Artigo Original

REVEMAT
REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

DELINEANDO TAREFAS DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS POR MEIO DO MECANISMO ATENCIONAL *TOP-DOWN*

Outlining Trigonometric Function Tasks Through The Attention Top-Down Mechanism

Laerte Silva da FONSECA
Universidade Federal de Sergipe, PPGCIMA, São Cristóvão, Brasil
laerte.fonseca@uol.com.br
https://orcid.org/0000-0002-1825-0097

Márcia Azevedo CAMPOS
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil
azevedoxu@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-8255-758X

Eliane Santana de Souza OLIVEIRA
Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Brasil
essoliveira@uefs.br
https://orcid.org/0000-0003-3981-1620

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo

RESUMO

Este artigo discute tarefas matemáticas para o ensino de funções trigonométricas na perspectiva do desenvolvimento do mecanismo atencional cerebral *top-down*, em consonância com a Teoria Antropológica do Didático (TAD), objetos *ostensivos* e não *ostensivos* na atividade matemática e a Neurociência Cognitiva. Investigou-se quais os elementos mínimos que uma tarefa trigonométrica deve conter para ativar as expectativas do mecanismo *top-down* tornando-o exequível na construção do conhecimento matemático. Analisou-se tarefas do livro didático de Matemática do 2º. Ano do Ensino Médio quanto às *condições e restrições* de implementação dessas tarefas. Buscou-se objetos *ostensivos* que pudessem ser evocados pelos alunos e *não ostensivos* necessários à resolução das tarefas, a partir do que dispõem em sua memória, associando-os ao mecanismo atencional investigado. Para as análises usou-se os requisitos mínimos para a elaboração de tipo de tarefas trigonométricas, aproximando a TAD, a Neurociência Cognitiva, os Níveis de Funcionamento do Conhecimento e a Memória de Longo Prazo, visando ativar o mecanismo atencional *top-down*. As análises apontaram que as tarefas trigonométricas pautadas nos requisitos mínimos de ativação do mecanismo atencional *top-down* são um caminho para o ensino e aprendizagem em trigonometria e assim para a aprendizagem matemática.

Palavras-chave: Didática da Matemática, Mecanismo atencional, *Top-down*, Tarefas trigonométricas

ABSTRACT

This article discusses mathematical tasks for teaching trigonometric functions from the perspective of developing the *top-down* attentional mechanism (cerebral), in line with the Didactics of Mathematics, with the Anthropological Theory of Didactics and Cognitive Neuroscience. We investigated the minimum elements that a trigonometric task must contain to activate the expectations of the *top-down* mechanism, making it feasible in the construction of mathematical knowledge. Tasks in the 2nd Mathematics textbook were analyzed. Year of High School as to the *conditions and restrictions* of implementation of these tasks and *ostensible* objects that could evoke the *non-ostensible* ones necessary to the resolution were sought, based on what is available in their memory, associating them to the investigated attentional mechanism. For the analyzes, the model of elaboration and presentation of types of trigonometric tasks proposed was used. The analyzes showed that trigonometric tasks based on the minimum activation requirements of the *top-down* attentional mechanism are a way for teaching and learning in trigonometry and, thus, for mathematical learning.

Keywords: Didactics of Mathematics, Attentional mechanism, *Top-down*, Trigonometric tasks

1 INTRODUÇÃO

Compreender indicadores de rendimento escolar na matemática da Educação Básica tem sido um constante desafio das instituições de ensino para ascender o crescimento econômico. As dificuldades de aprendizagem se estendem ao longo da vida escolar do aluno, na bagagem necessária à compreensão de conteúdos essenciais.

Segundo Fonseca (2015) as noções matemáticas de funções trigonométricas encontram-se no topo da hierarquia entre os conteúdos matemáticos do ensino médio e, consequentemente, no topo das dificuldades. Em uma pesquisa que objetivou analisar o ensino da Funções Trigonométricas na transição do ensino médio para o ensino superior no Brasil e na França, através de uma Engenharia Didática (Artigue, 1988), Fonseca (2015) fez uma análise epistemológica das funções trigonométricas e dos documentos curriculares dos dois países e verificou que os estudantes franceses conseguiram mais êxito que os brasileiros pelo fato de essas noções, no ensino francês, serem distribuídas ao longo do equivalente ao nosso ensino médio. Concluiu assim que a transição entre esses níveis de ensino na França ocorre sem ruptura, o que corrobora para a instalação de dificuldades de aprendizagem, enquanto no Brasil as noções matemáticas analisadas não permanecem disponíveis na Memória de Longo Prazo (MLP) no avançar de um ano escolar a outro, dificultando o engajamento dos estudantes no ensino superior.

Em seus resultados, Fonseca (2015) apresenta relatos dos alunos em que alegaram ser uma das maiores dificuldades perceberem os objetos não visíveis diretamente, típico das funções trigonométricas, tendo que recorrer às representações semióticas algébricas e geométricas e à transição dessas representações. Tais dificuldades se estendem às mais diversas atividades e áreas do conhecimento, no contexto onde esse aluno está inserido.

No seio dessas dificuldades está a atenção, fator cognitivo imprescindível ao desenvolvimento do ser humano, segundo Sternberg (2010), e à aprendizagem. No caso das funções trigonométricas fica evidenciada ainda mais essa assertiva dada sua característica de lidar com objetos não manipuláveis, visíveis apenas a partir de uma representação e que para isso necessita de foco e atenção.

Entendendo que os obstáculos epistemológicos e didáticos no trato das funções trigonométricas e sua aprendizagem são problemas que merecem ser discutidos, nos propomos a enfrentar esta discussão guiados pelo questionamento: Quais os elementos mínimos que os tipos de tarefas selecionadas para o ensino de funções trigonométricas no 2º Ano do ensino médio devem conter para ativar o mecanismo atencional (cerebral) *top-*

down tornando-o exequível? E para dar conta do objetivo que emerge dessa questão, ou seja, investigar os elementos mínimos que os tipos de tarefas devem conter para ativar o mecanismo atencional, propomos delinear tarefas trigonométricas através do mecanismo atencional *top-down*. Trata-se, segundo Sternberg (2010), de um mecanismo cerebral do meio interno, consciente e que demanda energia cognitiva, diretamente ligado aos objetos *ostensivos* e *não ostensivos* da atividade matemática e às informações que levam à solução de problemas. As tarefas são concebidas, no âmbito dessa discussão, como contextos e situações diversificadas, pensadas e planejadas pelo professor com o intuito de articular os conteúdos de modo a alcançar os objetivos de ensino.

Para as nossas análises usamos os requisitos mínimos para a elaboração de tipos de tarefas trigonométricas propostos por Fonseca (2015) (Quadro 3), em que aproximou a Teoria Antropológica do Didático – TAD, a Neurociência Cognitiva, os Níveis de Funcionamento do Conhecimento e a MLP, visando ativar o mecanismo atencional *top-down*. Analisamos tarefas matemáticas que contemplassem tais requisitos a partir de categorias elencadas para o ensino de funções trigonométricas, analisando *condições e restrições* para sua implementação na perspectiva de ativação do mecanismo atencional em tela. Focamos as análises nos níveis de demanda cognitiva das tarefas, especificamente nos mecanismos atencionais que são exigidos dos alunos para a sua realização, bem como no nível de aprendizagem proporcionado por estas.

As tarefas selecionas foram extraídas do livro didático *Matemática: Contexto & Aplicações* (Dante, 2016). A escolha do instrumento livro didático justifica-se pela sua influência no ensino que é ministrado e sobre os saberes que são institucionalizados em sala de aula a partir dele. A proposta do Dante (2016) coaduna com as nossas premissas de investigação ao estabelecer como meta que o aluno "possa compreender as ideias básicas da Matemática desse nível de ensino atribuindo significado a elas" (p. 3), e a significação é um dos fatores que pode levar à aprendizagem, e que é regulada pela atenção.

A TAD (Chevallard, 1999, 2002) nos permitiu analisar as tarefas através do modelo praxeológico descrito como modelo de análise de práticas sociais, dentre elas o saber. De acordo com Chevallard (1994) as relações pessoais dos estudantes com o saber são culturalmente construídas, mediadas pelas relações institucionais impostas a eles por instituições a que se submetem. E estas restrições podem vir da escola, das orientações curriculares, do livro didático ou das próprias tarefas. O ensino é constituído por elementos que influenciam a aprendizagem, dentre os quais destacamos as tarefas que são propostas em sala de aula. E respostas significativas, capazes de minimizar problemas de atenção e aprendizagem têm, de forma intrínseca, caráter institucional.

O conhecimento matemático, didaticamente entendido como a matemática ensinada, envolve um corpo de atividades, problemas, questões ou tarefas que problematizam o saber a ser ensinado. Assim, a tarefa matemática, enquanto atividade humana denotada por uma ação, permite institucionalizar o saber matemático, mobilizando para isso modos de resolução que consideram o contexto onde vive o saber.

Emerge da discussão sobre como se dá a aprendizagem a borda do objetivo central deste artigo com vista a contribuir para alargar o debate entre a TAD e a Neurociência Cognitiva, admitindo que o processamento cerebral da informação não se constitui em objeto da primeira teoria. É meritório o esforço dos docentes da educação básica, bem como dos pesquisadores em Educação Matemática, para melhorar o cenário atual do ensino e da aprendizagem em matemática no país.

2 O CONTEXTO INSTITUCIONAL DAS TAREFAS MATEMÁTICAS

Chevallard (1992) expressa as atividades humanas em termos de tarefas a serem cumpridas que, no âmbito da matemática, são iniciadas por um verbo de ação como uma tarefa matemática, dentro de uma instituição promotora do saber.

O intuito em delinear institucionalmente tarefas trigonométricas nos fez recorrer à TAD, desenvolvida por Chavallard (1999), que tem como pressuposto estudar o homem e a relação com o saber matemático. Surgiu como um modelo epistemológico a partir das teorizações anteriores de Chevallard (1982; 1991; 1992), idealizada dentro de uma antropologia cognitiva que abriu possibilidades da didática ser explicitada numa perspectiva antropológica. Chevallard (1999) considera que toda atividade humana é uma prática social que ocorre em uma instituição e que pode ser modelada por meio de praxeologias, como a praxeologia das propostas didáticas e do conhecimento matemático.

A TAD possibilita às organizações praxeológicas matemática e didática, por meio de elementos institucionais, detectar e elaborar propostas que visam preencher as lacunas diagnosticadas. O termo praxeologia deriva de dois termos gregos, práxis e logos, que significam, respectivamente, prática e razão. (Chevallard, 2002)

Para Chevallard (2002), o universo cognitivo de um indivíduo é constituído pelos objetos e as relações que o indivíduo estabelece com os objetos do saber e está diretamente vinculado aos trabalhos, em que o objeto da relação é constitutivo, e às mudanças que o indivíduo sofre com as relações que estabelece ao longo da vida a depender da posição que ocupa nas instituições (do saber, por exemplo). E para compreender a evolução do universo cognitivo de um indivíduo, Chevallard (2002) traz a noção de *instituição* como um sistema social onde as pessoas ocupam distintas posições, e que permite diferentes formas de fazer pensar. Argumentos estes que conduzem à compreensão da didática como uma instituição e que todo saber é ligado ao menos a uma instituição, na qual é colocado em jogo. Essencial é, portanto, que um saber não existe num vazio social nem didático, o conhecimento aparece, num dado momento, numa dada sociedade, ancorado em uma ou em várias instituições.

Desse modo, entram em cena as noções de relação entre esses elementos primitivos – instituição, objeto do saber e pessoa – aportados na TAD:

> Um objeto existe a partir do momento em que uma pessoa X ou uma instituição I o reconhece como existente (para ela). Mais precisamente, podemos dizer que o objeto O existe para X (respectivamente para I) se existir um objeto, que denotarei por R(X, O) (respectivamente $R_I(O)$), a que chamarei de relação pessoal de X com O (respectivamente relação institucional de I com O). (Chevallard, 1992, p. 127, tradução nossa)

Nesse entendimento, as *pessoas* ocupam posições nas *instituições* e se tornam *sujeitos* ativos contribuindo para a existência de um *objeto* em uma *instituição*.

Consolidou-se com essas relações entre objeto, pessoa e instituição aquilo que Chevallard (1992) chamou de Antropologia do Conhecimento ou Antropologia Cognitiva. E para explicitar o didático em termos da antropologia cognitiva, o autor expandiu e estabeleceu o conceito de *relações*. Nesse cenário, a aprendizagem ocorre como uma modificação da relação de um indivíduo X com o objeto O, considerando que a *relação pessoal* de um indivíduo com um objeto do saber só pode ser estabelecida quando este entra em uma instituição onde existe o objeto. A relação institucional com o objeto do conhecimento que vive em determinada instituição constitui um sistema essencial de *condições* e *restrições* sob as quais se forma e evolui a relação pessoal de um indivíduo com o objeto, quando ele se torna sujeito da instituição. (Chaachoua & Bittar, 2016)

Com efeito, o sujeito aluno, diante do objeto do saber funções trigonométricas que vive na instituição social de aprendizagem escola e em organizações como os livros didáticos e manuais de ensino que o agregam como objeto de estudo regulamentado pelos documentos curriculares, estabelece uma relação pessoal com o saber tornando um sujeito ativo dessa instituição.

Dante (2016, p. 6) traz o tema *Trigonometria* e subdivide-o em quatro capítulos: *Resolução de triângulos quaisquer, Conceitos trigonométricos básicos, Funções Trigonométricas* e *Senoides*. Estabelece com essa hierarquia de apresentação dos conteúdos as *restrições* para que as curvas sejam tratadas, dadas as *condições* que são impostas ao ensino da Trigonometria pelas orientações curriculares constantes na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018, p.531) para o Ensino Médio. O documento traz a habilidade de:

> (EM13MAT404) Identificar as características fundamentais das funções seno e cosseno (periodicidade, domínio, imagem), por meio da comparação das representações em ciclos trigonométricos e em planos cartesianos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Dito isto é *condição* ao estudo de funções trigonométricas a apropriação de conceitos de ângulos, figuras planas, arcos e círculo trigonométrico, como traz Dante (2016) em sua distribuição por capítulos. Estabelece assim as *relações* entre o aluno e a *instituição* do saber a que se sujeita, e que desencadeiam no saber ensinado, no conhecimento.

Na abordagem antropológica de Chevallard (1992) as relações do indivíduo que o faz sujeito atuante em uma instituição o torna cognitivo, imbuído do trato antropológico, que é objeto de estudo da didática. Dessa forma, a *relação institucional* está diretamente ligada às atividades institucionais que são realizadas pelos professores e solicitadas aos alunos.

Os aspectos didáticos compreendidos a partir da ideia de uma antropologia cognitiva conduzem à compreensão da didática como uma instituição, conforme argumenta Chevallard (1991). E concebendo a didática como o conjunto das relações pessoais e institucionais, Chevallard (1991, p.161, tradução nossa) afirma que o didático é “a maneira de estudo de um subcampo da antropologia do conhecimento: a antropologia didática do saber, ou didática do saber, ou didática cognitiva”. E a noção de relação com o saber coloca a didática no terreno da antropologia cognitiva, onde:

> O conhecimento - e o saber como uma certa forma de organização do conhecimento - entra então em cena com a noção de relação: um objeto existe se existe uma relação com esse objeto, isto é, se um sujeito ou uma instituição o “(re)conhece” como um objeto. [...] O saber matemático, como uma forma particular de conhecimento, é o resultado da ação humana institucional: é algo que se produz, se utiliza, se ensina ou, mais geralmente, se transpõe em instituições. [...] O conceito-chave que aparece então é a de organização praxeológica ou praxeologia. (Bosch & Chevallard, 1999, p. 85, tradução nossa)

Neste artigo, debruçaremos em compreender, delineando e discutindo, tarefas trigonométricas e seus conceitos, suas possíveis soluções e questionando-as acerca do mecanismo atencional *top-down* que envolve os tipos de tarefas.

Chevallard (1999) coloca que as organizações praxeológicas ($\wp$), ou praxeologias, são compostas por tipo de tarefas (T) que denotam uma ação a ser realizada e é expressa por um verbo pertencente a um conjunto de tarefas de um mesmo tipo, tendo como maneira de realizar ou fazer essa tarefa, uma técnica [τ]. Essas técnicas são justificadas/explicitadas por meio de propriedades, as quais chama de tecnologia [θ]. E por fim, temos a teoria [Θ], que justifica as tecnologias empregadas.

Ainda em Chevallard (1999) encontramos que as organizações praxeológicas estão relacionadas a dois blocos: o bloco prático-técnico [T, τ], associado à práxis, o saber-fazer; e o bloco tecnológico-teórico [θ, Θ], o *logos*, vinculado à razão, isto é, o saber. Assim, um tipo de tarefa (T) precisa ser resolvido por uma ou um conjunto de técnicas (τ) que, por sua vez, estão apoiadas em tecnologias (θ) consagradas por uma teoria (Θ) que, quando obedecem a essa hierarquia, determinam uma organização praxeológica. Aqui, a organização praxeológica nos permitiu investigar a organização do saber matemático funções trigonométricas bem como a praxeologia que é construída em torno dele.

Mas como se constrói os conceitos matemáticos? Bosch e Chevallard (1999) discutem a dimensão instrumental da atividade matemática e distinguem os objetos do saber em objetos *ostensivos,* os que se apresentam visíveis, manipuláveis, e *não ostensivos*, não manipuláveis, não acessíveis diretamente, enquanto ferramentas materiais necessárias. E estabelecem uma dialética do *ostensivo* e do *não ostensivo* em que

> a aplicação de uma técnica se traduz pela *manipulação de ostensivos regulada por não ostensivos*. Os *ostensivos* constituem a parte perceptível da atividade [...]. Por contraste, a presença desse ou daquele não-*ostensivo* em uma prática determinada pode ser apenas induzida ou suposta a partir das manipulações de *ostensivos* institucionalmente associados. (Bosch & Chevallard, 1999, p. 82, destaque do autor, tradução nossa).

Na perspectiva da TAD os conceitos só são construídos a partir da manipulação de *ostensivos* “dentro de determinadas organizações matemáticas, como respostas a certas tarefas problemáticas e um entorno tecnológico-teórico dado” (Bosch & Chevallard, 1999, p. 11, tradução nossa). Eis então um entrave cognitivo na aprendizagem matemática, o que só dependeria do funcionamento cognitivo do sujeito é visto, na teorização de Chevallard, como sendo uma prática cuja realização efetiva deve ser ligada à existência de uma praxeologia matemática local construída em torno de um dado tipo de problema. É o que propomos neste estudo: analisar problemas com funções trigonométricas e buscar informações que levem à solução destes através do mecanismo atencional *top-down,* que é diretamente ligado aos objetos *ostensivos* e *não ostensivos*. Na manipulação de objetos *ostensivos* há uma provocação das funções cognitivas *flexibilidade cognitiva* e *atenção*, requisitos mínimos para ativar o mecanismo atencional *top-down*, enquanto estímulos do meio interno, informações *(*objetos *não ostensivos*) disponíveis para realização de uma tarefa. (Fonseca; Samá; Soares & Pontes, 2017)

A despeito das citações recortadas, os objetos *ostensivos*, dada sua natureza sensível e de certa materialidade, tornam-se perceptíveis aos sujeitos e estão no nível do *saber-fazer*, com tipo de tarefas e técnicas próprias. Os *ostensivos* têm a função de introduzir uma ideia, um conceito, que são os *não ostensivos* associados, e então generalizá-los, e estão no nível do *saber*. (Bosch & Chevallard, 1999)

Uma tarefa matemática, de acordo com a TAD (Chevallard, 1999), é um tipo de tarefa indicada por uma instituição, que requer mobilizar uma ou mais técnicas para sua resolução, justificada por uma tecnologia, que por sua vez, é justificada por uma teoria matemática. Nesse sentido, o bloco prático-técnico e o bloco tecnológico-teórico dão forma à praxeologia matemática de forma integrada. Assim, a tarefa matemática denotada por uma ação, permite mobilizar técnicas para resolução, considerando as *condições e restrições* (Bosch & Chevallard, 1999) impostas institucionalmente sob as quais se forma e evolui a relação pessoal de um indivíduo com o objeto, quando ele se torna sujeito da instituição.

Exemplificando o quarteto praxeológico temos que a *instituição* livro didático Dante (2016) apresenta tipo de tarefas sobre resolução de triângulos retângulos, a título de revisão de anos anteriores, tais como a que trazemos no Quadro 1.

Quadro 1: Tipo de Tarefas T_1

T_1: Calcular o sen β em um triângulo retângulo ABC

Fonte: Elaborado pelos autores

Para solucionar T_1 uma possível *técnica* τ seria: *a partir dos valores das medidas dos lados do triângulo ABC podemos calcular o valor do sen β,* mobilizando os objetos *ostensivos* e *não ostensivos* e dadas as *condições e restrições* de sua existência dentro da *tecnologia* θ: *Relações trigonométricas em um triângulo retângulo*, e justificadas pela *teoria* Θ: *Trigonometria*. Assim temos na TAD a tarefa matemática organizada de acordo com o quarteto praxeológico [T, τ, θ, Θ].

O quarteto praxeológico permite modelar as práticas sociais, como a atividade matemática, e, como afirma Almouloud (2007), se baseia nos seguintes postulados:

> 1. Toda prática institucional pode ser analisada, sob diferentes pontos de vista e de diferentes maneiras, em um sistema de tarefas relativamente bem delineadas.
> 2. O cumprimento de toda tarefa decorre do desenvolvimento de uma técnica.
> 3. A ecologia das tarefas, quer dizer, as condições e restrições que permitem sua produção e sua utilização nas instituições. (Almouloud, 2007, p. 114-116)

Desse modo, no estudo do conhecimento matemático por meio de uma organização matemática são consideradas as *condições e restrições* (Bosch & Chevallard, 1999) que vivem nas diferentes instituições. E com base nessa problemática é possível a reconstrução de tarefas e praxeologias matemáticas, como as relacionadas ao objeto do saber funções trigonométricas, que permitam o estudo matemático de diferentes formas.

Em síntese, como afirma Chevallard (2009), numa determinada instituição, como a escola, o livro didático, tudo é, em princípio, *condição*. E as *condições* que não podem ser modificadas são chamadas de *restrições*, que fundamentam e validam o saber matemático. Na pesquisa de Fonseca (2015), além das discussões entre pesquisadores e pesquisados, preocupou-se em manter a apresentação dos conteúdos de acordo com o plano pedagógico e orientações curriculares, sem interferir na realidade posta, mas sugerindo a reconstrução de tarefas e praxeologias matemáticas diferentes daquelas usuais. Tem-se assim *condições* não modificadas que se configuram *restrições* na prática pedagógica.

3 O MECANISMO ATENCIONAL *TOD DOWN* QUANDO ACIONADO POR UM FOCO ESTIMULANTE

Conforme discutido, a TAD estuda o homem perante o saber matemático. Ou seja, “estuda as condições de possibilidade e funcionamento de sistemas didáticos, entendidos como relações sujeito-instituição-saber” (ALMOULOUD, 2007, p.111). Assim, por meio dessas relações oportuniza a aprendizagem a partir de tipos de tarefas T, uma vez que o ensino ocorre por intermédio da atividade matemática. Essa perspectiva vislumbra a evocação de técnicas (τ) que, por sua vez, mobilizam uma articulação contínua entre os objetos *ostensivos* e *não ostensivos.* Nesses objetos podem ou não existir índices ou pistas que estimulam as estruturas e subestruturas cerebrais, especificamente o sistema límbico e o núcleo *accumbens*[1]. Segundo Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006), essas partes do cérebro têm a função, nessa ordem, de regular as emoções e de avaliar o sentido e significado da informação quando enfocada.

Considerando os estudos de Lent (2008), o cérebro humano recruta todas as suas funções neuronais para assegurar a sobrevivência do organismo e por isso, dentre todos os tipos de emoção, a alegria, que é identificada pela sensação de bem-estar ou prazer, não ocorre de imediato. Por outro lado, a amígdala – como uma das mais importantes subestruturas do sistema límbico – controla a maior parte do tempo dois prováveis comportamentos: luta ou fuga, que sinalizam emoções não prazerosas.

Dito isto, ao se deparar com tipo de tarefas trigonométricas, por exemplo, T_1: *Calcular o sen β em um triângulo retângulo ABC*, todos os circuitos neurais são ativados de forma orquestrada e hierárquica, conduzindo essa informação até a região amigdalítica, encorajando-a pela pergunta: *para que eu preciso gastar energia com isso? Em que isso vai continuar ajudando na minha existência?* Na pesquisa de Fonseca (2015) foi constatado que a ausência imediata de uma recompensa, diante da imposição para execução de uma tarefa, dificulta a formação da MLP que, por sua vez, necessita de outras funções cognitivas anteriores, como sensação, emoção, atenção, etc.

Não é *à toa* que, de forma geral, tornamo-nos seres ansiosos, vivendo mais o futuro que o presente (Herculano-Houzel, 2007). Permanecer no presente se constitui o maior desafio para o cérebro humano, e é uma das exigências que uma tarefa matemática precisa apresentar para que as estruturas cerebrais escolham resolvê-la ou abandoná-la. Geralmente esse abandono ocorre pelo que Sternberg (2010) denomina de lapso, para justificar os tipos de erros identificados na resolução de tarefas de um determinado tipo. Para o autor, o lapso ocorre pela ausência de planejamento intencional para realização da tarefa, ou seja, pela ausência de foco o aluno não recruta os elementos *não ostensivos*, bem como os algoritmos para alcançar a solução. Essa deficiência ocorre pela fragilidade de emoção positiva no sistema límbico que não constrói atalhos para ativar o mecanismo *top-down*.

Posner e Petersen (1990) postulam que o ajuste do foco atencional pode ser feito por dois mecanismos neuronais: *bottom-up* e/ou *top-down*. Enquanto no primeiro faz-se

---

[1] O sistema límbico reúne algumas estruturas subcorticais do cérebro humano que são responsáveis pelo controle das emoções. Dentre essas, o núcleo accumbens avalia se a informação advinda do meio externo é dotada de sentido e de recompensa para que ele decida se a informação será absorvida e processada (Kandel, 2000).

necessário que os estímulos ou pistas estejam no meio externo ao cérebro, e podem equivaler aos objetos *ostensivos* da TAD, no segundo as pistas processadas pela leitura da tarefa permitem que bombas de serotonina[2] sejam disparadas para que haja a evocação e consulta da existência de informações, são os objetos *não ostensivos* disponíveis para realização da tarefa (Fonseca et al., 2017).

Assim, como seria possível regular T_1 para que o cérebro decida por recrutá-la, enfocá-la e resolvê-la? Considerando os apontamentos de Posner e Petersen (1990) acerca dos mecanismos atencionais faz-se necessário a identificação de uma recompensa imediata que sirva para a manutenção da existência do organismo. De certa forma, a gratificação reserva uma pontuação como prêmio, o que remete a um investimento a longo prazo, e contraria as expectativas cerebrais. (Lent, 2008)

Com efeito, é possível que os erros cometidos por lapso sejam justificados em termos do funcionamento cerebral, fato até então desconhecido pela grande parte dos professores de matemática, já que não existe na formação inicial, e nem na continuada, uma atualização em termos de considerar a Neurociência Cognitiva como ciência nuclear da aprendizagem humana. (Fonseca & Santos, 2012)

Talvez, um novo formato para apresentação de tarefas matemáticas pudesse indicar as recompensas imediatas esperadas pelo cérebro. Na sequência serão explorados esses elementos, mas optou-se por deixar, até essa parte do texto, um exemplo para alimentar as expectativas dos leitores, exposto no Quadro 2, que é uma tarefa do tipo *calcular* o seno de um ângulo em um triângulo retângulo e seus objetivos em relação à ativação do mecanismo *top-down*.

[2] Substância química ($C_{10}H_{12}N_2O$) também conhecida como neurotransmissor responsável pela sensação e regulação do humor, sono, apetite etc (Kandel, 2000).

Quadro 2: Proposta da apresentação de tipos de tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional *top-down*

Seja T_1: *"Calcular o sen β em um triângulo retângulo ABC"*, objetivando:

- mobilizar o amadurecimento cerebral da atenção;
- potencializar a crítica e julgamento fora do meio escolar;
- auxiliar na tomada de decisão na vida cotidiana;
- exercitar a velocidade de raciocínio;
- fixar na MLP a noção de razão trigonométrica para evocar quando requisitada;

Mecanismo atencional *top-down* ativado:

- evocar o *não-ostensivo* figurativo: um triângulo retângulo (caso seja conhecido e emocionalmente aceito pelo cérebro);
- evocar os modos de fazer comparações entre lados de um triângulo retângulo considerando um certo ângulo interno desse triângulo (caso tenha aprendido e avaliado como necessário para sua própria existência: garantir uma vaga, onde a concorrência seja alta);
- evocar as nomeações (noções) de seno, cosseno e tangente, decidindo pela que está em tela (caso tenha disponível em sua MLP).

Fonte: Os autores, a partir de Fonseca (2015)

Primeiramente, observa-se que esse tipo de tarefas T_1 constitui base do raciocínio trigonométrico que contribui para articular a geometria à álgebra por meio de relações resultantes entre lados e ângulos de um triângulo retângulo. Assim, pode-se avisar aos alunos que para erguer uma estrutura, um edifício, por exemplo, precisa construir uma base sólida. Tal raciocínio é análogo na matemática e em todas as áreas. Por isso, os tipos de tarefas precisam seguir uma hierarquia, apresentando-as das mais simples – onde são recrutados conceitos, definições e propriedades – até as mais complexas, em que não estejam evidentes pistas de como resolvê-las.

4 ANALISANDO OS ELEMENTOS MÍNIMOS PARA ATIVAR O MECANISMO ATENCIONAL *TOP-DOWN* EM UMA TAREFA TRIGONOMÉTRICA

Pode parecer insipiente decidir por revisitar a TAD, uma teoria já consolidada, para inquirir sobre o desenho ou propositura de uma tarefa matemática no meio escolar. Contudo, quando Chevallard (1992) instituiu sua teoria, não considera o esteio da Neurociência Cognitiva, sobretudo, o que para o funcionamento cerebral é essencial para a resolução de uma tarefa.

Conforme apresentado, um tipo de tarefas (T) precisa ser resolvido por uma ou um conjunto de técnicas (τ) que, por sua vez, estão apoiadas em tecnologias (θ) consagradas por uma teoria (Θ) que, quando obedece a essa hierarquia foram denominadas de Organização Praxeológica ($\wp$). Especificamente, a Neurociência Cognitiva não discutirá sobre as teorias (Θ), qualquer que seja o campo do saber, nem sobre as tecnologias (θ) associadas, pois resultam de construções epistemológicas estruturadas e que alicerçam todos os conhecimentos produzidos em uma área. Entretanto, sobre os tipos de tarefas e suas respectivas técnicas a Neurociência Cognitiva pode dispensar uma significativa contribuição já que a tarefa é formulada por um cérebro A (professor) que deverá dispor da existência de técnicas em outro cérebro B (aluno) para resolvê-la.

Dessa forma, Fonseca (2015) elenca alguns princípios relacionados à formação de MLP e que se entendeu, neste artigo, serem essenciais ao conhecimento do professor ou daquele que irá elaborar uma tarefa, visando que o aluno venha a se interessar por ela. Estes se apresentam no Quadro 3.

Quadro 3: Requisitos mínimos para a elaboração de tipos de tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional *top-down*

(a) Exista estímulo sensorial potencialmente significativo; (b) Estímulos sensoriais devem ser estruturados e apresentados considerando-se o desenvolvimento epistemológico das noções em jogo que sinalizará o sentido necessário para ativar o sistema límbico do cérebro; (c) Existam conhecimentos prévios na MLP; (d) Exista a articulação entre registros geométricos e algébricos; (e) Exista a manipulação de objetos ostensivos escriturais algébrico-trigonométricos que provoquem o exercício das funções cognitivas, *flexibilidade cognitiva* e *atenção*; (f) Respeito às etapas para formação de MLP na constituição e seleção de tarefas.

Fonte: Fonseca (2015, p. 422-423)

Tomando como axioma os indicadores delineados no Quadro 3 é oportuno esboçar tarefas que os reúnam e sinalizem a ativação do mecanismo atencional *top-down*. São as análises que seguem, começando pela tarefa t_1 exposta no Quadro 4.

Quadro 4: Tarefa t_1

t_1: Determinar os pontos máximo e mínimo da propagação sonora durante o carnaval de Salvador em 2020 medida pela função $f(x) = 1 + 2.\text{sen } 3x$ e observada pelo seu gráfico

Fonte: Elaborado pelos autores

Existem várias técnicas e tecnologias que, justificadas por uma teoria, podem solucionar a tarefa t_1. A exemplo, equacionar o problema usando a expressão que define a função e os valores limites de variação da senoide para encontrar os pontos máximo e mínimo pedidos, ou esboçar o gráfico da função e analisar os pontos máximos e mínimos da propagação sonora no gráfico. No entanto, qual a técnica mais econômica e quais as *condições e restrições* a considerar? Como se trata de uma função seno, antes de selecionar a técnica (τ) há de evocar, a partir dos *ostensivo*s máximo e mínimo, os *não ostensivos* conceitos a eles associados sobre a variação da senoide, ou seja, os limites –1 e 1 associados ao mínimo e máximo, respectivamente.

Analisando t_1 sob a grade de referência estruturada por Fonseca (2015) temos as evidências destacadas no Quadro 5.

Quadro 5: Aplicação da análise dos requisitos em t_1 para a elaboração de tipos de tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional *top-down*

Requisito/Quadro 3	Evidências em t_1
(a)	✓ O som é um estímulo sensorial auditivo;
(b)	✓ A propagação de ondas sonoras impulsionou o estudo das funções circulares;
(c)	✓ Espera-se que o aluno tenha conhecimento da trigonometria no triângulo retângulo, bem como de funções circulares;
(d)	✓ Ao tentar esboçar o gráfico da função *f(x) = 1 + 2.sen 3x* perceberá a influência dos coeficientes da função para determinar os pontos de máximo e de mínimo;
(e)	✓ A fórmula de *f(x)* direciona os seguintes objetos ostensivos: a função é circular, espelha-se com a função *f(x) = sen x,* o esboço de seu gráfico lembra uma "onda" denominada de senoide;
(f)	✓ De acordo com Kandel; Schwartz e Jessel (2000), para a formação de MLP se faz necessário ativar a seguinte hierarquia neurocognitiva: sensação (o barulho do som no carnaval de Salvador), percepção (o sentido que se dá em nível nacional o carnaval de salvador), emoção (alegria), memória de trabalho (busca por analogias nas funções circulares), atenção (decisão por enfocar na resolução da tarefa).

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao tempo em que se verificou a existência dos seis elementos apontados por Fonseca (2015), observou-se também as técnicas que podem ser manipuladas para a resolução de t_1. E assim, observam-se os mecanismos atencionais mobilizados para a resolução da tarefa, respeitando a hierarquia do modelo posto.

Desse modo, explanaremos essa análise para mais duas tarefas trigonométricas do livro didático de Dante (2016). Analisando-o no que se refere à trigonometria, observamos que esse tipo de tarefa que envolve várias técnicas para a sua resolução aparece no capítulo *Senoides*, o último da unidade *Trigonometria*. Observa-se uma obediência à hierarquia de dificuldade na apresentação das tarefas. São tarefas que envolvem fenômenos periódicos, oscilatórios, como as tarefas t_2 e t_3 que analisaremos neste texto e trazem no registro escritural diferentes *ostensivos*.

As praxeologias matemáticas das atividades analisadas no livro didático de Dante (2016) são do tipo pontual que, de acordo Chevallard (2002), são praxeologias construídas em torno de um determinado tipo de tarefas, ou seja, P = [T, τ, θ, Θ].

Assim, a Neurociência Cognitiva cumpre suas contribuições e sinaliza uma aproximação ao campo da Didática da Matemática, via TAD, quando justifica em nível neuroquímico os comportamentos esperados dos alunos diante de uma tarefa matemática que, em boa parte das listas de exercícios – vislumbrada pela prática dos autores – são abandonadas justamente por não conseguirem atrair o funcionamento atencional *top-down*.

(FGV-SP) Um supermercado, que fica aberto 24 horas por dia, faz a contagem do número de clientes na loja a cada 3 horas. Com base nos dados observados, estima-se que o número de clientes possa ser calculado pela função trigonométrica $f(x) = 900 - 800\,\text{sen}\left(\frac{x \cdot \pi}{12}\right)$, onde $f(x)$ é o número de clientes e x, a hora da observação (x é um inteiro tal que $0 \leq x \leq 24$). Utilizando essa função, a estimativa da diferença entre o número máximo e o número mínimo de clientes dentro do supermercado, em um dia completo, é igual a:

a) 600.
b) 800.
c) 900.
d) 1500.
e) 1600.

Figura 1: Tarefa t_2 extraída do Livro Didático *Matemática: Contexto e Aplicações*
Fonte: Dante (2016, p. 49)

A tarefa t_2 (Figura 1) é de determinar a estimativa da diferença entre o mínimo e o máximo de clientes a partir de uma lei de formação; a técnica (τ) esperada é que, a partir da lei de formação, determine o valor mínimo e em seguida o valor máximo pela lei de formação, finalizando com a diferença entre eles; esta técnica (τ) está justificada pela tecnologia (θ) de funções seno e cosseno, dentro da teoria (Θ) de funções trigonométricas.

Pela hierarquia de apresentação das tarefas adotadas por Dante (2016), surgem no final do capítulo, como exercício resolvido, as tarefas t_2 e t_3 que aqui destacamos. Presumimos que esta hierarquia se construiu pelas relações que as tarefas exigem para a sua resolução e assim apresentam um nível de dificuldade maior. As tarefas selecionadas para análise trazem em seus contextos situações reais, facilmente rememoráveis a um adolescente, e uma riqueza de *ostensivos* que podem levá-lo a evocar modos de resolução a partir do que dispõe em sua MLP, fixando outras noções, outros conceitos importantes na construção do conhecimento matemático trigonométrico nos diferentes contextos onde esta teoria possa viver e estabelecer relações que levem à construção do conhecimento.

Em t_2 há uma variedade de *ostensivos*, como os registros escritural fracionário, algébrico e simbólico. Espera-se que os *ostensivos* presentes na tarefa evoquem *não ostensivos* a eles associados, como valores de π, conceitos de cálculo algébrico, de equação e o domínio da função. E tal como em t_1, há em t_2 mais de uma técnica que pode solucionar o problema e os mesmos limites a considerar de mínimo e máximo no cálculo do número de clientes, ou seja, o intervalo [-1; 1] de variação da senoide. Há de se considerar para a sua resolução, se ativado o mecanismo da atenção, a *restrição* que traz em seu contexto em tratar de contagem de números de clientes e os limites da variável *horas* em um dia (x) ser inteiros positivos.

Analisando t_2 sob a grade de referência estruturada por Fonseca (2015), podemos sistematizar tais informações no modelo do Quadro 6.

Quadro 6: Aplicação da análise dos requisitos em t_2 para a elaboração de tipos de tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional *top-down*

Requisito/Quadro 3	Evidências em t_2
(a)	✓ Para a sua resolução há de evocar objetos *não ostensivos* através do mecanismo atencional *top-down* no que se refere às restrições numéricas, assim f(x) é um valor inteiro por se tratar de número de pessoas e $0 \leq x \leq 24$ por se tratar de horas do dia;
(b)	✓ Para a sua resolução há necessidade de conhecimento de funções circulares e seu gráfico, domínio, imagem e período;
(c)	✓ Para esboçar o gráfico da função $f(x) = 900 - 800.\text{sen}\left(\frac{x\,.\,\pi}{12}\right)$ perceberá a influência dos coeficientes da função para determinar os pontos de máximo e de mínimo, restringindo-se à condição do período da senoide [-1; 1];
(d)	✓ A fórmula de f(x) direciona os seguintes objetos ostensivos: a função é circular, espelha-se com a função f(x) = sen x, o esboço de seu gráfico lembra uma "onda" denominada de senoide;
(e)	✓ Existe uma articulação entre os registros de representação simbólicos, algébricos e geométricos, com a construção da senoide a partir dos *ostensivos* disponibilizados no problema;
(f)	✓ Atende ao que coloca Kandel et al. (2000), para a formação de MLP, ao obedecer uma hierarquia neurocognitiva: sensação (de estar em um supermercado), percepção (de algo que lhe é comum e ao mesmo tempo imperceptível enquanto tarefa matemática), emoção (alegria

	de se colocar no contexto), memória de trabalho (busca por analogias nas funções circulares), atenção (decisão por enfocar na resolução da tarefa).

Fonte: Elaborado pelos autores

Tal como a função seno, a função cosseno possui características circulares, que tem um período a considerar e que influencia na resolução de problemas quando o contexto envolve objetos *ostensivos*. Vejamos um exemplo envolvendo função cosseno e um contexto real na Figura 2.

(UCS-RS) A pressão arterial P (em mmHg) de uma pessoa varia, com o tempo t (em segundos), de acordo com a função definida por $P(t) = 100 + 20\cos(6t + \pi)$, em que cada ciclo completo (período) equivale a um batimento cardíaco. Considerando que $19\pi \simeq 60$, quais são, de acordo com a função, respectivamente, a pressão mínima, a pressão máxima e a frequência de batimentos cardíacos por minuto dessa pessoa?

a) 80, 120 e 57. b) 80, 120 e 60. c) 80, 100 e 19. d) 100, 120 e 19. e) 100, 120 e 60.

Figura 2: Tarefa t_3 extraída do Livro Didático *Matemática: Contexto e Aplicações*
Fonte: Dante (2016, p. 50)

A tarefa t_3 é do tipo encontrar o valor mínimo da pressão, o valor máximo e a frequência cardíaca por minuto de uma pessoa a partir da lei de formação dada; a técnica (τ) esperada é determinar em uma função cosseno seu valor máximo e mínimo e associar à pressão arterial, em seguida encontrar a frequência cardíaca observando o período da função; essa técnica está justificada pela tecnologia (θ) de funções seno e cosseno e suas características, dentro da teoria (Θ) de funções trigonométricas.

Analisando t_3 sob a grade de referência estruturada por Fonseca (2015), tem-se as evidências destacadas no Quadro 7.

Quadro 7: Aplicação da análise dos requisitos em t_3 para a elaboração de tipos de Tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional *top-down*

Requisito/Quadro 3	Evidências em t_3
(a)	✓ Para a sua resolução há de evocar objetos *não ostensivos* através do mecanismo atencional *top-down* no que se refere às restrições numéricas, assim P(t) é um valor inteiro por se tratar de pressão arterial, *t* se mede em segundos e os batimentos são por minuto;
(b)	✓ Para a sua resolução há necessidade de conhecimento de funções circulares e seu gráfico, domínio, imagem e período da função;
(c)	✓ Para esboçar o gráfico da função *P(t) = 100 + 20.cos*$(6t + \pi)$ perceberá a influência dos coeficientes da função para determinar os pontos de máximo e de mínimo, restringindo-se ao período da cosenoide [-1; 1];
(d)	✓ A fórmula de *f(x)* direciona os seguintes objetos *ostensivos*: a função é circular, espelha-se com a função *f(x) = cos x,* o esboço de seu gráfico lembra uma “onda” denominada de cosenoide;

(e)	✓ Existe uma articulação entre os registros de representação simbólicos, algébricos e geométricos, com a construção da cosenoide a partir dos *ostensivos* disponibilizados no problema;
(f)	✓ Atende ao que coloca Kandel et al. (2000), para a formação de MLP, ao obedecer uma hierarquia neurocognitiva: sensação (pulsar das veias), percepção (do próprio corpo), emoção (de lidar, conhecer o funcionamento do próprio corpo), memória de trabalho (busca por analogias nas funções circulares), atenção (decisão por enfocar na resolução da tarefa).

Fonte: Elaborado pelos autores

Verificou-se em t_3 a existência dos seis elementos apontados por Fonseca (2015), requisitos mínimos para ativação do mecanismo atencional *top-down* e observou-se também as técnicas que podem ser manipuladas para a sua resolução. E estas evidências nos mostram os caminhos para que a atividade matemática ocorra e em quais condições se tornam exequíveis as tarefas trigonométricas que aqui discutimos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matemática lida com objetos do conhecimento que nem sempre são acessíveis diretamente, os objetos *não ostensivos*, cujo acesso se dá por uma representação, através dos objetos *ostensivos* a eles associados e que constituem, na praxeologia descrita pela TAD, o saber fazer. E na manipulação de objetos *ostensivos* há uma provocação das funções cognitivas, como a *atenção*. Aqui investigamos tarefas trigonométricas quanto aos elementos que devem conter para ativarem o mecanismo atencional *top-down* e sua contribuição na construção do conhecimento matemático.

Com efeito, propusemos um diálogo entre a TAD e a Neurociência Cognitiva, por investigarem a natureza dos fenômenos da cognição que integram a atividade matemática. Elencamos tarefas do tipo calcular o seno do ângulo de um triângulo, calcular valores máximos e mínimos, frequências, que exigem evocar objetos *não ostensivos* como os conhecimentos prévios, as noções, definições, propriedades, além de episódios específicos disponíveis na MLP, capazes de solucioná-las. Assim, como coloca Kandel et al. (2000), tais tarefas tornam-se exequíveis quando são capazes de despertar no aluno sensações, percepções de algo que lhe é acessível pela MLP, tenham sentido e significado e que prendam a sua atenção. Para tanto selecionamos tarefas do contexto vivenciado pelo aluno, situações reais, e analisamos o potencial dessas tarefas em lhes despertar sentimentos e emoções, pelos princípios descritos na Neurociência Cognitiva.

Nesse sentido, observa-se que os elementos mínimos para delinear tarefas de funções trigonométricas por meio de mecanismos atencionais *top-dow* estão relacionados às situações que partem de um contexto real para esses alunos; que permitem a mobilização de diferentes ostensivos e não ostensivos; e que mobilizem componentes que despertem sua atenção. Estes elementos mínimos visam contemplar componentes cerebrais que favorecem a articulação dos estímulos sensoriais, a mobilização de diferentes *ostensivos* e *não ostensivos* para resolução de uma tarefa, bem como a articulação de diferentes registros de representação. E assim, respeitando a hierarquia trigonométrica das tarefas, alcançar-se-á os elementos caracterizados pelas exigências cerebrais, em especial, pelo restrito mecanismo *top-down.*

Destaca-se também a importância da TAD abordada neste estudo para a compreensão de relações institucionais, das *condições e restrições* e da análise da organização matemática dessas tarefas que funcionam como estímulos à atenção do aluno. O estudo do cérebro e como ele aprende faz-se necessário pois este tende a focalizar aquilo que lhe é interessante, significativo e estruturado. Metodologicamente precisamos fazer essa seleção de tipo de tarefas que despertem a atenção e o interesse do aluno.

Discutimos que as tarefas vivem na instituição, no entanto, cabe ao professor despertar o foco da atenção do aluno para esses *ostensivos* que podem evocar importantes conceitos (*não ostensivos)* presentes em sua MLP. Não se trata de transferir responsabilidades ao professor, mas sim discutir como a aprendizagem ocorre, sob quais circunstâncias, não focando apenas nos métodos de ensino.

É relevante ressaltar que, articulando elementos da TAD aos requisitos para a elaboração de tipos de tarefas trigonométricas visando ativar o mecanismo atencional top-down, conseguimos delinear tarefas capazes de despertar para a aprendizagem do conceito de funções trigonométricas. Possibilitar a mobilização de estímulos sensoriais e articulações de registros permite chamar a atenção dos sujeitos aprendizes, ao identificarem esses tipos de tarefas em livros didáticos.

REFERÊNCIAS

Almouloud, S. Ag. (2007). *Fundamentos da Didática da Matemática*. Curitiba: Ed. UFPR.

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble, v.9, n. 3, p. 281-308. Recuperado de: https://revue-rdm.com/bibliotheque/

Brasil. (2018). *BNCC – Base Nacional Curricular – Ensino Médio*. Brasília, DF. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br .

Bosch, M. & Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs objet d'etude et problematique. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, v. 19 (1), 77-124.

Chaachoua, H.; Bittar, M. (2016). A Teoria Antropológica do Didático: paradigmas, avanços e perspectivas. I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática - LADIMA. *Anais* ... Bonito – MS, [s.n.].

Chevallard, Y. (1982). Pourquoi la transposition didactique? Communication au Séminaire de didactique et de pédagogie des mathématiques de l'IMAG, Université scientifique et médicale de Grenoble. *Paru dans les Actes de l'année 1981-1982*. (pp.167-194). Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/

Chevallard, Y. (1991). *La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*. (pp. 73-11). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1994). Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique. IUFM et IREM d'Aix-Marseille. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Ostensifs_et_non-ostensifs.pdf

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v. 9(2), 221-266.

Chevallard, Y. (2002). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathematiques. *In*: *3es Journées d'Étude Franco-Québécoises*. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=62

Chevallard, Y. (2009). La notion de PER: problèmes et avancéss. Texto apresentado à IUFM de Toulouse. Recuperado de: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_notion_de_PER_problems_et_acancees.pdf.

Dante, L. R. (2016). *Matemática: contexto e aplicações*. Vol. 2. São Paulo: Ática, 2016.

Fonseca, L.; Samá, S.; Soares, K. & Pontes, L. (2017). Uma ecologia dos mecanismos atencionais fundados na neurociência cognitiva para o ensino de matemática no século XXI. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*. 1 (X), 19-30.

Fonseca, L. S. (2015). *Um estudo sobre o Ensino de Funções Trigonométricas no Ensino Médio e no Ensino Superior no Brasil e França* (Tese de Doutorado em Educação Matemática) Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo.

Fonseca, L. S. & Santos, A. C. (2012). Um estudo preliminar sobre a Neurociência Cognitiva nos cursos de Licenciatura em Matemática de Sergipe/Brasil: necessidades de incorporação de uma engenharia neurodidática. In: *EDUCOM*: USF.

Gazzaniga, M. S.; Ivry, R. B. & Mangun, G. R. (2006). *Neurociência cognitiva: A biologia da mente*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Herculano-Houzel, S. (2007). *Fique de bem com seu cérebro*. Rio de Janeiro: Editora Sextante.

Kandel, E; Schwartz, J. H. & Jessel, T. M. (2000). *Principles of Neural Science*. Nova York: McGraw-Hill.

Lent, R. (2008). *Neurociência da Mente e do Comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Posner, M. I. & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. In: *Annu Rev Neurosci,* v.13, 25-42.

Sternberg, R. J. (2010). *Psicologia Cognitiva*. São Paulo: Cengage Learing.

NOTAS

TÍTULO DA OBRA
Delineando tarefas de funções trigonométricas por meio do mecanismo atencional *top-down*

Laerte Silva da Fonseca
Doutor em Educação Matemática
Universidade Federal de Sergipe, PPGCIMA, São Cristóvão, Brasil
laerte.fonseca@uol.com.br
https://orcid.org/0000-0002-1825-0097

Márcia Azevedo Campos
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Brasil
azevedoxu@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-8255-758X

Eliane Santana de Souza Oliveira
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências
Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Exatas, Feira de Santana, Brasil
essoliveira@uefs.br
https://orcid.org/0000-0003-3981-1620

Endereço de correspondência do principal autor
Rua Leonel Curvelo, 117.
Cond. Residencial José Milton Machado, Torre “A”, apto 904.
Bairro Suissa. CEP: 49050-485
Aracaju – SE.

AGRADECIMENTOS
Não se aplica.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA
Concepção e elaboração do manuscrito: L. S. Fonseca, M. A. Campos, E. S. S. Oliveira, E. F. Carvalho, M. C. S. Barroso, T. C. Menezes.

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA
Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO
Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM
Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES
Não se aplica.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista
Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no Portal de Periódicos UFSC. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITOR – uso exclusivo da revista
Méricles Thadeu Moretti e Rosilene Beatriz Machado.

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista
Recebido em: 22-07-2021 – Aprovado em: 02-12-2021