos e softwares, etc. Isso pode, ou deve, ser utilizado não só com crianças, mas para todas as idades como uma forma de ensinar a matemática abstrata. A matemática é uma criação humana e cultural que trabalha com objetos e entidades que se apoiam sobre a visualização em diferentes formas e níveis. Muitos acham que a visualização está presente apenas no campo da geometria, porém, podemos utilizar de visualização em campos da matemática. Na matemática “a visualização oferece um método de ver invisível” (ARCAVI, 2003, p. 216). Daí, surge o que chamamos de matemática visual, que é a utilização de componentes visuais, tais como o material manipuláveis, codificação por cores e softwares educacionais a fim de facilitar a compreensão de conceitos e na resolução de problemas propostos.

A neuroeducação também afirma que no processo de evolução acadêmica e pessoal do aluno, o professor deve estimular a sua autonomia. Para isso é necessário que o aluno seja um participante ativo da aprendizagem e tenha a possibilidade de escolha. O objetivo da aula não deve ser cumprir a todo custo um plano de ensino pré-estabelecido, mas fazer com que os alunos aprendam. Os alunos consolidam melhor as informações na memória de longo prazo quando



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

participam de forma ativa da aprendizagem, sendo assim mais benéfico que se ensinem entre si, realize experimentos ou avaliem conteúdos. O professor deve criar ambiente estimulante e agradável envolvendo os estudantes em atividades em que eles assumam um papel ativo e não sejam meros expectadores. O professor deve ceder parte do protagonismo para o aluno. Sendo assim, a utilização de metodologias ativas como a aprendizagem baseada em projetos ou baseado na resolução de problemas torna-se essencial, principalmente no ensino de matemática (GUILLÉN, 2017; TOKUHAMA, 2010; COSENZA & GUERRA, 2011).

A resolução de problemas tem por objetivo de colocar o aluno como participante ativo, pois, diante de um problema proposto pelo professor, ele irá buscar formas de resolvê-lo com a bagagem de conhecimento que ele já possui. Para (ONUCHIC e ALLEVATO, 2011) no método de resolução de problemas “o problema é ponto de partida e, na sala de aula, através da resolução de problemas, os alunos devem fazer conexões entre diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos” (ONUCHIC e ALLEVATO, 2011).

Juntamente com a resolução de problemas, podemos utilizar da modelagem matemática, que consiste em transformar problemas do nosso cotidiano em problemas matemáticos e então resolvê-los e, após resolvido, interpretar suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2015). Na visão da neuroeducação, isso é uma ferramenta importante no ensino de matemática, para aprender, nosso cérebro precisa reconhecer que o que está sendo posto a sua frente é algo significante. Logo a melhor forma de capturar a atenção é apresentar o conteúdo a ser estudado de maneira que os alunos o reconheçam como importante (COSENZA e GUERRA, 2011). Um dos principais motivos que as crianças mencionam para não gostarem de matemática é a natureza abstrata e a desconexão com o mundo que envolvem a disciplina (BOALER, 2018). A modelagem matemática é a ferramenta que se pode utilizar para dar sentido a matemática.

2 METODOLOGIA

Buscou-se verificar se a utilização de três métodos de ensino, cuja neurociências apontam como eficazes para a aprendizagem, influenciariam na aprendizagem do aluno, ou seja, verificar a seguinte hipótese: O ensino de matemática baseado em diretrizes da neurociência, aplicado por um período de 3 meses, melhora o nível de aprendizagem dos alunos do curso de licenciatura em Matemática da Universidade. Como hipótese nula, tínhamos: O ensino de matemática, baseado em diretrizes da neurociência, e aplicado por um período de 3 meses, não melhora o nível de aprendizagem dos alunos do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Alagoas. A variável independente era: Ensino de matemática baseada em diretrizes da neurociência e período de três meses. E, como variável dependente, tínhamos: melhora o nível de aprendizado. Na Tabela 1, está descrito toda a operacionalização das variáveis. Utilizamos para a pesquisa um desenho quase-experimental, de enfoque quantitativo de alcance explicativo, e usamos um corte longitudinal, já que faremos duas medições. A análise dos dados foi feita de forma descritiva.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Tabela 1: Operacionalização das Variáveis

Variável	Definição Conceitual	Dimensões	Indicadores
Variável Independente 1: Ensino de matemática baseada em diretrizes da neuroeducação	Os paradigmas da neuroeducação apontam que para uma aprendizagem efetiva na matemática, devemos utilizar de métodos de ensino que desenvolvam a criatividade do aluno, métodos que mostrem o sentido dos cálculos e que utilize de ferramentas visuais, sempre que possível.	Trigonometria no triângulo retângulo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os lados dos triângulos • Conhecer as identidades trigonométricas
		Trigonometria no ciclo trigonométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações trigonométricas no Ciclo (extensão das relações trigonométricas) • Saber relacionar ângulos, sinais e quadrantes no ciclo
		Funções trigonométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Saber indicar o domínio e a imagem das funções trigonométricas. • Saber desenhar gráficos de funções trigonométricas
		Equações trigonométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Saber encontrar a solução de equações trigonométricas.
Variável Independente 2: Período de 3 meses.	O período em que se aplicou as estratégias neuroeducacionais.	Encontros uma vez por semana com duração de 1h30min cada encontro.	Tempo que utilizávamos para a intervenção educacional medidos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

			em horas, minutos e meses.
Variável Dependente: Melhora o nível de aprendizagem em trigonometria.	Os paradigmas e métodos apontados pela neuroeducação, utilizados durante o período da intervenção educacional contribuem para uma melhora no nível de aprendizado em trigonometria dos participantes.	Trigonometria no triângulo retângulo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os lados dos triângulos • Conhecer as identidades trigonométricas
		Trigonometria no ciclo trigonométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações trigonométricas no Ciclo (extensão das relações trigonométricas) • Saber relacionar ângulos, sinais e quadrantes no ciclo
		Funções trigonométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Saber indicar o domínio e a imagem das funções trigonométricas. • Saber desenhar gráficos de funções trigonométricas
		Equações trigonométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Saber encontrar a solução de equações trigonométricas.

Fonte: Elaboração própria



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Foi utilizada uma amostra não-probabilística e intencional. Os participantes da pesquisa foram todos os alunos matriculados na disciplina de Fundamentos da Matemática II do curso de matemática do campus I da Universidade Estadual de Alagoas, onde o objetivo dessa disciplina é o estudo da Trigonometria, tema que eles já deveriam possuir algum conhecimento, visto que é um tema que é visto no ensino médio.

A coleta de dados foi feita através de um pré-teste e um pós-teste, um aplicado antes da intervenção e outro logo após a intervenção. Cada instrumento continha 8 questões de nível fácil, médio e difícil. Foi utilizado o Google Formulário para aplicação dos instrumentos.

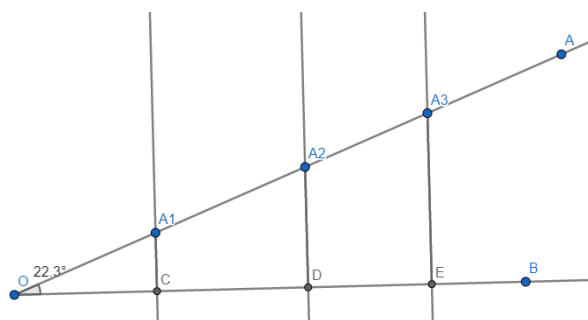
3 PROCEDIMENTO

A intervenção educacional durou aproximadamente 3 meses na disciplina de Fundamentos da Matemática II. Por conta da pandemia em que vivia o país, tudo aconteceu de forma on-line, uma vez por semana, com duração de 1h50. No primeiro dia, os participantes responderam o pré-teste sobre trigonometria. Durante o período, utilizamos um livro da bibliografia básica informada na ementa da disciplina para termos como guia para a sequência dos conteúdos.

O primeiro assunto visto foi a trigonometria no triângulo retângulo. Nela, utilizamos em todas as aulas as componentes visuais para auxiliar-nos, seja utilizando o Geogebra, seja utilizando cores para definir conceitos ou demonstrar teoremas. A nossa proposta era que as aulas fossem dinâmicas, logo as figuras que auxiliava eram produzidas no momento da aula.

Para chegarmos à definição do seno, cosseno e tangente, desenhamos no Geogebra um ângulo, e traçamos retas perpendiculares a um dos lados dos ângulos para mostrar que existia uma proporcionalidade entre os lados.

Figura 1: Proporcionalidade entre lados



Fonte: Elaboração própria.

Então, nesse primeiro encontro, foram definidas as funções seno, cosseno e tangente com o auxílio do Geogebra.

Um desafio durante o período foi demonstrar algumas proposições necessárias para se chegar aos valores de interesse, visto que não estávamos em uma forma presencial, onde o professor pode utilizar o quadro para demonstrar passo a passo essas proposições. Então, ao invés

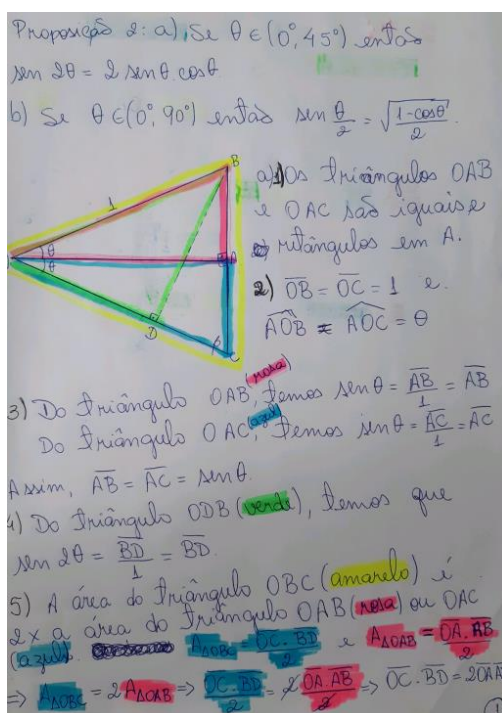


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

de demonstrar durante a aula, as demonstrações foram enviadas após as aulas e para que facilitassem a compreensão, utilizou-se de componentes visuais nas demonstrações da seguinte forma: sempre ao substituir uma expressão dentro de outra expressão ou indicar um certo triângulo, marcaram-se com cores diferentes. Isso pode ser visto na Figura 2 e Figura 3, um recorte da demonstração do seno do arco duplo utilizando cores para destacar os triângulos sobrepostos no desenho.

Figura 2: Recorte da demonstração do seno do arco duplo utilizando de componentes visuais (cores diferentes) para facilitar a compreensão de cada parte da demonstração.



Fonte: Elaboração própria



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

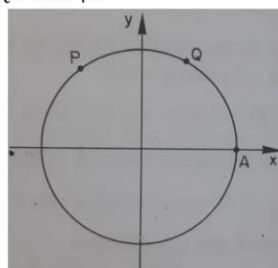
USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Figura 3: Recorte da demonstração das fórmulas da adição de dois arcos, utilizando cores para facilitar a compreensão.

Primeiramente devemos lembrar que a distância entre dois pontos do plano (x_1, y_1) e (x_2, y_2) é dada por

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Consideremos então no círculo unitário os pontos P e Q tais que $m\widehat{AP} = a$ e $m\widehat{AQ} = b$. Como $P = (\cos a, \sin a)$ e $Q = (\cos b, \sin b)$, a distância d entre os pontos P e Q é dada por



$$d^2 = (\cos a - \cos b)^2 + (\sin a - \sin b)^2$$

Desenvolvendo a equação acima,

$$d^2 = \cos^2 a - 2 \cos a \cos b + \cos^2 b + \sin^2 a - 2 \sin a \sin b + \sin^2 b$$

Mas $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, logo $\cos^2 a + \sin^2 a = 1$ e $\cos^2 b + \sin^2 b = 1$, restan então

$$d^2 = 2 - 2 \cos a \cos b - 2 \sin a \sin b$$

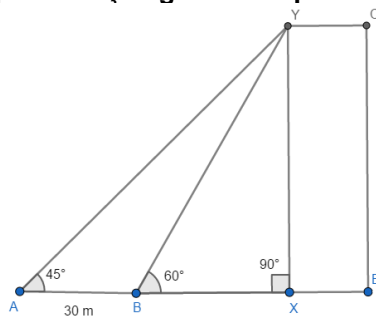
Fonte: Elaboração própria

Utilizou-se da metodologia da resolução de problema juntamente com a modelagem matemática para motivá-los a encontrar o valor do seno, cosseno e tangente dos chamados ângulos notáveis, que são os ângulos de 30° , 45° e 60° . Iniciamos com o seguinte problema a resolver:

Um observador vê um prédio, construído em terreno plano, sob o ângulo de 60° . Afastando-se do edifício mais 30m, passa a ver o edifício sob ângulo de 45° . Qual é a altura do prédio?

No início da discussão, para que facilitasse o entendimento, fizemos uma representação gráfica do problema, gerando a Figura 4.

Figura 4: Representação gráfica do problema do prédio



Fonte: Elaboração própria.

Os alunos conseguiram perceber que, para resolver o problema, precisariam da tangente de 45° e da tangente de 60° . Para isso, eles deveriam conhecer o seno e o cosseno desses ângulos. Para uma compreensão precisa do cálculo para encontrar esses ângulos, recorreremos mais uma vez

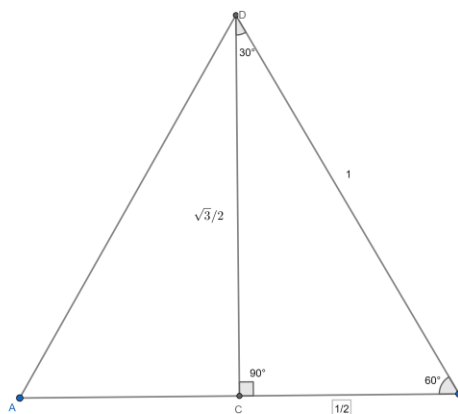


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

ao Geogebra, onde encontramos juntos os valores destes ângulos. A figura, traz o triângulo que foi construído para se retirar as informações dos ângulos de 30° e 60° .

Figura 5: Triângulo construído junto com os alunos para encontrar o valor do seno e do cosseno do ângulo de 30° e de 60° .

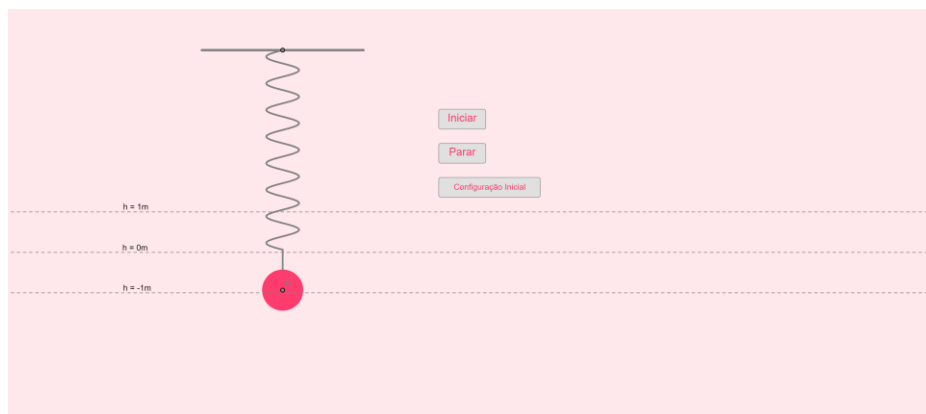


Fonte: Elaboração própria

Para introduzirmos as funções trigonométricas e conhecer algumas de suas características, utilizamos a metodologia de modelagem matemática no movimento harmônico simples (MHS), um sistema massa-mola. Uma semana antes do nosso encontro onde íamos explanar sobre o tema, foi solicitado aos alunos que respondessem dez questões, tendo como base uma simulação de um sistema massa-mola disponível site do Geogebra, exibido na Figura 6.

Seguindo a proposta da neurociência de que o aluno aprende melhor no trabalho em grupo, onde ele pode discutir ideias e ao ensinar, o aluno absorve melhor o conteúdo e de que por estarem no mesmo nível, um aluno pode transmitir um conceito melhor que o próprio professor, o trabalho foi realizado em grupo de 5 alunos.

Figura 6: Modelo de um sistema massa-mola que foi utilizado pelos alunos para responderem as questões propostas. Ao clicar no botão iniciar, a massa se movimenta num loop infinito por conta da mola e da inercia.



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/frA7eH6p>



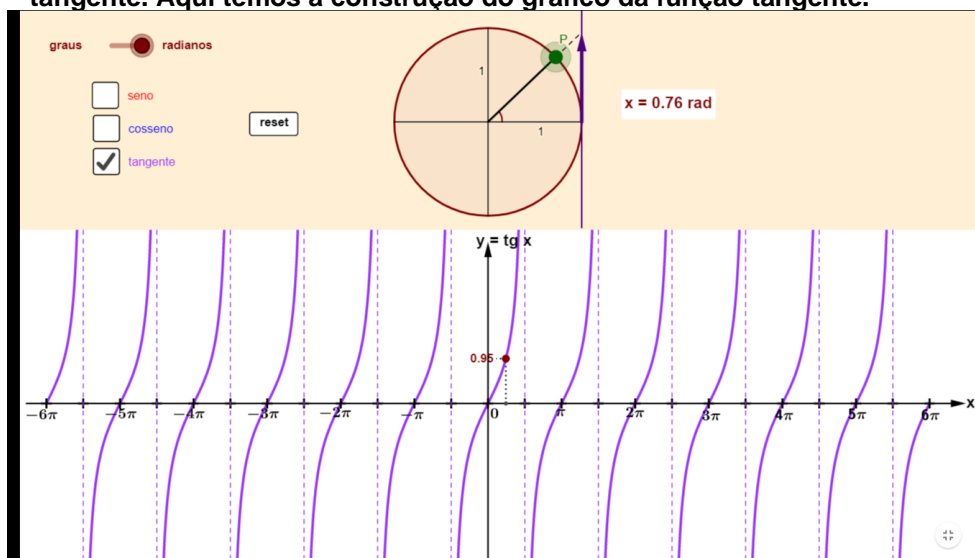
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Com base nessas questões, os alunos: modelaram uma função para o movimento harmônico simples (questões de 1 a 6), onde eles chegaram à conclusão de que o sistema obedecia a uma oscilação senoidal, podendo ser modelada pela função seno ou cosseno. Nas questões 7, 8 e 9, os alunos puderam experimentar variações da função seno e cosseno. E, para finalizar, encontraram o domínio e a imagem das variações, que é algo de suma importância no ensino-aprendizagem de funções. Após essa atividade, foi realizado um encontro onde foi possível discutir as questões, sendo sanada as dúvidas dos participantes.

Nesse momento síncrono, foi utilizada uma animação para encontrar o gráfico das funções seno, cosseno e tangente, que pode ser visto na figura abaixo. O usuário pode escolher qual a função deseja construir o gráfico e à medida que se move o ponto P no ciclo trigonométrico, o ponto vai se movendo no plano cartesiano. Com essa mesma simulação, pode ser transmitido o valor do seno, cosseno e tangente em relação ao plano cartesiano (o valor do seno está na ordenada e o cosseno na abscissa) como também o valor da tangente que é encontrada na reta que tangencia o ciclo passando pela origem do mesmo, no ponto de coordenadas (0,1).

Figura 7: Simulação para construção dos gráficos das funções seno, cosseno e tangente. Aqui temos a construção do gráfico da função tangente.



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/vykepyjm>

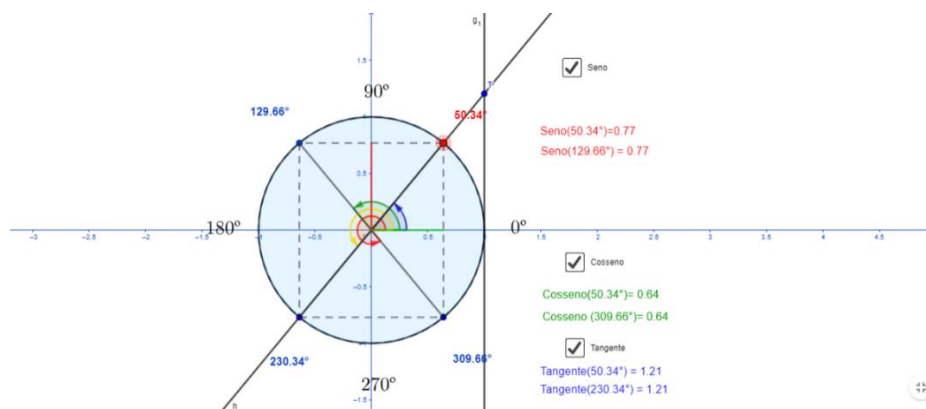
Nesse mesmo momento, ainda foi utilizada outra simulação para compreender a redução ao primeiro quadrante. Foi escolhido um material bem intuitivo e colorido, de modo que a compreensão fosse a melhor possível. À medida que movemos o ponto vermelho, são exibidos todos os ângulos que possuem o seno, cosseno e tangente de mesmo valor, em módulo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

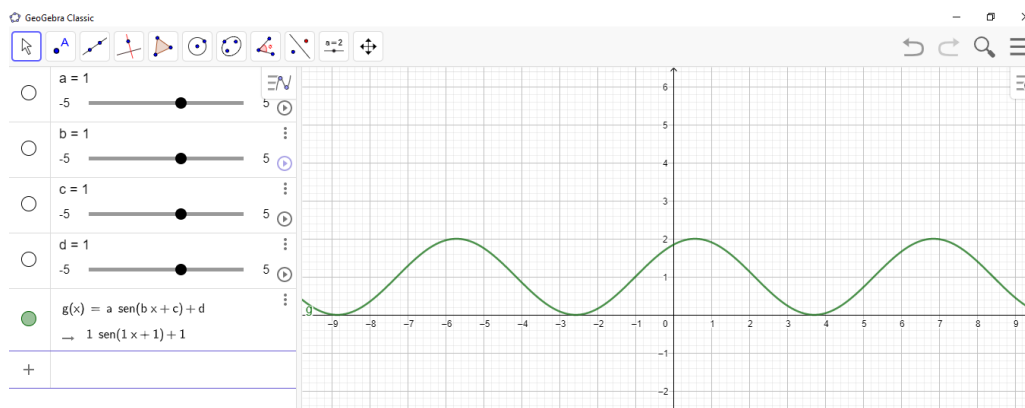
USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Figura 8: Redução ao primeiro quadrante.



A fim de melhorar a compreensão dos alunos nas funções trigonométricas, já que no pré-teste foi em que eles mostraram mais dificuldades, foi utilizado também um caderno de atividades proposto por Meneghelli & Possamai (2019), onde através da resolução de problemas e o Geogebra, eles teriam que responder questões sobre a funções seno e cosseno. Ele foi elaborado para alunos do 2º do ensino médio, porém, devido a sua profundidade e intuitividade, optou-se por utilizá-lo. Nas atividades, os participantes chegavam a conclusões através de testagens e comparações, a partir daí eles poderia extrair conceitos. Por exemplo, em uma certa parte do caderno, é solicitado que se insira no Geogebra a função $g(x) = a \cdot \text{sen}(b \cdot x + c) + d$, onde são gerados o que se chama de controles deslizantes, onde o usuário pode modificar os valores e analisar o gráfico gerado instantaneamente (ver Figura 9). Então é solicitado nas questões posteriores, que eles alterassem os valores de a, b, c e d, construísem uma tabela e analisassem o que estava acontecendo à medida que ia-se alterando os valores. Com essa atividade os participantes chegaram a suas próprias conclusões sobre as variações da função seno e cosseno. De forma semelhante, foi feito o estudo para a função cosseno.

Figura 9: Curva gerada ao inserir a função $g(x) = a \cdot \text{sen}(b \cdot x + c) + d$ no lado direito da imagem e, no lado esquerdo, os controles deslizantes.



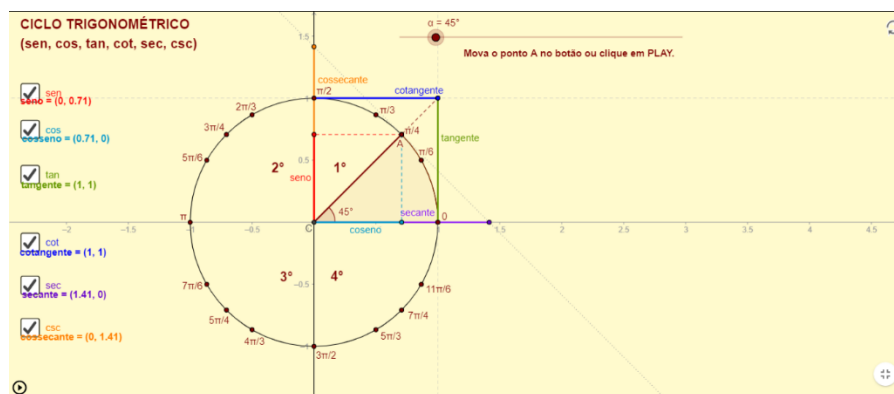


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruíz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Já nos últimos encontros, discutiu-se sobre as funções trigonométricas secante, cossecante e cotangente. Para isso, mais uma vez foi utilizada a ferramenta Geogebra, para definir as funções já de forma geométrica e após, mostrar as suas relações com as funções seno, cosseno e tangente. Além da figura produzida durante o encontro, utilizou-se um material disponível no site do Geogebra para nos auxiliar (Figura 10). Cabe salientar que compreender o ciclo trigonométrico e em qual reta está definida cada função, é de fundamental importância para que estudantes de trigonometria analisem o sinal de cada função, ou seja, para quais ângulos das funções são positivas e negativas.

Figura 10: Ciclo trigonométrico com as funções secante, cossecante e cotangente.



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/gcnxqh8e> .

Algo importante a ser citado é que foi feito também um estímulo emocional nos participantes, sempre afirmando sua capacidade de superar os desafios, enfatizando que não existem pessoas capazes e incapazes, sempre elogiando-os pelo esforço em responder perguntas feitas durante a aula, mesmo que as respostas não fossem totalmente corretas. Sempre mostrando empatia com os participantes.

Resultados e discussões

Antes da intervenção foi aplicado um pré-teste a fim de medirmos o grau de conhecimento em partes da trigonometria que seriam tratados durante a intervenção. Todas as questões eram de múltipla escolha, com apenas 1 alternativa correta.

A primeira questão teve como objetivo medir o conhecimento da definição das relações dos lados de um triângulo retângulo. Na segunda questão, nosso objetivo era medir o conhecimento sobre as identidades trigonométricas. A terceira questão tinha como objetivo aplicar os conceitos de trigonometria no triângulo retângulo em uma situação real. A quarta questão era semelhante a terceira, porém com um grau de dificuldade um pouco maior, pois os participantes teriam que utilizar as relações trigonométricas em dois retângulos para chegar ao resultado. Na quinta questão, tínhamos como objetivo medir o conhecimento dos participantes sobre o sinal das funções trigonométricas e em quais quadrantes se localizavam no ciclo trigonométrico. A sexta questão,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

também tinha como objetivo medir o conhecimento no ciclo trigonométrico, onde os participantes deveriam estimar o sinal das funções trigonométricas dos valores dados. Na penúltima e última questão, queríamos medir o conhecimento do aluno a respeito de equações trigonométricas.

Tabela 2: Resultado do pré-teste

Questão	Quantidade de acertos
1	73,3%
2	57,9%
3	100%
4	52,6%
5	57,9%
6	31,6%
7	52,6%
8	31,6%
Média de acertos	57,19%

Fonte: Elaboração Própria

Após a intervenção, aplicamos um pós-teste para comprovar ou refutar a hipótese. Veremos abaixo cada questão do pós-teste e seus resultados. Apenas 17 participantes responderam o pós-teste.

A primeira questão tinha como objetivo verificar a aprendizagem nas relações dos lados dos triângulos. A segunda questão, os participantes deveriam utilizar as definições de seno e tangente, bem como as identidades trigonométricas para encontrar o valor dos catetos. A terceira questão foi uma repetição da quarta questão do pré-teste. A quarta questão era semelhante a terceira. Para resolvê-la, eles deveriam utilizar a teoria da trigonometria no triângulo retângulo e suas relações. A quinta questão foi uma repetição da quinta questão do pré-teste. Já a sexta questão, também foi uma repetição da sexta questão do pré-teste. Na sétima questão, buscamos medir o conhecimento adquirido pelos participantes nas extensões das funções trigonométricas. Para conseguir responder corretamente, deveriam utilizar as definições das funções trigonométricas, o ciclo trigonométrico e as identidades trigonométricas. Na oitava e última questão, o objetivo era medir o conhecimento em equações trigonométricas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

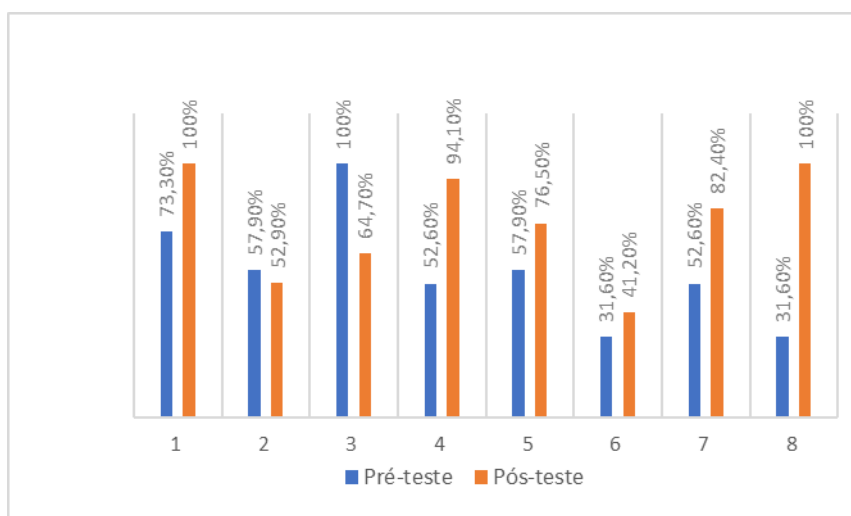
Tabela 3: Resultado do pós-teste

Questão	Quantidade de acertos
1	100%
2	52,9%
3	64,7%
4	94,1%
5	76,5%
6	41,2%
7	82,4%
8	100%
Média de acertos	76,48%

Fonte: Elaboração Própria

No gráfico da Figura 11, podemos visualizar melhor a evolução que aconteceu na aprendizagem de trigonometria em cada tema proposto, principalmente em temas mais complexos da trigonometria que são as funções e as equações trigonométricas. De um modo geral, saímos de uma média de acerto de 57,19% para 76,48%.

Figura 11 - Comparativo entre o Pré-teste e o Pós-teste



Fonte: Elaboração Própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista toda a proposta da pesquisa e os resultados alcançados pelos alunos no pós-teste, podemos constatar que os métodos utilizados durante o período da intervenção, contribuíram de forma considerável no conhecimento de trigonometria dos alunos que participaram da pesquisa. Percebemos então que a utilização da Modelagem Matemática, a Resolução de Problemas e a Matemática visual possuem papéis fundamentais no processo ensino-aprendizagem de Matemática.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruiz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

Portanto, esse artigo traz algo norteador para outras pesquisas nas quais sejam utilizadas essas e outras estratégias propostas pela neuroeducação no ensino de matemática, desde o ensino fundamental ao médio.

Também se defende que professores de matemática dos mais diversos níveis de ensino, busquem conhecimento sobre como acontece a aprendizagem matemática no nosso cérebro, a fim de aplicar em suas aulas estratégias eficazes para que a aprendizagem efetiva de seus alunos.

REFERÊNCIAS

ARCAVI, A. The role of visual representations in the learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 52, p. 215-241, 2003.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BOALER, J. **Mentalidade Matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador**. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2018.

BOALER, J. et al. Seeing as Understanding: The Importance of Visual Mathematics for our Brain and Learning. **Journal of Applied & Computational Mathematics**, v. 5, n. 5, p. 1-6, 2016.

BRAVO VALDIVIESO, L. El aprendizaje de las matemáticas: Psicología cognitiva y neurociencias. **Arequipa**, p. 11-29, 2016.

CARVALHO, F. A. H. D. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, 8, n. 3, 2010. 537-550.

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

DEHAENE, S.; COHEN, L. Towards an anatomical and functional model of number processing. **Mathematical Cog**, 1995.

FALCO, M.; KUZ, A. Comprendiendo el Aprendizaje a través de las Neurociencias, con el entrelazado de las TICs en Educación. **Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación**, n. 17, Junho 2016. 43-51. Disponível em: <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54200>>. Acesso em: 2020.

GUILLÉN, J. C. **Neuroeducación en el aula: De la teoría a la práctica**. Barcelona: Createspace Independent Publishing Platform, 2017.

MENEGHELLI, J.; POSSAMAI, J. P. Resolução de Problemas e o software GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 491-512, 2019.

MENON, V. Arithmetic in the Child and Adult Brain. **The Oxford Handbook of Mathematical Cognition**, p. 1-23, 2014.

MORA, F. **Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama**. Madrid: Alianza Editorial, 2017.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

USO DE ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE TRIGONOMETRIA EM UMA
UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS
Daniel Nicolau Brandão, Daniela Ruíz-Díaz Morales, Elielson Magalhães Lima

MORIN, E. **O Método III: o conhecimento do conhecimento**. 5^a. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.
ONUCHIC, L. D. L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, 25, n. 41, 2011. 73-98.

PARK, J.; BRANNON, E. M. Training the Approximate Number System Improves Math Proficiency. **Psychol Sci**, p. 1-10, 2013.
ROTTA, N. ; BRIDI FILHO, A.; BRIDI, R. D. S. **Plasticidade cerebral e aprendizagem: abordagem multidisciplinar [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: Penso, 2018.

TOKUHAMA-ESPINOSA. T. N. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Capella University, Mineápolis, Minesota, 2008.