

# PROPOSTA DE PROGRAMA DE AJUSTE NEUROFUNCIONAL PARA A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

## A PROPOSAL OF NEUROFUNCTIONAL ADJUSTMENT PROGRAM FOR MATHEMATICAL LEARNING

## PROPUESTA DE PROGRAMA DE AJUSTE NEUROFUNCIONAL PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO

\*Laerte Silva da Fonseca

\*\*Kleyfton Soares da Silva

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de estudantes do Ensino Médio Integrado de uma Instituição de Ensino Pública Federal quanto à aprendizagem de noções de trigonometria. Tratou-se de uma pesquisa qualitativa de cunho experimental conduzida em três estágios: análise prévia, intervenção e avaliação. A fundamentação teórica compreendeu principalmente as noções de Níveis de Funcionamento do Conhecimento, que serviu para delinear as tarefas matemáticas, e os princípios neurocognitivos associados à emoção (motivação), atenção e memória para a organização do contexto das tarefas. Considerou-se conceber e aplicar um conjunto de tarefas ecológicas, funcionais e didáticas – denominado programa de ajuste neurofuncional – para avaliar o desempenho dos estudantes em matemática, antes e após a intervenção. Foi possível concluir que houve aumento do desempenho dos estudantes quando as condições de aprendizagem valorizou princípios neuroeducativos relativos à emoção, atenção e memória, considerados durante a elaboração das tarefas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho Escolar; Treinamento Neurofuncional; Trigonometria.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos cenários nacional e internacional são inúmeras as pesquisas em torno da complexidade da aprendizagem em matemática. Mais especificamente, não tem sido difícil verificar dificuldades recorrentes dos alunos em questões voltadas à trigonometria (FONSECA, 2015).

A situação se torna mais difícil quando a prática repetitiva dos exercícios indicados nos livros didáticos ou em sala de aula não leva a um entendimento que permita alcançar as expectativas institucionais e pessoais. Assim, tendo em vista esses fatos, esta pesquisa<sup>1</sup> foi

---

\* Docente de Matemática do Instituto Federal de Sergipe (IFS/Aracaju-SE). Pós-doutor e Doutor em Educação Matemática (UNIAN/SP). Mestre em Educação. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br. ORCID: 0000-0002-0215-0606.

\*\* Docente de Química do Instituto Federal Goiano (IF Goiano - em Campos Belos/GO). Doutorando em Ensino de Ciências (USP). Mestre em Educação e em Ensino de Ciências e Matemática (UFS). E-mail: kley.soares@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-8526-961X.

<sup>1</sup> Agradecimentos: A Pró-reitoria de Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Sergipe (IFS) pelo financiamento desta pesquisa de iniciação científica júnior; aos bolsistas participantes Mizael N. Santos e Viviane Ruotolo; aos voluntários; ao Prof. MSc. Luciano P. da Silva pela colaboração.

**Nuances:** estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 30, n.1, p.75-91, Março/Dez., 2019. ISSN: 2236-0441. DOI: 10.32930/nuances.v30i1.6685.

delineada com vistas à verificação da aprendizagem de trigonometria antes e após uma intervenção didática, com base na aplicação de um Programa de Ajuste Neurofuncional (PAN).

Entende-se, nesta pesquisa, o PAN como uma sequência de ações visando à auto-regulação de funções cognitivas que participam do processo de aprendizagem. Dessa forma, concordamos com Peterson e Posner (2012) quando enfatiza que é possível desenvolver métodos de treinamento específicos que podem ser usados para influenciar as redes cerebrais envolvidas nos processamentos da atenção e memória, por exemplo.

Recorrer a essa ideia foi essencial para atuar na prevenção das disfunções do sistema nervoso central, tal como se faz na área de fisioterapia neurofuncional, conforme destacam Bertoldi, Israel e Ladewig (2011), para valorizar a atenção como função cognitiva na realização de tarefas motoras.

A pesquisa foi baseada em métodos experimentais, analisando-se os Níveis de Funcionamento do Conhecimento (NFC) em um exame aplicado a priori, seguido da implementação de um treinamento neurofuncional, e finalizada com a aplicação do exame a posteriori em alunos voluntários da 1ª série do Ensino Médio de uma Instituição Pública Federal.

Comparando-se os resultados nos dois exames, desenvolvido sob o crivo dos NFC propostos por Robert (1997, 1998), observou-se que os efeitos do treinamento neurofuncional contribuíram para aumentar a aprendizagem em trigonometria.

## **2. A APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA**

O desenvolvimento da aprendizagem matemática tem se apresentado, ao longo da escolaridade, como uma marca de declínio acadêmico. Premissa essa justificada nas pesquisas de Fonseca (2002, 2011) quando especificou a trigonometria como noção matemática que mais realça o baixo rendimento na disciplina.

Tal temática desperta a curiosidade de pesquisadores há algum tempo. Briguenti (1994, 1998) aponta que uma das possíveis causas da dificuldade de aprendizagem em trigonometria repousa sobre o fato da ausência de articulação com conceitos pré-existentes. Nesse caso, as noções de ângulo e de proporcionalidade.

Para Mendes (2001), a forma mecânica apresentada nos livros didáticos e endossada pelas práticas docentes são outros fatores que podem alicerçar certa aversão ao estudo da trigonometria. Esse pensamento é reforçado por Silva (2005) quando aponta que as relações

trigonométricas no triângulo retângulo (TTR) são desprovidas de significado para os alunos. Para Borges (2009), essa lacuna implica na transição da TTR para a trigonometria circular (TC).

Por essas razões, Lobo da Costa (1997) acentua que ausências de superação das dificuldades em tela impactam na compreensão da passagem algébrica para geométrica quando os alunos, no Ensino Médio, precisarem traçar gráficos das funções seno e cosseno, por exemplo.

Enquanto professor de matemática, Miashiro (2013) relata que a transição entre a TTR e a TC pode ser justificada no uso das unidades de medidas, pois enquanto na primeira utiliza-se o “grau”, na segunda aplica-se o “radiano”, que sem a compreensão das devidas equivalências geram deformações conceituais, erros e dúvidas na aprendizagem dessas noções.

Esse rol de apontamentos mobilizou esforços para que no presente estudo fosse desenvolvido um treinamento neurofuncional a fim de melhorar o desempenho dos estudantes em trigonometria, prevenindo-os de possíveis fracassos ao estudarem as funções circulares seno e cosseno, por exemplo.

### **3. NÍVEIS DE FUNCIONAMENTO DO CONHECIMENTO**

Na perspectiva de Robert (1997, 1998), para mobilizar os conhecimentos matemáticos na sala de aula é necessário que as tarefas apresentadas aos alunos sejam planejadas respeitando-se uma hierarquia, pois segundo essa autora o acúmulo de conhecimentos prévios auxilia na transição entre os níveis de desafios que são apresentados, tanto nos livros didáticos como nas aulas de matemática.

Essa pesquisadora francesa frisou que, para o conhecimento ser estabelecido e possível de ser evocado, os alunos precisam inicialmente compreender as noções, conceitos, definições, teoremas, propriedades e fórmulas de um conteúdo matemático.

Na ordem que segue, Robert (1997, 1998) denominou os Níveis de Funcionamento do Conhecimento de nível técnico (NT), que corresponde ao uso e aplicação das definições; nível mobilizável (NM), que considera as definições, propriedades, teoremas; e nível disponível (ND), que utiliza-se dos níveis anteriores sem que exista características das noções em jogo na tarefa proposta.

A autora também admite que, se não for desenvolvido um trabalho significativo em cada um desses níveis, dificilmente ocorrerá a transição esperada para o nível subsequente. Dessa forma, planejamentos bem delineados podem levar os alunos a alcançarem o ND, também

compreendido como o máximo esperado pela aprendizagem matemática dos conteúdos da Educação Básica.

#### **4. A MOTIVAÇÃO ENQUANTO PRINCÍPIO NEUROEDUCATIVO PARA A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA**

Quando se fala em aprendizagem escolar torna-se intuitiva a evocação da noção de motivação. Afinal, a procura pelo equilíbrio desse estado emocional deve ser um dos principais objetivos do estudante, que geralmente cria expectativas na atuação do professor visando tornar-se mais motivado a aprender. Lefrançois (2008, p. 367) enfatiza que “[...] os professores estão entre as mais importantes fontes de ativação-indução de estímulo para os estudantes”.

O conceito de motivação aqui discutido refere-se a uma “força consciente ou inconsciente que incita a pessoa a agir ou, algumas vezes, a não agir” (LEFRANÇOIS, 2008, p. 339). Segundo Hebb (1958), o comportamento humano varia de acordo com a intensidade de ativação da motivação, que tende a ser regulada para um nível dito ótimo. A ansiedade e letargia, por exemplo, seria os dois extremos relativos aos níveis alto e baixo de motivação, respectivamente.

A motivação está associada às necessidades humanas, tendo em vista que o impulso (anseio) gerado pela falta (necessidade) pode levar a um comportamento que visa satisfazer a necessidade e eliminar o impulso (LEFRANÇOIS, 2008). Assim, a motivação pode se configurar em um estado emocional propulsor de satisfação de necessidades.

Em face da hierarquia de Maslow (1970) extrai-se que a necessidade cognitiva (de conhecimento) só pode ser alcançada quando as necessidades fisiológicas (comida e bebida) estão satisfeitas. Parte desse pressuposto a preocupação e intento desta pesquisa em olhar para a questão da relação harmônica corpo-mente-cérebro, condição *sine qua non* para se desenvolver a consciência sobre si mesmo, cujas orientações para buscar a homeostase incluem o equacionamento de ações como: controlar a respiração; controlar a hidratação corporal; ingerir nutrientes essenciais para o bom funcionamento do cérebro, como o potássio, importante para a manutenção do fluido intracelular em circuitos neuronais; regular o sono, importante para a consolidação de memórias.

Nesse sentido, ao considerar o contexto da sala de aula, como as ações do professor poderiam regular os níveis de motivação do estudante para propiciar uma aprendizagem efetiva?

Com o objetivo de planejar as atividades descritas na metodologia, complementarmente às discussões acerca da motivação, amparou-se em princípios neuroeducativos a partir de

Cosenza e Guerra (2011), entendendo-os como requisitos para uma aprendizagem baseada em formação de memórias duradouras:

1. Existência de significado: estabelecimento de relações com o cotidiano.
2. Envolvimento em atividades práticas: interação entre os alunos.
3. Estabelecimento de metas.
4. Organização do ambiente: eliminar estímulos distratores.
5. Uso da novidade e do contraste para a captura da atenção. (SILVA, 2018, p. 71).

Os princípios elencados acima são compatíveis com o que Lefrançois (2008) chama de argumento em prol do significado, da variedade e da intensidade das apresentações na sala de aula. Tais atributos são necessários para a ativação emocional e, conseqüentemente, do comportamento do estudante, que pode ser entendido do ponto de vista da neurociência cognitiva, quando revela as exigências neurocognitivas para o procesamento das informações.

O processamento das informações ambientais é realizado por um conjunto de estruturas neuronais localizadas no encéfalo, que amadurecem a partir das experiências sensoriais do indivíduo (KANDEL, 1991). Mostrar a necessidade de considerar as expectativas neurocognitivas para um desenvolvimento saudável ou típico tem sido um desafio das ciências cognitivas. Para tanto, uma possibilidade de tornar possível esse objetivo é tentar introduzir na prática escolar algumas porções de informações sobre o cérebro e o funcionamento de suas funções cognitivas.

Dentre essas funções cognitivas são solicitadas em todas as disciplinas escolares a atenção, percepção, memória e as funções executivas. No entanto, existem outras funções que não são valorizadas no meio escolar, porém são gatilhos para as já mencionadas: sensação e emoção, por exemplo.

Para Lent (2002), a emoção está na base mais primitiva do funcionamento humano. Nela reside o medo, a agressividade e o prazer que são controlados por operações distintas do pensamento lógico, cálculo mental e resolução de problemas que, sem dúvida, requisitam atenção e memória simultaneamente.

Anatomicamente, as emoções são reguladas pelo sistema límbico, região da face medial entre os hemisférios direito e esquerdo, e do diencéfalo (GAZZANIGA *et al.*, 2006). Esse sistema é constituído de subestruturas ou regiões com funções específicas. Por exemplo, a amígdala é responsável pelo controle das reações emocionais. Quando avaliadas como positivas ou prazerosas, comunica ao núcleo accumbens a necessidade de dirigir a atenção e evocar memórias existentes para o conhecimento e compreensão de uma determinada noção.

Para Cosenza e Guerra (2011), essa comunicação interneuronal, quando em estado de homeostase, possibilita que mecanismos atencionais atuem em favor dos princípios apontados por Silva (2018).

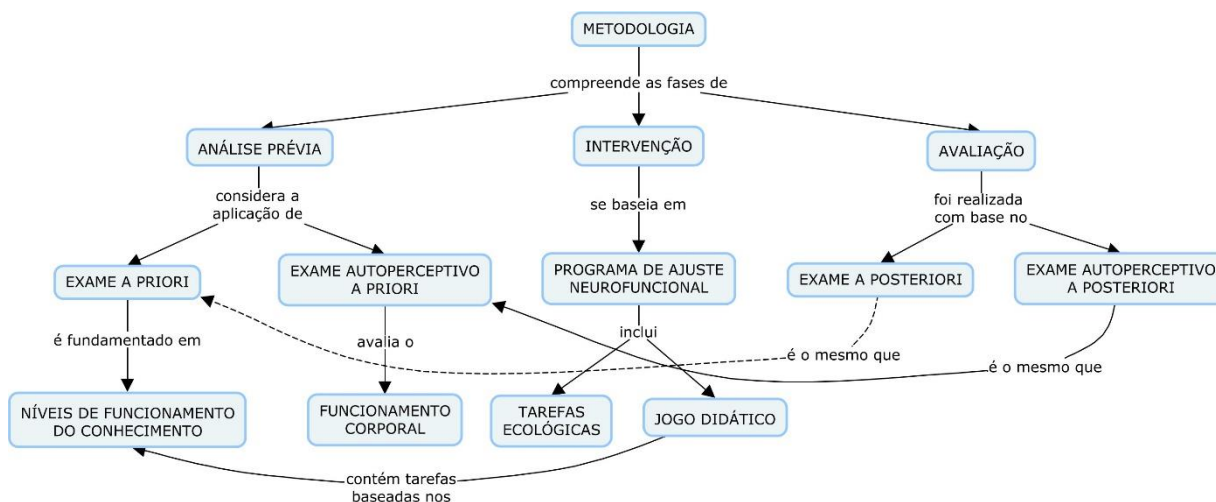
Diante do exposto, o constante exercício ou treinamento neurofuncional pode atuar de forma incisiva na autoregulação da emoção, atenção e memória com vistas ao sucesso esperado na aprendizagem trigonométrica, por exemplo.

Disto resultou um entendimento do que é mínimo considerar para alcançar, teoricamente (o ideal), a homeostase das necessidades básicas do corpo humano.

## 5. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos (Figura 1) foram conduzidos em três estágios: 1) análise prévia; 2) intervenção; 3) avaliação.

**Figura 1 – Mapa conceitual dos estágios da pesquisa**



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 5.1 ANÁLISE PRÉVIA

Neste estágio foi possível levantar os conhecimentos prévios de cinco estudantes do primeiro ano do Ensino Médio<sup>2</sup>. Para isso, dois instrumentos foram concebidos e aplicados para sondar o estado inicial e final dos voluntários. O primeiro, denominado exame autoperceptivo, objetivou identificar a percepção dos participantes sobre si mesmos, questionando-os sobre o controle pessoal atual de cinco variáveis importantes para um bom funcionamento corporal: qualidade do sono, consciência da respiração, prática de alongamentos, consumo de banana,

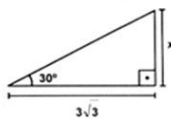
<sup>2</sup> No total foram 11 voluntários que assinaram um termo de participação com a ciência dos seus responsáveis. No entanto, apenas 5 permaneceram até o final da pesquisa.

consumo de água. A escala de resposta para cada variável foi de “1” (ausência) a “6” (totalidade).

Em seguida, incrementou-se um exame a priori contendo dez tipos de tarefas trigonométricas baseado nos níveis de funcionamento do conhecimento teorizados por Robert (1997, 1998), que, a título de exemplificação, considerou os três níveis mostrados na Figura 2. O exame contém cinco tarefas no NT valendo 0,5 pontos cada, três no NM (sendo duas valendo 1,0 e uma 1,5 pontos), e duas no ND valendo 2,0 pontos.

**Figura 2 – Tipos de tarefas relacionadas no exame a priori sobre trigonometria**

**tipo de Tarefa/NT:** Calcular x:



**tipo de Tarefa/NM:** Do alto de um farol, cuja altura é de 20 m, avista-se um navio sob um ângulo de 30°. A que distância, aproximadamente, o navio se encontra do farol?

**tipo de Tarefa/ND:** A rua Tenório Quadros e a avenida Teófilo Silva, ambas retilíneas, cruzam-se conforme um ângulo de 30°. O posto de gasolina Estrela do Sul encontra-se na avenida Teófilo Silva a 4 000 m do citado cruzamento. Portanto, determine em quilômetros, a distância entre o posto de gasolina Estrela do Sul e a rua Tenório Quadros?

**Fonte:** Elaborado pelos autores (Tarefa/ND extraída de exame aplicado pelo CEFET-PR).

## 5.2 INTERVENÇÃO

Após a análise prévia foi entregue a cada participante uma planilha de controle individual (Figura 3) denominada Programa de Ajuste Neurofuncional (PAN), em que registrou-se a frequência da prática de seis tarefas ecológicas para alcançar a homeostase de necessidades básicas do corpo humano. Adicionalmente, disponibilizou-se um manual de instruções para a realização de tarefas ecológicas (Quadro 1) baseadas em princípios neurofuncionais para o desenvolvimento de hábitos reparadores da saúde física e mental (SCHENKMAN *et al.*, 2016). Os registros dos estudantes foram acompanhados por um período de três meses.

**Figura 3 – Programa de Ajuste Neurofuncional entregue aos participantes**

PROGRAMA AJUSTE NEUROFUNCIONAL		Fase 1 – adaptação: 30 dias																								Frequência					
		1ª Semana						2ª Semana						3ª Semana						4ª Semana											
		Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5						
03 minutos de respiração profunda, sendo: 1' manhã, 1' tarde e 1' noite																															
02 litros (no mínimo) de água/dia, sendo: 300 ml em jejum ao acordar e 300 ml ao deitar																															
02 bananas/dia (manhã e tarde)																															
03 alongamentos/dia de 15 minutos, sendo: 5' manhã, 5' tarde e 5' noite																															
08 h de sono/dia. Ex.: de 21:45h às 5:45h																															
Funções Cognitivas		S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E

PROGRAMA AJUSTE NEUROFUNCIONAL		Fase 2 – percepção de resultados: 60 dias																								Frequência					
		1ª Semana						2ª Semana						3ª Semana						4ª Semana											
		Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5						
03 minutos de respiração profunda, sendo: 1' manhã, 1' tarde e 1' noite																															
02 litros (no mínimo) de água/dia, sendo: 300 ml em jejum ao acordar e 300 ml ao deitar																															
02 bananas/dia (manhã e tarde)																															
03 alongamentos/dia de 15 minutos, sendo: 5' manhã, 5' tarde e 5' noite																															
08 h de sono/dia. Ex.: de 21:45h às 5:45h																															
Funções Cognitivas		S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E

PROGRAMA AJUSTE NEUROFUNCIONAL		Fase 3 – manutenção: 90 dias																								Frequência					
		1ª Semana						2ª Semana						3ª Semana						4ª Semana											
		Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5	Data:	1	2	3	4	5						
03 minutos de respiração profunda, sendo: 1' manhã, 1' tarde e 1' noite																															
02 litros (no mínimo) de água/dia, sendo: 300 ml em jejum ao acordar e 300 ml ao deitar																															
02 bananas/dia (manhã e tarde)																															
03 alongamentos/dia de 15 minutos, sendo: 5' manhã, 5' tarde e 5' noite																															
08 h de sono/dia. Ex.: de 21:45h às 5:45h																															
Funções Cognitivas		S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E	S	E	P	A	M	E

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda: S = Sensorial, E = Emocional, P = Perceptivo, A = Atencional, M = Memória, E = Execução.

**Quadro 1 – Instrução para a realização de tarefas ecológicas**

TREINO NEUROFUNCIONAL DIÁRIO	
Corpo	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>03 minutos de respiração profunda, sendo: 1' manhã, 1' tarde e 1' noite;</li> <li>02 litros (no mínimo) de água/dia, sendo: 300 ml em jejum ao acordar e 300ml ao deitar;</li> <li>02 bananas/dia (manhã e tarde);</li> <li>03 alongamentos/dia de 15 minutos, sendo: 5' manhã, 5' tarde e 5' noite;</li> </ul> <p>08 h de sono. Ex.: de 21:45 h às 5:45 h;</p>
Cérebro	
Funções cognitivas	Tarefas
SEG: 5' de experiências SENSORIAIS (S);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tomar banho com os olhos fechados;</li> <li>- pentear os cabelos invertendo as mãos;</li> <li>- experimentar sabores ainda não conhecidos;</li> <li>- identificar aromas a partir de frutas naturais.</li> </ul>
TER: 5' de experiências emocionais (E);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lembrar-se de momentos marcantes de sua vida;</li> <li>- escrevê-los com o máximo de detalhes possíveis;</li> <li>- anotar suas emoções diariamente;</li> <li>- relacionar seus pensamentos as suas emoções;</li> <li>- perceber quais mudanças ocorrem em seu corpo durante uma emoção.</li> </ul>
QUA: 5' de experiências perceptivas (P);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- olhar para um determinado foco e tentar perceber elementos não visíveis diretamente;</li> <li>- usar um órgão do sentido diferente para perceber objetos de naturezas incompatíveis.</li> </ul>
QUI: 5' de experiências atencionais (A);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fazer palavras cruzadas;</li> <li>- contar números em ordem decrescente;</li> <li>- escolher uma atividade que lhe dê prazer e executá-la;</li> <li>- jogar vídeo game;</li> <li>- fazer meditação.</li> </ul>



SEX: 5' de experiências mnemônicas (M);	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fazer uma lista mental de compras de dez materiais e tentar conseguir adquirir todos os itens;</li> <li>- arrumar suas roupas em certa ordem e pegá-las sem observar onde estão;</li> <li>- brincar de jogo de memória;</li> <li>- lembrar-se de fatos importantes da sua vida escolar e contar para alguém.</li> </ul>
SÁB: 5' de experiências executivas (raciocínio) (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organizar a sua casa;</li> <li>- preparar um ambiente para receber amigos e jogar cartas;</li> <li>- montar quebra-cabeças.</li> <li>- jogar xadrez.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

O conjunto de treinamentos sugerido no PAN foi dividido em três etapas, ambas com duração de quatro semanas. Em todas as etapas os participantes eram desafiados a realizar em suas rotinas diárias algumas tarefas ecológicas que previam auxiliar no alcance de sua homeostase corporal. São elas: comer uma banana/dia; ingerir dois litros de água/dia; dormir oito horas de sono/dia; realizar três alongamentos de quinze minutos/dia (divididos em: cinco/manhã, cinco/tarde e cinco/noite); realizar três minutos de respiração profunda/dia (tendo o tempo total de três minutos para cada vez).

Dessa forma, essas tarefas se repetiram por noventa dias consecutivos, com o intuito de aprimorar uma técnica, bem como contribuir para melhorar a performance em trigonometria.

A intervenção didática consistiu, principalmente, da implementação de um jogo didático de trigonometria (Figura 4), concebido, confeccionado e com previsão de oito aplicações durante os dois últimos meses da pesquisa.

**Figura 4 – Visão geral do jogo didático de trigonometria**

tipos de Tarefas/NT	Respostas dos tipos NT	<b>Recompensa:</b> A foto de uma PRAIA como reflexo do do temperamento FLEUMÁTICO quando escolhido o tema NATUREZA

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Privilegiou-se a análise das concepções dos estudantes, dificuldades e obstáculos que caracterizam o desenvolvimento das noções de trigonometria rerepresentadas na 1ª e 2ª séries do Ensino Integrado.

As regras do jogo são como segue: inicia-se escolhendo uma dentre as quatro temáticas (Figura 5) que o aluno mais se identifica. Em seguida, escolhe uma das opções da coluna à esquerda (perfil). O aluno recebe três baralhos (quebra-cabeça) com tarefas trigonométricas para cada NFC. O baralho do NT contém 25 tarefas, o do NM contém 16 tarefas, o do ND contém 9 tarefas.

**Figura 5 – Ficha de temperamentos para incentivar o início da atividade**

TEMÁTICAS	Comidas		Natureza		Tecnologia		Laser	
TEMPERAMENTOS	PERFIL	Prato principal	PERFIL	Animal principal	PERFIL	Objeto principal	PERFIL	Tipo principal
SANGUÍNEO	Come de tudo	CHURRASCO	Adora comunicação	GATO	Vive o presente	MICROFONE	Pessoas	BALADAS
COLÉRICO	Repete o cardápio	SALADAS	Adora desafios	LEÃO	Curioso	COMPUTADOR	Movimento	ESPORTES
MELANCÓLICO	Aprecia comer	ELABORADOS	Adora perfeição	ÁGUIA	Investigações	LABORATÓRIOS	Artes	EXPOSIÇÕES
FLEUMÁTICO	Come bem devagar	FRUTOS DO MAR	Adora rotinas	BOI	Gosta de ouvir	POLTRONA	Natureza	PRAIA

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

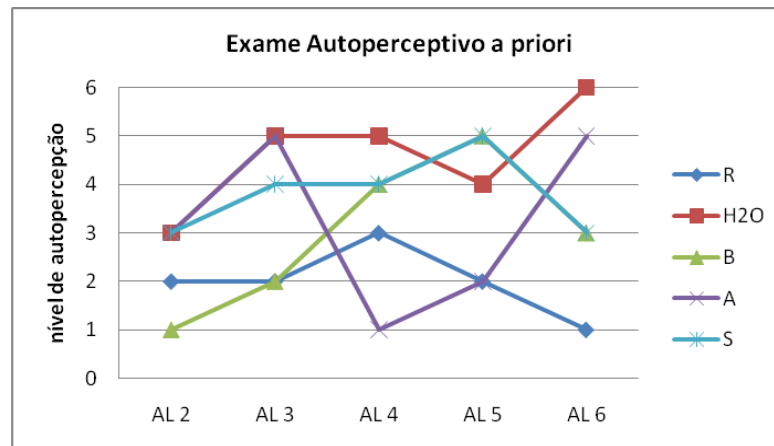
À medida que o aluno responde a tarefa, ele vira a carta para descobrir uma parte do quebra-cabeça. Ao completar no mínimo quatro tarefas do baralho, o aluno ganha uma tentativa para sugerir o tema do quebra-cabeça e partir para a próximo nível. Caso erre, ele escolhe mais uma carta, resolve a questão e ganha mais uma tentativa. Segue-se dessa maneira até 7 tentativas, quando o aluno deverá migrar para o próximo baralho.

Por se tratar de um treinamento, o aluno precisa ser avisado sobre a possibilidade de mediação por parte do professor para auxiliar na resolução das tarefas.

## 6. AVALIAÇÃO – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do exame autoperceptivo a priori mostram que os participantes se auto avaliaram negativamente principalmente quanto à variável “respiração (R)” (Figura 6).

Figura 6 – Resultado do Exame Autoperceptivo a priori

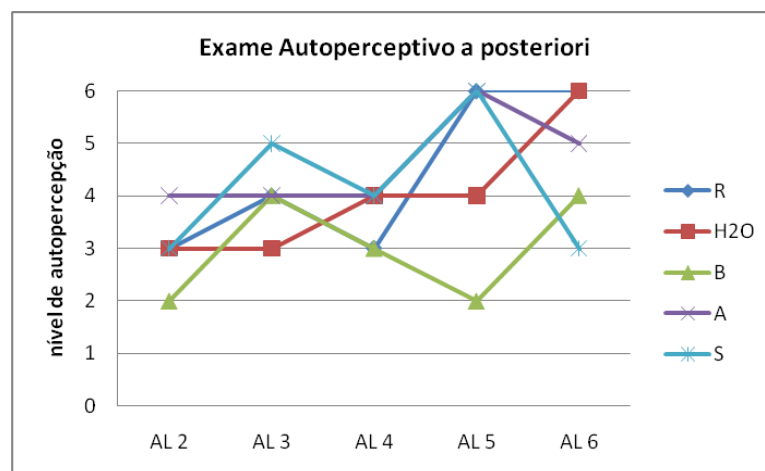


Fonte: Elaborado pelos autores (dados da pesquisa<sup>3</sup>)

O controle da respiração é uma prática recomendada para se estabelecer o equilíbrio entre a taxa de consumo de oxigênio e o funcionamento do organismo. Assim, no contexto da escola, a busca pela homeostase do organismo humano deveria ser requisito para a aprendizagem. Sobre a respiração, por exemplo, Chedid, Di Francesco e Junqueira (2004) concluíram em sua pesquisa que existe correlação estatística entre respiração oral e aprendizagem, o que os levou a sugerir que profissionais da educação orientem os pais de estudantes quanto a distúrbios da respiração, desde os estágios pré-escolares.

Nota-se pelo resultado do exame autoperceptivo a posteriori (Figura 7) que os alunos aumentaram suas avaliações em todos os itens. A variável “banana (B)” obteve a menor classificação dos participantes.

Figura 7 – Resultado do Exame Autoperceptivo a posteriori



Fonte: Elaborado pelos autores (dados da pesquisa).

<sup>3</sup> Embora onze alunos tenham participado do exame autoperceptivo e do exame a priori, decidiu-se apresentar os dados dos cinco que concluíram a pesquisa.

Extrai-se dos resultados que o consumo de banana pode não ter sido reportado com frequência por motivos pessoais tais como a falta de bem-estar ao ingerir esse alimento, bem como a inviabilidade de tê-lo à disposição durante todo o período da pesquisa. A escolha da “banana” como fonte de potássio se deu devido ao seu baixo custo.

Identificou-se dificuldades na implementação do programa de ajuste neurofuncional devido às condições de monitoramento e controle. Por exemplo, alunos reportaram esquecimento e indisposição para a realização das atividades ao longo dos três meses de treinamento. O treinamento requer disciplina, a mudança de hábitos sem que o sujeito esteja convencido da sua importância é uma tarefa difícil.

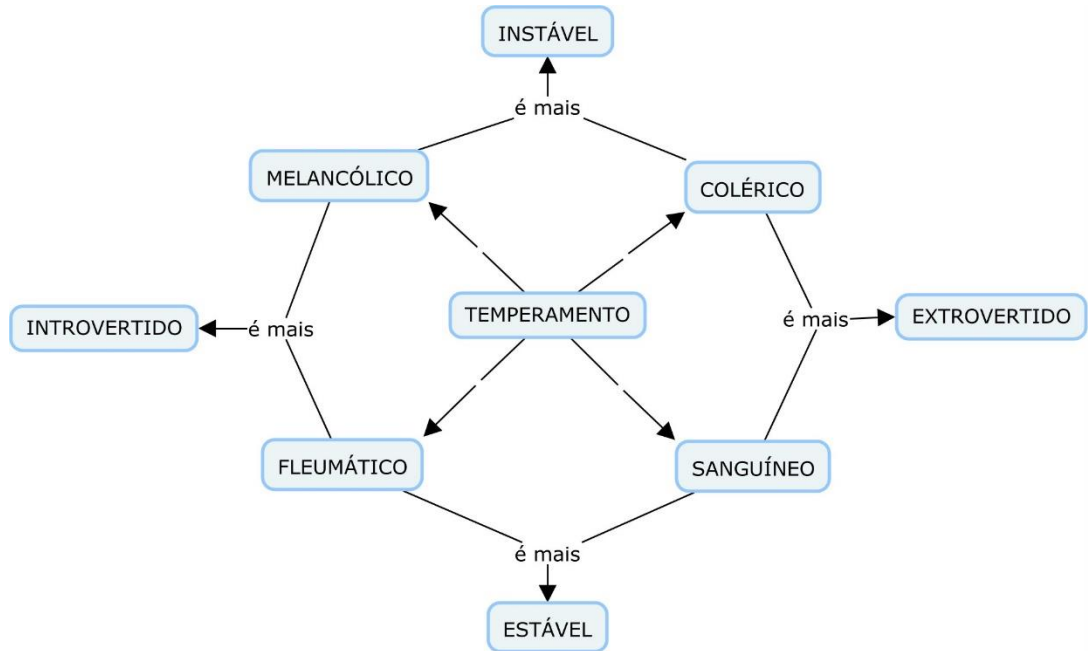
É importante salientar que a implementação de um programa de ajuste neurofuncional serviu de proposta para que professores e alunos possam se beneficiar de estratégias que vão além da realização de atividades voltadas diretamente para a aprendizagem de um conteúdo específico. Com natureza qualitativa, este estudo de caso amplia as possibilidades de atuação do professor, ao considerar princípios educativos que englobam componentes físicos e mentais no processo de aprendizagem.

Conforme relatado na metodologia, como parte do PAN, aplicou-se uma atividade lúdica envolvendo esforço e recompensa para treinar o raciocínio trigonométrico por meio de um quebra-cabeça. Ao final da atividade, caso acertasse a imagem formada, o participante “descobriria” o seu temperamento.

Como parte estratégica e motivacional do jogo, buscou-se mobilizar a curiosidade dos participantes para identificar algumas características de seus temperamentos, entendendo-os como componentes genéticos.

Os temperamentos estudados foram, segundo Hipócrates (HALL; LINDZEY; CAMPBELL, 2000), denominados de sanguíneo, fleumático, colérico e melancólico. Após as atividades, os alunos interagem com os pesquisadores para avaliarem a relação entre a temática e perfil escolhidos e o temperamento revelado, conforme a Figura 8.

**Figura 8 – Os temperamentos segundo Hipócrates**

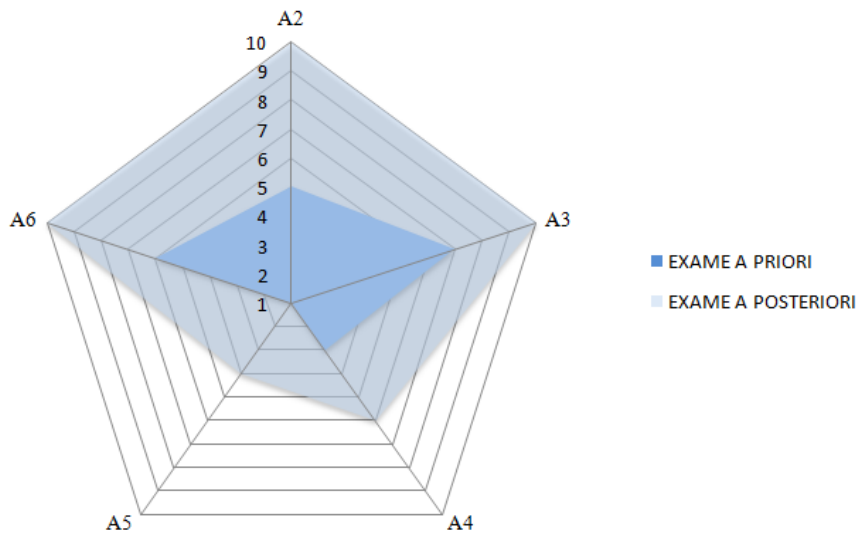


**Fonte:** Adaptado de Hall, Lindzey e Campbell (2000, p. 298).

Em média, cada estudante participou do jogo didático quatro vezes durante os três meses da pesquisa, metade do previsto no planejamento (oito participações). Os estudantes faltantes reportaram indisponibilidade para estar no local da atividade por excesso de trabalhos e avaliações da escola.

Ainda assim, a comparação dos resultados do exame a priori e a posteriori que acessaram os conhecimentos sobre trigonometria mostra que houve rendimento da aprendizagem (Figura 9).

**Figura 9 – Comparação entre os exames a priori e a posteriori**



**Fonte:** Elaborado pelos autores (dados da pesquisa).

A intervenção com o PAN contribuiu para a aprendizagem em 45%, aumentando a média do grupo de 4,4 para 8,0.

Os resultados do exame a priori mostraram que os estudantes se encontravam entre o NT e NM, uma vez que responderam preponderantemente as questões relativamente mais fáceis.

Comparando-se os resultados é visível que todos os participantes expressaram uma evolução significativa depois da aplicação do PAN, tendo em vista que melhoraram seus desempenhos quanto aos NFC associados aos tipos de tarefas trigonométricas.

Verificou-se que houve mais facilidade para identificar eventos trigonométricos quando estes são definidos de maneira geométrica (figura). No entanto, os alunos AL 4 e AL 5 têm dificuldades na resolução das tarefas quando os eventos trigonométricos são definidos por extenso e sem muitas pistas (nível disponível).

As reações comportamentais aquando do treinamento com o jogo didático revelaram que os estudantes se sentiram mais impulsionados a resolver as tarefas. Com efeito, a aplicação de princípios neuroeducativos que consideram a novidade, envolvimento em atividades práticas e estabelecimento de metas, por exemplo, propiciaram um ambiente de aprendizagem profícuo.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Enquanto disciplina escolar, a matemática exige a implementação de rotinas pedagógicas para se tornarem hábitos acadêmicos, dando suporte ao desenvolvimento da criatividade quando somos postos a desafios.

A concepção e implementação de um programa de treinamento neurofuncional que considera o paralelismo dos cuidados com a manutenção da homeostase corporal, e também, do exercício (prática) de conteúdos apresentados na sala de aula, demonstra que o movimento não deve ser unilateral, pois o “corpo” bem cuidado alimenta a “mente” que auxilia a manutenção do corpo.

Entretanto, para obter melhores resultados sobre esse indissociável binômio, faz-se necessário que exista e esteja disponível o motor dessa engrenagem: a motivação. Nela residiu o comprometimento dos participantes desta pesquisa para a realização do treinamento, ainda que tenham sido reportadas algumas dificuldades pessoais.

## **A PROPOSAL OF NEUROFUNCTIONAL ADJUSTMENT PROGRAM FOR MATHEMATICAL LEARNING**

**ABSTRACT:** This paper aimed to analyze the performance of students of Integrated High School from a Federal Public Education Institution regarding the learning of trigonometry notions. It was a qualitative research of experimental nature conducted in three stages: previous analysis, intervention and evaluation. The theoretical foundation mainly comprised the notions of Knowledge Functioning Levels, which served to delineate the mathematical tasks, and the neurocognitive principles associated with emotion (motivation), attention and memory for the organization of the context of the tasks. It was considered to design and apply a set of ecological, functional and didactic tasks - called neurofunctional adjustment program - to evaluate students' performance in mathematics before and after the intervention. It was possible to conclude that there was an increase in student performance when learning conditions valued neuro-educational principles related to emotion, attention and memory, considered during the elaboration of tasks.

**KEYWORDS:** School Performance; Neurofunctional Training; Trigonometry.

## **PROPUESTA DE PROGRAMA DE AJUSTE NEUROFUNCIONAL PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO**

**RESUMEN:** Este estudio tuvo como objetivo analizar el desempeño de los estudiantes de la Escuela Secundaria Integrada de una Institución Federal de Educación Pública con respecto al aprendizaje de las nociones de trigonometría. Fue una investigación cualitativa de carácter experimental realizada en tres etapas: análisis previo, intervención y evaluación. La base teórica comprendía principalmente las nociones de Niveles de Funcionamiento del Conocimiento, que servían para delinear las tareas matemáticas, y los principios neurocognitivos asociados con la emoción (motivación), la atención y la memoria para la organización del contexto de las tareas. Se consideró diseñar y aplicar un conjunto de tareas ecológicas, funcionales y didácticas, denominado programa de ajuste neurofuncional, para evaluar el desempeño de los estudiantes en matemáticas antes y después de la intervención. Se pudo concluir que hubo un aumento en el rendimiento de los estudiantes cuando las condiciones de aprendizaje valoraron los principios neuroeducativos relacionados con la emoción, la atención y la memoria, considerados durante la elaboración de tareas.

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento escolar; Entrenamiento neurofuncional; Trigonometría.

## **REFERÊNCIAS**

BERTOLDI, A. L. S., ISRAEL, V. L., LADEWIG, I. O papel da atenção na fisioterapia neurofuncional. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 195-200, abr/jun. 2011.

BORGES, C. F. Transição das razões trigonométricas do triângulo retângulo para o círculo trigonométrico: uma sequência de ensino. **Dissertação** (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

BRIGUENTI, M.J.L. Alterando o ensino de Trigonometria em escolas de nível médio: a representação de algumas professoras. **Tese** (Doutorado em Educação). Universidade Estadual Paulista. Marília, 1998.

BRIGUENTI, M.J.L. Ensino e aprendizagem da trigonometria: novas perspectivas da educação matemática. **Dissertação** (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências Exatas de Rio Claro, Rio Claro, 1994.

CHEDID, K. A. K.; DI FRANCESCO, R. C.; JUNQUEIRA, P. A. S. A influência da respiração oral no processo de aprendizagem da leitura e escrita em crianças pré-escolares. **Rev. Psicopedagogia**, v. 21, n. 65, p. 157-63, 2004.

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

FONSECA, L. S. da. Um estudo sobre o Ensino de Funções Trigonométricas no Ensino Médio e no Ensino Superior no Brasil e França. 2015, 1v. 495p. **Tese** (Doutorado). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo (SP). Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon (FR).

FONSECA, L. S. **Aprendizagem em Trigonometria**: o olhar da Educação Matemática. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2002.

FONSECA, L. S. **Aprendizagem em Trigonometria**: obstáculos, sentidos e mobilizações. São Cristóvão: UFS, 2011.

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

HALL, C. S.; LINDZEY, G.; CAMPBELL, J. B. **Teorias da personalidade**. Porto Alegre: Artes Médias Sul, 2000.

HEBB, D. O. **A textbook of psychology**. Philadelphia and London: W. B. Saunders Company, 1958.

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

LE FRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: Cengage, 2008.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2002.

LOBO DA COSTA, N.M. **Funções Seno e Cosseno**: uma sequência de ensino a partir dos contextos do mundo experimental e do computador. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1997.

MASLOW, A. H. **Motivation and personality**. 2. ed. New York: Harper & Row, 1970.

MENDES, I. A. **O uso da história no ensino de matemática**: reflexões teóricas e experiências. Belém: Ed. EDUEPA, 2001.

MIASHIRO, P. M. A transição das razões para as funções trigonométricas. **Dissertação** (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2013.

PETERSEN, S. E.; POSNER, M. I. The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. **Annual Review of Neuroscience**, v. 35, n. 1, p. 73–89, 21 jul. 2012.



ROBERT, A. **Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université**. Recherches en Didactique des Mathématiques, [S.l.], v. 18, n. 2, p.139-190, 1998.

ROBERT, A. **Quelques outils d'analyse épistemologique et didactique de connaissances mathématiques à enseigner au lycée et à l'université**. Actes de la IX école d'été de didactique des mathématiques. França: Houlgate, 1997.

SCHENKMAN, M. L.; BOWMAN, J. P.; GISBERT, R. L.; BUTLER, R. B. **Neurociência clínica e reabilitação**. Barueri: Manole, 2016.

SILVA, K. S. A neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo. 2018. 200p. **Dissertação** (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SILVA, S. A. da. Trigonometria no triângulo retângulo: construindo uma aprendizagem significativa. **Dissertação** (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.