



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Avançado Mesquita
Pós-graduação Latu senso em Neuroeducação

DANIELE DE ANDRADE CONCEIÇÃO BERNARDO

**O mito da Matemática para poucos:
uma pesquisa bibliográfica sobre as relações entre
Neurociências, Neuroeducação e Matemática**

Mesquita

2023

DANIELE DE ANDRADE CONCEIÇÃO BERNARDO

O mito da Matemática para poucos: uma pesquisa bibliográfica sobre as relações entre Neurociências, Neuroeducação e Matemática

Artigo apresentado ao programa de pós-graduação *lato sensu* em Neuroeducação do Instituto Federal do Rio de Janeiro - Campus Mesquita como requisito para obtenção do título de especialista em Neuroeducação.

Orientador: Prof. Dr. Chrystian Carletti

Mesquita

2023

Bernardo, Daniele de Andrade Conceição.

B518a O mito da Matemática para poucos: uma pesquisa bibliográfica sobre as relações entre Neurociências, Neuroeducação e Matemática. – Rio de Janeiro: Mesquita, 2023.

28 p.

Trabalho de Conclusão (Curso Especialização em Neuroeducação do Programa de Pós-Graduação lato Senso) do IFRJ / Campus Mesquita, 2023

Orientador: Prof. Dr. Chrystian Carletti

1. Neurociência.2. Matemática.3. Neuroplasticidade.
4. Neuroeducação I. Bernardo, Daniele de Andrade Conceição.
II. Instituto Federal do Rio de Janeiro, III. Título.


TCC/IFRJ/CMesq Neuroeducação/PG

Folha de aprovação
DANIELE DE ANDRADE CONCEIÇÃO BERNARDO


O mito da Matemática para poucos: uma pesquisa bibliográfica sobre as relações entre Neurociências, Neuroeducação e Matemática

Artigo apresentado ao programa de pós-graduação *lato sensu* em Neuroeducação do Instituto Federal do Rio de Janeiro - Campus Mesquita como requisito para obtenção do título de especialista em Neuroeducação.


Orientador: Prof. Dr. Chrystian Carletti

Documento assinado digitalmente
 **CHRYSYIAN CARLETTI**
Data: 02/05/2024 14:38:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Chrysthian Carlétti (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **GABRIELA VENTURA DA SILVA DO NASCIMENTO**
Data: 03/05/2024 09:34:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gabriela da Silva Nascimento (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **DEBORA SANTOS DE ANDRADE DUTRA**
Data: 03/05/2024 07:32:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Débora Santos de Andrade Dutra (IFES)

Dedicatória

Ao meu filho, Thales,
que é minha fonte de amor,
força, inspiração,
luta e recomeço.

AGRADECIMENTOS

Me lembro com perfeição do dia em que me deparei com o edital deste curso de pós-graduação. Estava há um tempo fazendo buscas de cursos na área de Neuroeducação, mas nenhum correspondia as minhas expectativas, e foi nesse momento que surgiu o edital da, quando abri e vi o quadro de vagas não acreditei que o curso que eu tanto desejava estava ali e bem pertinho de mim, na cidade onde eu morava. E naquele momento eu pulei (de verdade), me emocionei e agradei muito a Deus por atender o meu pedido e de forma melhor que eu esperava.

Então, só posso agradecer muito a Ele por todo cuidado com minha vida, por colocar boas pessoas em meu caminho que tanto me ajudaram até aqui e por me permitir viver experiências maravilhosas ao lado delas.

Agradeço a minha amiga Vivian, que é uma grande incentivadora, me apoiou em todas as etapas deste curso, desde o processo seletivo até a conclusão. Que privilégio a ter como amiga!

Às mulheres incríveis que tive a honra de conhecer e apresentar muitos trabalhos durante a nossa formação: Alessandra, Stefani, Vânia e Teresa. Perseveramos!

Ao Thales, meu filho, por ser a minha grande motivação para me tornar uma pessoa melhor a cada dia, não só na vida profissional, mas pessoal e emocional também.

A minha irmã Elaine, por estar ao meu lado em todas os momentos da minha existência. Você é minha irmã-amiga!

Ao meu irmão Sérgio, que foi a pessoa que me incentivou e financiou o início da minha vida acadêmica. Você mudou a minha história!

Ao professor orientador Chrystian Carletti por suas importantes contribuições na realização deste trabalho.

A todos os professores que ministraram aula no curso de pós-graduação em Neuroeducação, pois me ajudaram a refletir sobre minhas práticas em sala de aula através dos conteúdos ofertados.

EPÍGRAFE

Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas.
Pessoas transformam o mundo.

Paulo Freire

O mito da Matemática para poucos: uma pesquisa bibliográfica sobre as relações entre Neurociências, Neuroeducação e Matemática

Daniele de Andrade Conceição Bernardo^{1*}

Chrystian Carletti ^{2*}

RESUMO

A crença de que nem todos são capazes de aprender Matemática tem levado, frequentemente, muitos a desistirem de ao menos tentar se aproximar dessa disciplina. Nesse contexto, o atual estudo buscou proporcionar indicações do papel da neurociência ao professor e a escola para combater a crença de que aprender Matemática é para poucos. Diante disso, o trabalho avançou a partir de uma revisão bibliográfica, fundamentada em livros, artigos, dissertações, teses, entre outros trabalhos já publicados. Esses materiais foram estudados e selecionados no Google Acadêmico e Scielo, fontes confiáveis e de referência, garantindo a veracidade desse estudo. Durante a análise dos materiais reunidos foi possível entender sobre os conceitos da neuroplasticidade e a importância dos estudos da neurociência para a educação. Argumentou-se, portanto, como o cérebro humano aprende e sobre as vantagens que o estudo da Neurociência traz para a educação, especialmente para as aulas de Matemática. Entender que o cérebro humano não é estático é fundamental para que o professor proporcione a cada aluno uma experiência significativa com a Matemática. Assim, observou-se que o professor, alicerçado nos estudos da Neuroeducação, está pronto para compreender que não existe discente incapaz de aprender Matemática e desse modo poderá enriquecer sua prática em sala de aula. Palavras-chave: Neurociência. Matemática. Neuroplasticidade. Neuroeducação.

ABSTRACT

The belief that not everyone is capable of learning mathematics has often led many to give up on even trying to get closer to this discipline. In this context, the current study sought to provide indications of the role of neuroscience to the teacher and the school to combat the belief that learning Mathematics is for the few. Given this, the work advanced from a bibliographic review, based on books, articles, dissertations, theses, among other works already published. These materials were studied and selected in Google Scholar and Scielo, reliable and reference sources, ensuring the veracity of this study. During the analysis of the materials gathered it was possible to understand about the concepts of neuroplasticity and the importance of neuroscience studies for education. It has been argued, therefore, how the human brain learns and about the advantages that the study of Neuroscience brings to education, especially to Mathematics classes. Understanding that the human brain is not static is fundamental for the teacher to provide each student with a meaningful experience with mathematics. Thus, it was observed that the teacher, based on the studies of neuroeducation, is ready to understand that there is no student incapable of learning Mathematics and thus can enrich his practice in the classroom.

Keywords: Neuroscience. Mathematics. Neuroplasticity. Neuroeducation.

APRESENTAÇÃO

Minha formação acadêmica é em Licenciatura em Matemática, concluída no segundo semestre de 2006, na Universidade Gama Filho, campus Piedade. Em paralelo à graduação, em 2005, participei do Programa Acelera Jovem, uma parceria realizada entre a Vivario e o governo do estado do Rio de Janeiro, cujo objetivo era oportunizar a conclusão dos ensinos Fundamental e Médio para jovens e adultos que não puderam prosseguir com seus estudos em idade correta. Ainda na graduação, após esse programa, iniciei o estágio em um colégio da rede particular, onde exercia a função de monitora, tirando dúvidas dos alunos.

Após três anos de formada, 2009, ingressei na rede estadual do Rio de Janeiro como professora de Matemática e permaneço até os dias atuais. Iniciei com as turmas de Ensino Fundamental II, 6º ao 9º ano, mas logo após, nas turmas de Ensino Médio. E foi nesse momento que comecei a observar algumas crenças, sobre eles mesmos em relação à Matemática, que os alunos traziam para a sala de aula. Diante disso, me questionava o que eu poderia fazer para ajudá-los, tentava fazer a minha parte levando muito afeto e mostrando a eles o quanto eram capazes, mas ainda assim, faltava um embasamento teórico para minhas práticas.

A partir dessas buscas, durante a pandemia, encontrei o livro da Jo Boaler, *Mentalidades Matemáticas* e, naquele momento, percebi que encontrei o que eu estava procurando. Fiquei maravilhada com as descobertas da neurociência sobre a plasticidade cerebral e como esses estudos provavam que não há pessoas incapazes de aprender Matemática.

Então, refleti que precisava aprofundar meus estudos para melhorar minha prática em sala de aula e ajudar meus alunos. E, nesse momento, apareceu diante de mim o edital da Pós-graduação em Neuroeducação do IFRJ/ Mesquita. Por isso, escolhi essa temática para o meu trabalho de conclusão de curso.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da Matemática é cercado de crenças que afastam muitos indivíduos dessa disciplina. Mudar a mentalidade dos professores de Matemática e dos alunos é um grande desafio, principalmente para aqueles que acreditam que ser bom em Matemática é um dom. Fazendo com que os que não acreditam ter recebido esse dom, pensem que não são inteligentes o suficiente e que são incapazes de aprender Matemática.

De acordo com Boaler (2018, p.4), “As novas evidências da neurociência revelam que todas as pessoas, com a mensagem e o ensino adequados podem ser bem-sucedidas em Matemática [...]”.

Como professora de Matemática do Ensino Médio do estado do Rio de Janeiro, sempre presenciei a chegada dos alunos com rótulos que receberam ao longo de sua vida escolar, crendo que ou eles são “pessoas matemáticas” ou não. E isso atrapalha o desenvolvimento deles em relação à disciplina, pois muitos não se dão a oportunidade de experimentar o novo, porque trazem consigo a ideia de que nasceram com um cérebro fixo, incapaz de se modificar.

Porém, se essa ideia do “dom matemático” for desmitificada e for ofertada a esses alunos uma Matemática que faça sentido no seu dia a dia, que dê a eles a possibilidade de visualizar, experimentar e vivenciá-la de diversas formas, os alunos poderão ter um relacionamento melhor com a Matemática. Mas, é claro que, não basta o aluno vivenciar boas experiências com a Matemática, ele precisa saber que é capaz de aprender tal disciplina e que não necessita de dom para isso.

Em virtude disso, este trabalho se apoiará nos estudos da neurociência sobre a plasticidade cerebral, onde é desmitificada a ideia do cérebro estático, e do desenvolvimento cognitivo, mostrando como a cognição evolui durante a vida.

Com o avanço da tecnologia, a atividade cerebral pode ser mapeada e a plasticidade cerebral observada. Pode-se então constatar que o cérebro é capaz de se desenvolver e se modificar de acordo com as experiências. Assim, toda a ideia sobre a capacidade e aprendizagem foi revista, nos mostrando que somos capazes de aprender aquilo que nos desafiamos a aprender.

No entanto, mesmo o cérebro sendo mutável ao longo da vida, há um período de crescimento para que ocorra determinado aprendizado com mais facilidade, o chamado “período crítico”, segundo Lent et al (2017), “Esses períodos são entendidos

como intervalos em que os mecanismos de plasticidade cerebral estão especialmente ativos e prontos para receber a estimulação adequada proveniente do ambiente.”

Diante disso, o seguinte questionamento foi importante para inspirar a pesquisa nessa temática: Como os estudos sobre neuroplasticidade contribuem para desmitificar a crença que nem todos são capazes de aprender Matemática?

Sendo assim, o objetivo geral dessa pesquisa é investigar as contribuições dos estudos sobre neuroplasticidade na desmitificação da crença que nem todos são capazes de aprender Matemática e os objetivos específicos são investigar as relações entre a neuroplasticidade e o ensino da Matemática e apontar as contribuições dessas relações para o ensino da Matemática.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com um universo de crenças, ou seja, um espaço mais profundo dos fenômenos que não podem ser limitados à instrumentalização de variáveis. De acordo com de Oliveira (2008), nessa abordagem o homem é visto como diferente dos objetos, portanto demanda uma metodologia que considere essas diferenças.

Com a finalidade de desmitificar a crença que nem todos são capazes de aprender Matemática, este projeto considera o que está sendo produzido em pesquisas educacionais com base nas discussões da neurociência sobre plasticidade cerebral. Logo, este trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica.

Para Trienta, F. T. et al (2014): “[...] ao iniciar-se uma nova pesquisa acadêmica, tudo o que está sendo discutido, publicado e gerado de conhecimento nessa linha de pesquisa deve ser mapeado para a construção de conhecimento a ela relacionado”.

Diante disso, as fontes pesquisadas incluíram 24 artigos científicos disponíveis no Google Acadêmico e Scielo, utilizando os seguintes termos descritores: “Neurociência”, “Neuroplasticidade”, “Neuroeducação”, “Neuroeducação e Matemática”, “Neurociência e Matemática”. Além disso, foram consultados livros físicos sobre o tema.

O resultado das buscas está abaixo discriminado:

Quadro 1: Resultados de buscas nos bancos de dados dos periódicos:

	Descritores	
	Scielo	Google Acadêmico
Neurociência	163	18.000
Neuroeducação	6	1.650
Neuroeducação e Matemática	1	1.130
Neurociência e Matemática	4	16.600

Fonte: Dados da pesquisa

Os termos descritores foram eleitos por motivo de apuração de buscas nas bases de dados. A busca pelo descritor “Neuroeducação” sem nenhuma combinação foi realizada com a intenção de verificar como está a produção de pesquisa desta nova área que relaciona educação, psicologia e neurociência. Mas para ter uma noção de como a Matemática tem feito uso desses estudos, foi realizada a combinação “Neuroeducação e matemática”, e o resultado da tabela revela que os números reduzem consideravelmente.

Ao realizar as combinações notou-se que haveria um grande desafio para realizar um estudo de revisão bibliográfica, então percebe-se que esta pesquisa é bastante relevante.

3 RELAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIAS, NEUROEDUCAÇÃO E MATEMÁTICA

Com o propósito de fundamentar essa pesquisa, serão abordados alguns tópicos que discorrem sobre as crenças em relação à aprendizagem Matemática, os conceitos da neuroplasticidade, os estudos da neurociência, as contribuições da Neuroeducação e as relações entre a neurociência e matemática e Neuroeducação e matemática. Trazendo como principais teóricos Boaler (2018) para a área da Matemática; Consenza e Guerra (2001), neurociência e educação; e Lent et al (2017), neurociência.

3.1 CRENÇAS EM RELAÇÃO À APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

De acordo com Lent *et al* (2017), os índices da população em idade escolar que apresentam dificuldade de aprendizagem Matemática variam em torno de 3% a 6%. Mas ao enfrentar a realidade da sala de aula, esse número parece ser bem mais expressivo, levando ao questionamento das razões que levam os estudantes a se afastarem da Matemática.

De acordo com o relato feito no artigo do Matos, Giraldo e Quintaneiro (2021) de um aluno de uma escola pública do Rio de Janeiro no 1º ano do Ensino Médio, a Matemática é vista como um monstro:

Davi: Matemática, para a grande maioria, é um grande monstro. Muitos amigos meus encaram a matemática como um monstro, tipo aqueles que ficam embaixo da cama quando você é pequeno. Foi criado um estereótipo em cima da matemática onde esse monstro é impossível de ser vencido. As pessoas têm medo da matemática, desse grande monstro que poucos entendem, que pode fazer com que você tenha que refazer um ano inteiro, quem sabe dois... Esse medo que eu e muitos alunos temos em relação à matemática vem do sistema de ensino que nos é apresentado, em que matemática é uma das matérias mais importantes. Se não formos bons, não conseguiremos um bom futuro. Isso é algo que deveria ser desconstruído com a ajuda de uma nova dinâmica que vai além da sala de aula. (Trecho das redações dos alunos da escola básica, 2017-2018, grifo nosso) (MATOS, GIRALDO, QUINTANEIRO, 2021, p.889)

Segundo Consenza e Guerra (2011), o cérebro humano tem a capacidade de processar desde muito cedo o conceito de quantidade. Bebês humanos são capazes de distinguir quantidades e de produzir cálculos simples, o oposto do que se pensava há pouco tempo. Mas o que se percebe na sala de aula, principalmente nas turmas de Ensino Médio, é uma crença de que eles são incapazes de aprender Matemática.

Diante disso, Boaler (2018) afirma que “não existe a ideia do “cérebro matemático” ou “dom matemático”, como muitos acreditam. Ninguém nasce sabendo matemática e ninguém nasce sem a capacidade de aprender matemática.”

Mas ao ouvir a palavra Matemática, tais afirmações surgem: “não gosto de matemática”, “matemática é difícil”, “matemática é para poucos”, entre outras. Revelando que o discurso da Matemática difícil e feita para poucos é justificada como “verdade”. (SANTOS, ALMEIDA, 2022)

Pacheco e Andreis (2018) abordam as causas das dificuldades de aprendizagem em matemática e entre muitos pontos convém destacar as crenças, as expectativas e os fatores emocionais.

E se tratando de fatores emocionais, Lent *et al* (2017, p.117), declara:

A aprendizagem da matemática também provoca emoções fortes, as quais podem afetar a motivação e o desempenho cognitivo, para o bem ou para o mal. A matemática é considerada um domínio complexo do conhecimento. Por sua complexidade ou pelas experiências negativas com sua aprendizagem, podem surgir manifestações de ansiedade, tais como excitação psicofisiológica, emoções e atitudes negativas e comportamentos de evitação.

Para Tatro e Scarpin (2004), “[...] há uma ideia já pré-concebida de que a Matemática é uma matéria difícil, que exige muito esforço e que poucos realmente aprendem. Há um bloqueio inconsciente [...]”. Então, é necessário refletir sobre o que pode ser feito para que esse bloqueio seja desfeito.

Nas palavras de Lins, Delpino e Nicola (2021, p.117):

É impossível esperar que o aluno apresente bom desempenho sem o mínimo para sua sobrevivência, sem confiança em si. Por isso, é importante estudar o que está por trás das dificuldades encontradas. Nem sempre a dificuldade vista em sala de aula, é sobre a sala de aula em si, muitas vezes a raiz do problema ultrapassa os muros da escola.

Diante disso, é preciso refletir sobre os estudos da neurociência e informar que todos são capazes de aprender Matemática. Talvez esse seja o segredo para possibilitar um futuro sem traumas em Matemática. (BOALER, 2018)

3.2 NEUROPLASTICIDADE

Segundo Doidge (2016), no final dos anos de 1960 e início dos anos de 1970, os cientistas realizaram uma sucessão de descobertas extraordinárias. Mostrando que o cérebro muda sua estrutura a cada atividade realizada, melhorando seus circuitos e fazendo com que fique mais capaz de realizar atividades propostas. A ideia do cérebro imutável não conseguia explicar as transformações notadas pelos cientistas.

De acordo com Doidge (2016), antes desse período, a medicina e a ciência predominantes presumiam que a anatomia do cérebro era fixa. Afirmavam que, após a infância, o cérebro só modificava quando iniciava o longo processo de decréscimo.

Mas incessantes estudos, mostraram a capacidade do cérebro de crescer e se modificar em um intervalo muito pequeno de tempo. (BOALER, 2018)

A partir desses estudos, os cientistas nomearam esta propriedade fundamental do cérebro de “neuroplasticidade”, onde *Neuro* vem de “neurônio” e *plasticidade* vem de “mutável, maleável, modificável”. (DOIDGE, 2016)

No mesmo sentido, Lent *et al* (2017) define que a neuroplasticidade é “capacidade do cérebro de apresentar mudanças temporárias ou permanentes sempre que for influenciado por outro cérebro, por fenômenos intrínsecos dos indivíduos ou pelo ambiente”.

E para complementar, Consenza e Guerra (2011) afirmam que “não há dois cérebros iguais” e os comparam a uma cidade planejada:

“...que à medida que vai sendo construída vai adquirindo características próprias, podendo ocorrer, inclusive, algumas mudanças no plano original. A história de vida de cada um constrói, desfaz e organiza permanentemente as conexões sinápticas entre os bilhões de neurônios que constituem o cérebro.”

Embora não haja dois cérebros iguais, o ambiente contém outros indivíduos com seus cérebros, ocorrendo uma interação entre cérebros, tornando a aprendizagem recíproca. (LENT *et al*, 2017)

O estudo sobre o funcionamento do cérebro cresceu muito, especialmente, à chamada Década do cérebro (1990-199), período que deu impulso à neurociência, ou seja, ciência que se dedica a investigar e estudar o sistema nervoso central. A neurociência estuda moléculas que constituem neurônio, os órgãos do Sistema Nervoso Central e suas funções e o comportamento humano decorrente da atividade dessas estruturas. (GUERRA,2011)

Como apontam Consenza e Guerra (2011), o desenvolvimento e as técnicas de neuroimagem, assim como as descobertas na área da genética e da neurociência cognitiva forneceram um avanço em ritmo acelerado na área da neurociência. Com isso, as descobertas nessa área começaram a se estender aos profissionais de outras áreas de conhecimento, como a educação.

Nesse sentido, é importante investigar as contribuições dos estudos da neurociência para a educação.

3.3 NEUROEDUCAÇÃO

De acordo com Rosat *et al* (2010), o principal objetivo da Neuroeducação seria explicar os comportamentos da aprendizagem, sabendo que os neurologistas fazem isso através do cérebro; os psicólogos, da mente e os educadores usariam essas informações para melhorar sua prática em sala de aula.

A neurociência e a educação possuem especialidades distintas e, mesmo com alguns aspectos similares, deve-se acabar com os mitos para atingir o melhor entre as áreas. Assim, pontua Guerra (2011, p.3):

As neurociências são ciências naturais, que descobrem os princípios da estrutura e do funcionamento neurais, proporcionando compreensão dos fenômenos observados. A. Educação tem outra natureza e sua finalidade é criar condições (estratégias pedagógicas, ambiente favorável, infraestrutura material e recursos humanos) que atendam a um objetivo específico, por exemplo, o desenvolvimento de competências pelo aprendiz, num contexto particular. A educação não é investigada e explicada da mesma forma que a neurotransmissão. Ela não é regulada apenas por leis físicas, mas também por aspectos humanos que incluem sala de aula, dinâmica do processo ensino-aprendizagem, escola, família, comunidade, políticas públicas.

O avanço do interesse da educação no conhecimento do cérebro reflete a confiança de cientistas e educadores sobre a possibilidade da contribuição da neurociência para a educação, especialmente nas perspectivas do desenvolvimento e da aprendizagem. (OLIVEIRA, 2014)

Nas palavras de Consenza e Guerra (2011, p.142), “o cérebro é o órgão da aprendizagem”. Assim, “os educadores puderam se identificar como agentes das mudanças neurobiológicas que levam à aprendizagem”. (*idem*, p.142)

De acordo com De Bortoli e Teruya (2017), a utilização das técnicas nos estudos do cérebro humano possibilita observar as regiões ativadas no momento exato de sua execução, proporcionando o aperfeiçoamento de conhecimentos sobre o cérebro que eram apenas presumidos e visíveis externamente.

Sobre esse assunto, Oliveira (2014) afirma que o educador adquirir conhecimento sobre o neurodesenvolvimento, concede a utilização de teorias e práticas pedagógicas a partir da base biológica e dos mecanismos neurofuncionais, potencializando as capacidades do estudante.

Dessa forma, a seguir serão listados 14 princípios básicos da Neuroeducação que podem servir como um norte para o educador, mas que não estão em ordem hierárquica de importância:

(a)estudantes aprendem melhor quando são altamente motivados do que quando não têm motivação; (b) stress impacta aprendizado; (c) ansiedade bloqueia oportunidades de aprendizado; (d) estados depressivos podem impedir aprendizado; (e) o tom de voz de outras pessoas é rapidamente julgado no cérebro como ameaçador ou não-ameaçador; (f) as faces das pessoas são julgadas quase que instantaneamente (intenções boas ou más); (g) feedback é importante para o aprendizado; (h) emoções têm papel-chave no aprendizado; (i) movimento pode potencializar o aprendizado; (j) humor pode potencializar as oportunidades de aprendizado; (k) nutrição impacta o aprendizado; (l) sono impacta consolidação de memória; (m) estilos de aprendizado (preferências cognitivas) são devidas à estrutura única do

cérebro de cada indivíduo; (n) diferenciação nas prática (s) de sala de aula são justificadas pelas diferentes inteligências dos alunos. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008, p.78 *apud* ROSAT *et al*, 2010, p.204)

Porém, segundo Guerra (2011), nota-se um otimismo excessivo em relação à Neuroeducação. É importante elucidar que a neurociência não apresenta uma nova pedagogia, soluções milagrosas para as dificuldades da aprendizagem e dos problemas enfrentados na educação. Mas servem como alicerce para as práticas pedagógicas que já existem, comprovando que, respeitar como o cérebro funciona é mais eficiente para a utilização das estratégias pedagógicas.

Sendo assim, percebe-se que se o educador pode enriquecer sua prática em sala de aula através dos estudos sobre Neuroeducação. Diante disso, é importante demonstrar as contribuições dessa área para a aprendizagem de Matemática.

3.4 NEUROEDUCAÇÃO E MATEMÁTICA

Os estudos sobre a neuroplasticidade devem estimular professores a abandonar a ideia da rigidez do cérebro e da aprendizagem presentes atualmente nas escolas de que há estudantes inteligentes ou burros, rápidos ou lentos. Se o cérebro é capaz de se alterar num curto intervalo de tempo, imagine o que pode acontecer nas aulas de matemática se os alunos tiverem acesso aos materiais certos e a mensagens positivas sobre o seu potencial e capacidade. (BOALER, 2018)

De acordo a autora (2018), é evidente que há alunos que podem estar em uma mesma turma com menos conhecimento matemático do que outros, mas isso não significa que eles não possam agilizar e obter os níveis mais elevados de conhecimento, eles podem, mas para que isso ocorra é necessário que recebam ensino de qualidade e apoio.

Contribuindo com essa ideia, é importante destacar os estudos de Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1924), que compreendeu a relação desenvolvimento/aprendizagem e a criação do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal. Para Vygotsky, o desenvolvimento e a aprendizagem interligam-se desde o nascimento. (ZANELLA, 1994)

Nesse sentido, Zanella (1994) afirma que Vygotsky entende que o desenvolvimento humano compreende dois níveis: o real e o potencial. O desenvolvimento real compreende o conjunto de atividades que a criança consegue

desenvolver sozinha e o desenvolvimento potencial representa o conjunto de atividades que a criança não consegue desenvolver sozinha, mas que com a ajuda de uma pessoa mais experiente, ela consegue resolver. A distância entre esses dois níveis foi denominada por Vygotsky de Zona de Desenvolvimento Proximal.

Sendo assim, tanto a Zona de Desenvolvimento Proximal, com o auxílio de um mediador, quanto a neuroplasticidade, através de estímulos, revelam que o ser humano tem a capacidade de desenvolver suas habilidades. Portanto, é importante que os professores conheçam essas teorias, pois elas comprovam que todas as pessoas têm a capacidade de aprender cada vez mais. (LINS; DELPINO; NICOLA, 2021)

Conforme Boaler (2018), através dos estudos da Neurociência e o avanço da tecnologia, os cientistas podem observar a atividade cerebral de crianças e adultos quando estão trabalhando com a Matemática. Através dessas observações, notou-se que ao aprender um novo conteúdo, uma corrente elétrica é disparada em nosso cérebro, passando por sinapses e ligando a diferentes áreas cerebrais.

Se você aprende algo com profundidade, a atividade sináptica cria conexões duradouras em seu cérebro, formando caminhos estruturais. Contudo, se você visita a ideia apenas uma vez ou de maneira superficial, as conexões sinápticas podem ser apagadas, como sulcos feitos de areia. As sinapses disparam quando a aprendizagem acontece, mas a aprendizagem não acontece somente nas salas de aula ou por meio da leitura de livros. As sinapses disparam quando conversamos, jogamos ou construímos brinquedos e durante muitas outras experiências. (BOALER, 2018, p.1)

Como descrito por Boaler (2018), a partir de uma pesquisa realizada com motoristas de taxis em Londres surgiram várias descobertas que fizeram os cientistas mudarem o que pensavam sobre a capacidade e a aprendizagem. Para se tornar motorista do taxi preto em Londres, o motorista precisa passar por um longo período de estudos, memorizando ruas e monumentos, e após isso, realizar uma prova, denominada “O conhecimento”.

Ao fim do período de treinamento, os pesquisadores observaram que o hipocampo, área cerebral especializada na aquisição e no uso de informações espaciais, dos cérebros dos taxistas cresceu consideravelmente. E em outra pesquisa, os cientistas observaram que, ao se aposentarem o hipocampo deles retornou ao tamanho anterior. Esses estudos comprovaram a capacidade do cérebro de crescer e se modificar. (BOALER, 2018)

Aliando os estudos sobre a neuroplasticidade à afirmação de Consenza e Guerra (2011), percebe-se que todos são capazes de aprender matemática, pois a ideia do cérebro matemático é desmitificada:

É importante afirmar, contudo, que não existe no cérebro um “centro” para a Matemática, pois muitas regiões e sistemas cerebrais contribuem para o seu processamento. As atividades matemáticas que utilizamos em nossa cultura exigem o recrutamento e a adaptação de vários circuitos nervosos que, embora não sejam programados geneticamente para os processos matemáticos, passam a executar essas funções de forma integrada com os circuitos que originalmente lidam com a noção de quantidade. É bom lembrar que já observamos um fenômeno semelhante quando estudamos os circuitos cerebrais da leitura. (CONSENZA; GUERRA, 2011, p.111)

Na visão de Carvalho (2010), na ausência de conhecimento de como o cérebro funciona, os professores podem atribuir a falta de sucesso na aprendizagem à incapacidade dos alunos, se eximindo de sua responsabilidade como mediadores da construção de conhecimento. Em compensação, se os professores compreenderem como ocorre o funcionamento cerebral terão condições melhores de estimular a motivação dos alunos em sala de aula e explorar mais profundamente a capacidade deles.

Nesse sentido, Boaler (2018) sugere algumas normas positivas para serem aplicadas nas aulas de Matemática:

- (1) Todo aluno pode aprender Matemática nos níveis mais altos.
Incentivem os alunos a acreditarem em si mesmos. Não existem “pessoas de matemática”. Qualquer pessoa pode atingir os níveis mais altos que quiserem com muito esforço.
- (2) Erros são valiosos.
Erros fazem o cérebro crescer! É bom ter dificuldades e cometer erros.
- (3) Perguntas são realmente importantes.
Sempre faça perguntas, sempre responda às perguntas.
Pergunte a si mesmo: Por que isso faz sentido?
- (4) A Matemática envolve criatividade e busca de sentido.
A matemática é uma matéria muito criativa que tem, em sua essência, a visualização de padrões e a criação de modos de solução que os outros possam ver, discutir e criticar.
- (5) A Matemática envolve conexões e comunicação
A matemática é uma matéria muito conectada e uma forma de comunicação. Represente a Matemática de diversas formas, como com palavras, imagens, gráficos, equações e faça relação entre elas. Use codificação com cores

(6) Valorize a profundidade mais do que a rapidez.

Grandes Matemáticos, como Laurent Schartz, pensam de maneira lenta e profunda.

(7) A aula de Matemática envolve aprendizado, não desempenho.

A matemática é uma matéria de crescimento, leva tempo para aprender e é só uma questão de esforço. (BOALER, 2018, p.247)

Desse modo, encorajar os alunos nas aulas de Matemática pode trazer muitos benefícios para o seu aprendizado. Conforme apontam Rato e Castro-Caldas, as investigações neurocientíficas não irão responder a todas as questões da educação, mas os educadores precisam ter conhecimento dessas investigações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao examinar sobre a relação entre Neuroeducação e Matemática nota-se a esperança de considerar diversas contribuições, pois a Neuroeducação, por unir as áreas de Educação, Psicologia e Neurociência, pode trazer uma base muito sólida a ser utilizada nas aulas de Matemática.

Diante disso, inicialmente levantou-se o que há de produção em relação à crença de que a Matemática é para poucos, no artigo do Matos, Giraldo e Quintaneiro (2021), foi relatada uma pesquisa feita a partir de redações e desenhos realizados por alunos de seis turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública federal da cidade do Rio de Janeiro, cada uma com uma média de 35 alunos, onde o primeiro autor do artigo era professor de Matemática quando a pesquisa foi realizada.

Os alunos receberam a tarefa de produzir uma redação e um desenho que mostrasse a visão que eles tinham em relação à Matemática desde o 1º ano do Ensino Fundamental até o 9º ano, a recomendação feita foi que as produções fossem anônimas. Foram produzidas 119 redações e 98 desenhos.

Embora o artigo traga a abordagem sobre o aspecto da Matemática decolonial, que não faz parte do objetivo desta pesquisa, foi considerado importante fazer um estudo sobre esse trabalho, pois atentou-se em mostrar a visão que os discentes possuem sobre o ensino Matemática e muitos relataram que consideram tal disciplina um monstro, que precisam ser bons em Matemática para terem um bom futuro e que só é considerado inteligente quem a compreende. Mitos que precisam ser derrubados!

Outra reflexão importante foi encontrada na pesquisa desenvolvida por Santos e Almeida (2022), onde é apresentada uma visão psicanalítica do trauma dos estudantes em relação à Matemática, abordando os medos e angústias. Provando que há muito o que ser estudado sobre o ensinar e o aprender Matemática.

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), onde o pesquisador atua com Técnico em Assuntos Educacionais (TAE) no Centro das Ciências Exatas (CCET) e compõe a equipe do Serviço de Apoio Pedagógico (SAP) do Programa de Acompanhamento Sociopedagógico (PAS). Onde foi relatado os medos, angústias, sintomas e desejos em relação ao saber/não-saber matemático de quatro estudantes universitários, a escolha desses estudantes foi feita a partir dos traumas apresentados por eles em relação à Matemática.

E após tantas declarações, como “não gosto de Matemática”, “matemática é difícil”, “matemática é para poucos”, entre outros, o artigo expõe que a forma como a Matemática foi apresentada ao indivíduo na infância ou durante sua trajetória escolar, pode refletir no gostar ou odiar essa área do saber.

Nesse sentido, Tatoo e Scapin (2004), investigaram as causas da rejeição à Matemática e realizaram algumas entrevistas com alunos, professores e pais, cujos alunos e filhos têm baixo rendimento em Matemática, bem como pais e alunos que realmente conseguem trabalhar com os conceitos matemáticos de modo satisfatório, para verificar quais são as causas que levam as pessoas a amarem ou não a Matemática.

A pesquisa foi dividida em cinco partes, onde realizou-se na primeira etapa uma busca pela História da Matemática com a intenção de encontrar algumas causas da rejeição, a segunda etapa aborda as causas que a Psicanálise aponta, a terceira parte busca relacionar a influência da mídia sobre o indivíduo, a quarta parte são os relatos dos entrevistados e a quinta etapa as considerações finais, apresentando algumas causas da rejeição à Matemática que foram concluídas na pesquisa e algumas sugestões de intervenção.

Convém destacar algumas observações que conversam com objetivos dessa pesquisa, como a ideia de que a Matemática é difícil pelas experiências negativas vivenciadas, o uso da memória em detrimento do raciocínio, a autoimagem negativa

que o aluno possui e desafiar o aluno a superar o comum, propondo criatividade e superação.

Perante as dificuldades e crenças apresentadas, nota-se a necessidade de apontar as contribuições dos estudos da Neuroeducação, onde pode-se unir os esforços das áreas da psicologia e da neurociência em favor da educação. Mas, Guerra (2022) alerta para o otimismo excessivo em relação às contribuições das neurociências para a teoria e práticas educacionais. Esclarecendo que a neurociência não sugere uma nova pedagogia e nem apresenta uma solução para cada tipo de problema apresentado na educação, mas auxilia na fundamentação da prática pedagógica que já é realizada, corroborando que, respeitar como o cérebro funciona inclina-se a ser mais efetivo.

Em consideração a isso, como sinaliza Oliveira (2014), realizou um estudo bibliográfico com o objetivo de elucidar as contribuições diretas e indiretas da neurociência para a formação de professores, com o intuito de ofertar um aprofundamento a respeito do tema, objetivando um melhor resultado no processo ensino-aprendizagem, principalmente, na educação básica.

Em relação à formação de professores, o estudo sugere que a abordagem da próxima geração de professores de matemática, por exemplo, não deverá ser apenas centrada no ensino da Matemática, mas também como o raciocínio matemático se desenvolve no cérebro.

A partir dessa pesquisa, são apresentadas algumas conclusões: a aprendizagem é decorrência da neuroplasticidade; o cérebro humano não finaliza seu desenvolvimento, mas reestrutura-se, reorganiza-se constantemente. Ideias novas sobre a cognição e o desenvolvimento podem dar novas direções para a educação

E se tratando de relacionar a Neurociência e a Matemática, Lins, Delpino E Nicola (2021), a partir de uma revisão bibliográfica, buscaram indicar papéis da neurociência cognitiva ao professor e a escola para combater o estigma de que aprender matemática é complexo.

Os autores discorrem que o educador preocupado em oferecer qualidade na aprendizagem do aluno deverá preparar-se através de formações, técnicas e estudos.

Mas que, não basta aprender como o cérebro funciona, é necessário compreender como cada aluno aprende. E é preciso que haja intervenção pedagógica que afaste o mito de que para aprender Matemática precisa de dom, para que desse modo os estudantes estejam abertos a uma nova forma de aprender Matemática.

Evidenciando que o professor fundamentado nos estudos da neurociência, está preparado para entender que não existe ninguém incapaz de aprender Matemática e assim enriquecer sua prática.

Sendo assim, vale ressaltar que esta pesquisa não se aprofundou na dificuldade que os alunos diagnosticados com TDAH, TEA, discalculia, entre outros, possuem ao estudar Matemática, cabendo um excelente campo para estudos futuros.

Portanto, o objetivo geral dessa pesquisa foi alcançado, pois investigou-se as contribuições dos estudos sobre neuroplasticidade na desmitificação da crença que nem todos são capazes de aprender Matemática e os objetivos específicos também, pois investigou-se as relações entre a neuroplasticidade e o ensino da Matemática e apontou-se as contribuições dessas relações para o ensino da Matemática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa abordou as contribuições que os estudos da neurociência sobre a plasticidade cerebral trouxeram para a desmitificação da crença de que a Matemática é para poucos. A descoberta de que o cérebro não é estático mudou o que se pensava sobre capacidade e aprendizagem.

Primeiramente buscou-se mostrar como a Matemática é vista pelos estudantes do Ensino Médio, como eles se veem em relação a essa disciplina quanto a sua capacidade de aprendê-la e como isso afeta sua relação com ela.

Em seguida foi realizada uma pesquisa sobre a descoberta da neuroplasticidade, demonstrando como o avanço da tecnologia contribuiu para que fossem feitos exames de neuroimagem e pudessem mapear o cérebro no momento de suas atividades

Após, a constante evolução da neurociência, percebeu-se sua contribuição para diversas áreas, especialmente a educação, surgindo, assim, a Neuroeducação, que traz uma abordagem interdisciplinar entre as áreas da neurociência, psicologia e educação.

Consequentemente, foi necessário buscar as colaborações que as pesquisas sobre Neuroeducação trouxeram para a sala de aula, especificamente para a Matemática. Demonstrando que não há “cérebro matemático”, portanto todos são capazes de aprender Matemática.

Desse modo, percebeu-se que se o professor conhecer os estudos sobre Neuroeducação e relacioná-los com as aulas de Matemática, poderá ajudar seus alunos a vivenciarem experiências maiores e melhores, tornando o processo de ensino-aprendizagem prazeroso.

Nesse sentido, para que o professor adquira esse conhecimento é preciso que ele busque cursos e pesquisas publicadas sobre Neuroeducação, mas ainda há pouco trabalho desenvolvido que interligue Neuroeducação e matemática, como visto no quadro apresentado só há um na plataforma Scielo. Para tal é necessário que sejam realizados mais estudos que relacionem essas áreas e demonstrem os benefícios que podem trazer para o ambiente educacional. Isso geraria benefício para que os estudantes deixem de temer a Matemática e saibam que são capazes de aprendê-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOALER, Jo; WILLIAMS, Cathy; CORDERO, Montserrat. **VER PARA ENTENDER: A importância da matemática visual para o cérebro e o aprendizado.** 22 p. Disponível em: https://www.youcubed.org/wpcontent/uploads/2018/05/COD12_Seeing_as_Understanding_PORTUGUESE_logo_v2GA-1.pdf. Acesso em: 31 jan. 2022

BOALER, Jo. **O que a matemática tem a ver com isso?** Como professores e pais podem transformar a aprendizagem da matemática e inspirar sucesso/ Jo Boaler; tradução: Daniel Bueno; revisão técnica: Fernando Amaral Carnáuba- Porto Alegre: Penso, 2019.

BOALER, Jo. **Mentalidades matemáticas**: estimulando o potencial dos alunos por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador / Jo Boaler; tradução: Daniel Bueno; revisão técnica: Fernando Amaral Carnaúba, Isabele Veronese, Patrícia Cândido. - Porto Alegre: Penso, 2018.

BRANQUINHO-SILVA, Aline. **Neurociência e aprendizagem**: compreender o cérebro para aprender mais e melhor/ Aline Branquinho-Silva.– Brasília, DF: 2016. 55

CARVALHO, F. T. d. (2010). **Neurociências E Educação**: Uma Articulação Necessária Na Formação Docente. *Trab. educ. saúde*, 3(8), 537-550

CONSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. – Porto Alegre, 2011

DE BORTOLI, Bruno; TERUYA, Teresa Kazuko. **Neurociência e Educação**: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. *Imagens da Educação*, v. 7, n. 1, p. 70, 2017.

DE OLIVEIRA, Cristiano Lessa. **Um apanhado teórico** - conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Travessias*, v. 2, n. 3, 2008

DOIDGE, Norman. **O cérebro que se transforma** [recurso eletrônico] / Norman Doidge; tradução Ryta Vinagre.- 1. ed. – Rio de Janeiro: Record, 2016

FERRARI, E. A. de M.; TOYODA, M. S. S.; FALEIROS, L.; CERUTTI, S. M. **Plasticidade neural**: relações com o comportamento e abordagens experimentais. *Psicologia: Teoria e Prática*, v. 17, n. 2, p. 187-194. 2001

GUARDINI, Maria Cristina Serafim. **Competências numéricas e mentalidade de crescimento**: conectando alunos da educação básica com a Matemática. Palhoça, 2021. 93 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade do Sul de Santa Catarina, campus UnisulVirtual

GUERRA, Leonor Bezerra. **O diálogo entre a neurociência e a educação**: da euforia aos desafios e possibilidades. *Revista Interlocução*, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0102-37722001000200011> .Acesso em: 2 fev. 2022.

LENT, Roberto *et al.* **Ciência para educação**: uma ponte entre dois mundos. Atheneu, 2017

LINS, Fernanda Almeida; DELPINO, Vania Aparecida Borim Moretto; NICOLA, Celso Henrique. **As contribuições da neurociência na desmistificação da Matemática no contexto escolar**. *Revista Eletrônica da Educação*, v. 4, n. 1, p. 105-126, 2021.

MATOS, Diego; GIRALDO, Victor; QUINTANEIRO, Wellerson. **Por Matemática (s) Decoloniais**: vozes que vêm da escola. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 35, p. 877-902, 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). **Pesquisa social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. **Neurociências e os processos educativos**: um saber necessário na formação de professores. *Educação*. UNISINOS, p. 13-24, 2014.

PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. **Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática**: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. *Revista Principia*, João Pessoa, v. 38, p. 105-119, 2018..

RATO, Joana; CASTRO-CALDAS, Alexandre. **Neurociências e educação**: Realidade ou ficção?. 2010.

ROSAT, R. M., TIMM, M. I., ZARO, M. A., MEIRELES, L. O. R., SPINDOLA, M., de Azevedo, A. M. P., & BONINI-ROCHA, A. C. (2010). **EMERGÊNCIA DA NEUROEDUCAÇÃO**: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. *Ciências & Cognição*, 15(1), pp. 199-210.

SANTOS, Silvano Messias dos; ALMEIDA, Inês Maria Marques Zanforlin Pires de. **Medo da Matemática e trauma na relação com aprender**: uma leitura psicanalítica. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v.36, N.74, p.1273-1292, 2022.

TATTO, F.; SCAPIN, I. J. **Matemática: por que o nível elevado de rejeição?** *Rev. Ciênc. Hum. Educ., Frederico Westphalen, RS*, v. 5, n. 5, p. 1-14, 2004

TRIENTA, F. T. *et al.* **Metodologia da pesquisa bibliográfica...multicritério de apoio à decisão.** *Production*, v.24, n.3, p.508-520, July/Sept. 2014

ZANELLA, Andréa Vieira. **Zona de desenvolvimento proximal**: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. *Temas em psicologia*, v. 2, n. 2, p. 97-110, 1994.