

A Neurociência e o Ensino da Matemática para Jovens e Adultos: uma revisão da literatura

Veronica A. Chaves¹, Diana F. Adimatti², Catia S. Machado³

Programa de Pós-Graduação de Modelagem Computacional - Universidade Federal de Rio Grande (FURG)
Caixa Postal 474 - 96.201-900 - Rio Grande - RS - Brazil

²Institute of Mathematics, Statistics, and Physics (IMEF) - of the university.

³Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF)

Universidade Federal de Rio Grande (FURG) - Rio Grande, RS - Brazil

almeidachavees@gmail.com, dianaadamatti@furg.br, catiamachado@furg.br

***Abstract.** The aim of this study is to conduct a literature review to explore the guidelines of the National Curriculum Parameters (PCNs) for Mathematics, with the goal of promoting effective learning of mathematical concepts in the context of Youth and Adult Education (EJA). To achieve this objective, the contributions of Neuroscience and its relevant role in education were considered. According to Flor and Carvalho (2011), neuroscience provides insights into learning and the importance of the brain in this process. Therefore, the research investigated 15 studies that supported the potential of Neuroscience to enhance mathematical concepts.*

***Resumo.** O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura com o propósito de explorar as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) da disciplina de Matemática, com foco na promoção de uma aprendizagem efetiva dos conceitos matemáticos na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Para alcançar esse objetivo, foram consideradas as contribuições da Neurociência e o seu relevante papel na área da educação. De acordo com Flor e Carvalho (2011), a neurociência fornece informações importantes sobre o processo de aprendizagem e a relevância do cérebro nesse contexto. Nesse sentido, a pesquisa investigou 15 trabalhos que fundamentaram o potencial da Neurociência para aprimorar os conceitos matemáticos.*

1. Introdução

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs de Matemática (1998) uma aprendizagem efetiva ocorre por meio da contextualização, da resolução de problemas, do uso de recursos tecnológicos, da diversificação de estratégias de ensino, entre outros.

Conforme Piovesan e Zanardini (2008), a disciplina de Matemática traz grandes dificuldades quanto ao ensino-aprendizagem tanto para alunos como para professores. Nesse sentido, aparecem lacunas quanto às abordagens dos conteúdos adotadas em sala de aula com relação aos conceitos matemáticos e o cotidiano do aluno, de maneira que, por vezes, o ensino de Matemática é caracterizado por ser um conhecimento abstrato, desafiador e para poucos.

A busca por novas metodologias para o ensino e aprendizagem de matemática

são eventos substanciais para se tornar efetivo à construção do saber científico, de modo a não conceber um ensino sem significados com respostas acabadas, mas uma proposta que envolva o aluno a interagir os conceitos abstratos com sua realidade. À vista disso, a valorização de propostas que possam fortalecer o ato de ensinar e o ato de aprender matemática é indispensável para promover o engajamento dos conteúdos e que contemplem o pensamento matemático de forma plena, levando a compreensão do conhecimento com significados [PONTES et al., 2021].

Para considerar a Educação de Jovens e Adultos (EJA) é necessário compreender o cenário atual, que visa atender um público heterogêneo, cuja faixa etária destoa do panorama regular. Conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional [LDBEN, 1996], no artigo 37, “A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade aos estudos nos ensinos fundamental e médio na idade própria e constituirá instrumento para a educação e a aprendizagem ao longo da vida” [Redação dada pela Lei n.º 13.632, de 6 de março de 2018].

Para evidenciar as dificuldades da modalidade EJA é preciso refletir, buscar e criar intervenções que minimizem o alto índice de reprovação e defasagem de conhecimentos básicos da disciplina de Matemática. Segundo Macedo (2017), ainda é precário o interesse pela escola e pelo ensino de Matemática nesta modalidade de ensino.

Assim é necessário que o professor de Matemática utilize métodos para tornar as suas aulas mais atraentes e prazerosas, estimulando o interesse dos alunos da modalidade EJA pelos conceitos matemáticos, tornando-os mais relevantes e compreensíveis. Pontes (2018), afirma que o papel do professor é de mediador do conhecimento, sendo capaz de romper com as metodologias tradicionais e desenvolver propostas ousadas e modernas, permitindo que os estudantes se utilizem dos seus conhecimentos lógicos e criativos. Essa questão ganha ainda mais relevância quando pensamos em uma sala de aula com muitos alunos, cada um com suas próprias características individuais, interesses e habilidades distintas.

Para Santos e Sousa (2016)

A EJA é uma modalidade de ensino muito diversificada, os estudantes desta modalidade possuem habilidades e talentos que podemos usar como ferramentas para promover a interação e a troca de conhecimentos entre eles, gerando motivação para que possam superar as próprias limitações e motivando um ao outro por meio da valorização mútua.

Dessa forma, traçar estratégias efetivas que corroborem com os sujeitos da modalidade EJA possibilitará reduzir as disparidades dessa clientela para tornar o conhecimento matemático igualitário a todos. Assim, surge o estudo da Neurociência que aliada com a educação permite explorar o entendimento de como o cérebro processa as informações recebidas, para que o conhecimento seja concretizado.

Para Vizzotto (2019), a Neurociência tem uma importante função na compreensão da estrutura, organização e funcionamento do cérebro humano. Devido ao relevante estudo da Neurociência, Martins e Almeida (2019) acreditam que o professor precisa conhecer e se beneficiar das contribuições dessa ciência na área de ensino de Matemática, com o propósito de empregar metodologias que contemplem a construção dos conhecimentos.

Nesse sentido, propõe-se neste artigo uma revisão de literatura, de modo a considerar como as contribuições da Neurociência podem ser primordiais para a modalidade EJA em relação à aprendizagem, especificamente quanto aos ensinamentos matemáticos, convergindo para os eixos da Neurociência e Educação, Neurociência Cognitiva e Plasticidade Neural.

O presente artigo está dividido em cinco seções. Na primeira seção é apresentada

a introdução. Na seção dois, explora-se o referencial teórico sobre Neurociência e Educação, Neurociência da Cognição e da Plasticidade Neural. Enquanto que na seção três tem-se a metodologia adotada que servirá como base ao detalhamento do estudo bibliográfico que será realizado na seção quatro. Ainda na seção quatro serão apresentados os resultados e discussões. Por fim, na seção cinco serão feitas as considerações finais.

2. Referencial teórico

Nesta seção será exposto o referencial teórico do trabalho, no contexto da Neurociência e seus principais eixos, destacando seus conceitos e princípios.

2.1 Neurociência e Educação

Conforme Rato e Caldas (2010) a neurociência e a educação caracterizam-se por ter uma relação direta, que no âmbito científico não é tão simples definir. A neurociência é a ciência que estuda o cérebro, enquanto a educação se concentra no ensino e na aprendizagem.

Atualmente, a neurociência tem demonstrado que os processos cerebrais da aprendizagem fornecem compreensões valiosas para melhorar a educação, desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e identificar intervenções adequadas para dificuldades de aprendizagem. Flor e Carvalho (2011) afirmam que a neurociência revela informações sobre a aprendizagem e a importância do cérebro nesse processo. A conexão entre as regiões cerebrais forma a mente, que é influenciada pela história de vida de cada indivíduo.

Cardoso e Muszkat (2018) destacam que a aprendizagem é uma interação complexa entre o ambiente, as emoções e os processos cerebrais. Compreender e considerar esses diferentes aspectos pode auxiliar na criação de ambientes educacionais mais efetivos, que promovam uma aprendizagem significativa e prazerosa.

A neurociência aplicada à educação destaca a conexão fundamental entre o cérebro, o ensino e a aprendizagem. Ambas as áreas estão interligadas na busca por práticas educacionais eficazes e no entendimento do funcionamento do cérebro durante o processo de aprendizagem.

De acordo com Guerra (2011) os novos estudos podem fornecer conhecimentos “[...] sobre as capacidades e limitações do cérebro durante o processo de aprendizagem, a neurociência pode ajudar a explicar porque alguns ambientes funcionam e outros não [...]”.

Portanto, a perspectiva da Neurociência aplicada à educação enfatiza a interconexão entre o cérebro, o ensino e a aprendizagem, buscando utilizar os conhecimentos neurocientíficos para aperfeiçoar os processos educacionais e promover uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

Dessa forma, a neurociência e a educação estão intimamente relacionadas. Ao aplicar os conhecimentos neurocientíficos, é possível criar ambientes educacionais mais adequados e melhores estratégias de ensino para alcançar maior eficácia. Em suma, a neurociência aplicada à educação apresenta uma perspectiva propícia para otimizar a educação, ampliando o potencial de aprendizagem dos estudantes.

1.1. Neurociência Cognitiva

De acordo com Basto e Alves (2013), a neurociência cognitiva é uma subdivisão da neurociência, a qual aborda os processos cognitivos complexos como as funções mentais superiores que envolvem pensamento e suas complexas relações com as estruturas de linguagem, aprendizagem e as influências do mundo exterior. Esta ciência destina-se a estudar a capacidade do cérebro em aprender, armazenar e processar as informações.

Nessa abordagem é importante ressaltar o papel crucial do cérebro e sua relação com a educação na aprendizagem dos indivíduos. Huang (2017) afirma que o cérebro é dividido em dois hemisférios, cada um contendo seis lobos distintos: frontal, temporal, parietal, occipital, a ínsula que está oculta, além do límbico (sistema límbico). A Figura 1 mostra a imagem de um cérebro e a divisão de seus hemisférios.

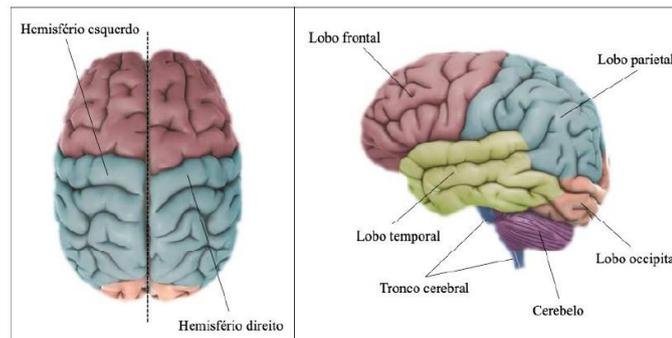


Figura 1: (imagem encefálica recolhida de <http://www.g2conline.org/2022>)

Dessa forma, a colaboração da neurociência na educação está focada nas intervenções de práticas pedagógicas pertinentes que estimulem o cérebro, atentando-se a sua funcionalidade produtiva.

1.2. Plasticidade Neural

A plasticidade neural, ou neuroplasticidade, está ligada à capacidade de mudanças do sistema nervoso central. Para Relvas (2015) a plasticidade ocorre de três maneiras distintas: no desenvolvimento normal do cérebro ao longo da vida, como resposta às experiências vivenciadas e como uma reação adaptativa às lesões, entretanto esse artigo atentar-se-á para o desenvolvimento de um cérebro normal.

O indivíduo desenvolve a sua plasticidade neural positivamente quando exposto a estímulos favoráveis que ajudam a ativação de novas conexões, ou seja, a estrutura funcional do cérebro capta, organiza e reorganiza o conhecimento dado pela experiência ocorrida no ambiente que está inserido. Para Relvas (2015), os estímulos do ambiente afetam a plasticidade e a aprendizagem, a qual envolve mudanças duradouras no sistema nervoso central, resultantes da exposição a estímulos e experiências de vida. A plasticidade é maior nos primeiros anos de vida, diminui com o passar do tempo, mas permanece por toda existência.

Sant'Ana (2015), garante que o desenvolvimento mental e cerebral se dá por meio de diversas atividades estimulantes, e a aprendizagem é alcançada através das conexões neurais, que dependem da qualidade da intervenção pedagógica para solidez dos ensinamentos. Nesse sentido, para Souza e Nogueira (2017) as estratégias de aprendizagem bem-sucedidas consideram como o cérebro aprende, valorizando a repetição, a elaboração e a consolidação, se utilizando de diferentes canais de acesso e processamento da informação. Dessa forma, a compreensão e aplicação dos princípios da plasticidade neural no contexto educacional podem potencializar a aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e promovendo experiências educativas enriquecedoras ao longo da vida.

3. Metodologia Adotada

A metodologia adotada para esta revisão de literatura foi de cunho narrativo. O objetivo foi explorar e analisar criticamente, na literatura existente e contribuição da Neurociência para a disciplina de Matemática, visando atender de modo efetivo a aprendizagem dos conceitos matemáticos na modalidade EJA.

A pesquisa científica se utilizou diversos materiais, como livros, revistas, dissertações e teses disponíveis em bibliotecas virtuais, entre outros recursos. A busca de informações foi realizada em uma base de dados abrangendo o período de 2018 a 2021, com foco em trabalhos publicados nacionalmente. Foram inseridas palavras-chave relevantes, como Neurociência, Aprendizagem, Cognição e Análise dos sinais cerebrais, nas plataformas Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES.

Além disso, para este estudo, foram selecionados 15 trabalhos que forneceram insights sobre a contribuição da Neurociência para a educação, a aprendizagem e o processamento de informações pelo sistema neural, especialmente por meio dos sinais cerebrais. Dessa forma, esses trabalhos foram analisados e contribuíram para a compreensão do tema e a elaboração das conclusões do estudo.

1. Estudo Bibliográfico

O estudo bibliográfico apresenta uma análise de conteúdos expressos em trabalhos científicos de forma detalhada e estruturada com relação à Neurociência, apontando a sua interligação às demais áreas dos saberes de modo a contribuir na diluição das lacunas deixadas durante o processo de ensino aprendizagem. Além disso, busca-se também identificar os parâmetros, variações e detecções de impulsos (sinais cerebrais) determinados com utilização do equipamento Eletroencefalograma (EEG), capazes de fomentar experiências positivas no indivíduo avaliado.

Com essa investigação primária é pretendido conhecer os métodos pertinentes que são utilizados para compreender o funcionamento do cérebro conforme a captação dos sinais cerebrais possibilitando desenvolver melhores técnicas dentro do processo ensino aprendizagem.

Essa investigação tem por finalidade dar suporte metodológico para que futuramente seja à base de sustentação de uma proposta de estudo inovadora que auxilie o público do Ensino para Jovens e Adulta (EJA) quanto ao aprendizado de conteúdos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental.

Diante disso, apontar algumas das principais produções científicas que cooperam fidedignamente, para dar embasamento a este construto, possibilitando identificar o crescimento acerca do tema Neurociência, ensino-aprendizagem, estimulação da cognição e as implicações favoráveis com a utilização da eletroencefalografia.

Os trabalhos científicos analisados estão apresentados na Tabela 1, e estão numerados de 1 a 15.

Tabela 1: Artigos analisados.

N.º	Ano	Autor (a)	Título
1	2021	DOS SANTOS CASTRO	Contribuição da Neurociência para o desenvolvimento das habilidades aritméticas na perspectiva da educação inclusiva.
2	2021	CONCEIÇÃO; AMORIM	A Neurociência e a aprendizagem significativa atuando na formação do Educador da Educação de Jovens e Adultos.
3	2020	TOLEDO	Neurociência cognitiva e aprendizagem Matemática: diálogos possíveis.

4	2020	ALVARENGA	Contribuições das Neurociências para a Educação Matemática.
5	2020	MOURA-SILVA	O impacto da neurociência na identidade profissional do professor que ensina matemática.
6	2019	DA SILVA; SCHEFFER	Aprendizagem matemática com jogos digitais online: um estudo fundamentado a partir da Neurociência.
7	2018	CARDOSO; MUSZKAT	Aspectos neurocientíficos da aprendizagem matemática: explorando as estruturas cognitivas inatas do cérebro.
8	2018	MARQUES	Multi-Numeramentos em smartphones de alunos do Ensino Médio sob telas da neurociência.
9	2018	CONCEIÇÃO	As Contribuições do Estudo da Afetividade para a Melhoria do Processo Ensino- Aprendizagem, nas Classes da EJA, Considerando a Perspectiva da Neurociência.
10	2020	RAMOS <i>et al.</i>	Análise dos ritmos cerebrais de eletroencefalografia no processo de leitura.
11	2020	MOURA-SILVA <i>et al.</i>	Bases Neurais da Ansiedade Matemática: implicações para o processo de ensino-aprendizagem.
12	2019	KLIPPEL <i>et al.</i>	Atividades pedagógicas neuroeducacionais: eletroencefalografia na Educação de Jovens e Adultos no Instituto Federal do Espírito Santo – Brasil.
13	2019	FÉLIX <i>et al.</i>	O ensino do pensamento computacional em séries finais do ensino fundamental: uma proposta embasada na neurociência.
14	2019	BOS <i>et al.</i>	Revisão da tecnologia interface cérebro computador: uma perspectiva educacional.
15	2019	MAGALHÃES <i>et al.</i>	Avaliações de estimulações cognitivas baseadas no EEG.

Fonte: Dados da pesquisa

De modo geral, embora o objetivo dos artigos tragam peculiaridades, todos têm em comum o propósito de demonstrar a relevância da Neurociência para um ensino efetivo e melhoramento de desempenho dos discentes. Cada trabalho aponta no sentido da compreensão das conexões cerebrais, estudando o processamento de informações através dos sinais cerebrais obtidos com EEG.

Os artigos 1, 2, 4 e 10 discorrem sobre a neurociência do ponto de vista educacional para o melhoramento no desempenho em Matemática, evidenciando correlação e métodos de intervenção para auxiliar na aprendizagem baseado na estrutura cerebral dada relação do processamento numérico. Já os artigos 3, 5, 6, 7, 8 e 12 realizam reflexões quanto aos saberes neurocientíficos, no contexto das práticas pedagógicas na perspectiva da aprendizagem dos conceitos matemáticos com a

corroboração da Neurociência Cognitiva, trazendo impactos para a identidade do professor que ensina Matemática refletir nas mudanças de paradigmas metodológicos.

Os artigos 9 e 11 utilizaram jogos digitais e dispositivos móveis para verificar a ativação das funções cognitivas de atenção e memória, possibilitando a emersão de múltiplas práticas de numeração.

Finalmente, os artigos 14 e 15 trazem como principal objetivo o método de monitoramento EEG na quantificação de sinal eletroencefalográfico, considerando os ritmos, a ativação do cérebro com o intuito de verificar a região cerebral potencializada durante o processo de ensino-aprendizagem, os artefatos tecnológicos interativos e os processos cognitivos. Assim, o artigo 13 fornece uma revisão sistemática literatura que investiga a correlação neural dos indivíduos com ansiedade matemática. As informações acima podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Objetivos dos trabalhos selecionados

N.º	Objetivos
1	Propõe a apresentar pesquisas sobre o processo de desenvolvimento cerebral, em especial o desenvolvimento das habilidades matemáticas, correlacionando- os a métodos de intervenção possíveis e factíveis no contexto educacional que poderão auxiliar na aprendizagem matemática, com especial atenção à educação inclusiva. Um melhor domínio sobre os mecanismos biológicos da aprendizagem, em especial a aprendizagem matemática.
2	Ampliar o olhar reflexivo do professor, com os saberes neurocientíficos para o desenvolvimento da prática pedagógica contextualizada.
3	Apresentar diálogos da literatura com o tema e um panorama sobre como a Educação Matemática tem aberto espaço para as pesquisas que trazem contribuições para a aprendizagem de matemática por meio de artefatos da Neurociência Cognitiva.
4	Investigar e compreender recentes estudos relacionados à aprendizagem matemática sob o ponto de vista biológico cerebral. Abre-se uma reflexão sobre novas linhas de estudos, os quais podem e deve estar concatenadas com as Teorias de Aprendizagem, em especial matemática.
5	Discutir o impacto que a neurociência cognitiva pode trazer para a identidade do professor que ensina matemática e como isso pode estabelecer mudanças paradigmáticas em suas práticas pedagógicas. Para tanto, conceituo “identidade docente” destacando o papel do discurso, do contexto e da comunidade de prática integradas por professores e neurocientistas como eixos de impacto na identidade profissional.
6	Verificar as funções cognitivas de atenção e memória de estudantes em atividade com jogos digitais online de Matemática. Para tanto, subsídios teóricos relacionados aos jogos digitais, à Educação Matemática e à Neurociência Cognitiva foi elementar.
7	Discutir aspectos relacionados à aprendizagem matemática sob a ótica das neurociências, destacando achados de pesquisas relacionadas a este tema.
8	Investigar a inserção de dispositivos móveis em aulas que envolvam cálculos, com o propósito de investigar a possibilidade de emersão de múltiplas práticas de numeramento com alunos. Sob uma abordagem baseada em uma dinâmica de ensino orientada pelas demandas dos estudantes, foi criado um grupo no WhatsApp. Com pressupostos da neurociência, como processo de formação de imagens, foram usados para dar subsídios que permitissem analisar como os estudantes resgatam, manipulam, formam novas imagens e as oferecem (ou não ao domínio público, a partir da interação com um objeto, mediada por múltiplos recursos, inclusive digitais, mais especificamente pelo smartphone).

9	Promover reflexões sobre a influência da afetividade no processo de aprendizagem, possibilitando a ressignificação da prática pedagógica dos professores em sua relação com os alunos da EJA a partir das bases neurocientíficas.
10	Verificar se, por meio de três quantificadores distintos, o sinal eletroencefalográfico medido em repouso difere do sinal medido durante o processo de leitura, especialmente considerando os ritmos rápidos, gama e supergama, assim como ocorreu nos ritmos clínicos delta e beta.
11	Fornecer uma Revisão Sistemática da literatura recente, visando apresentar estudos que investigaram os correlatos neurais de indivíduos com Ansiedade Matemática, destacando implicações para o processo de ensino e aprendizagem.
12	Analisar os resultados de duas atividades pedagógicas distintas de um mesmo conteúdo educacional por meio de técnicas de medidas de ativação cerebral durante a sua execução no Eletroencefalograma (EEG), com a intenção de identificar as regiões cerebrais mais potencializadas durante o processo de ensino-aprendizagem de alunos do Proeja no Instituto Federal de Educação do Espírito Santo (Ifes) no Brasil e comparar estes resultados com a visão subjetiva dos sujeitos no que concerne ao seu aprendizado em termos de memória, percepção e atenção.
13	Identificar as áreas do cérebro que são ativadas antes e depois de um curso de aprendizado de lógica computacional, através de uma ferramenta com fundo educacional com estrutura interativa, Scratch, com público alvo em crianças do ensino fundamental.
14	Descrever o potencial uso de sensores EEG no uso em educação com interfaces da computação. O sensor é utilizado principalmente em alguns tópicos de pesquisa; comportamento interativo, atenção, aprendizagem e entretenimento.
15	Analisar a maneira como os processos cognitivos alteram o traçado do EEG.

Fonte: Dados da pesquisa

Os artigos 1, 2, 4 e 10, apresentam semelhanças metodológicas, pois buscam demonstrar através de intervenções educativas o potencial da Neurociência para melhorar o desempenho em Matemática, baseado na estrutura cerebral dada relação aos procedimentos algébricos, explorando a necessidade de refletir sobre novas direções de pesquisa que devem estar integradas às Teorias de Aprendizagem, especialmente na área da matemática. No entanto, os artigos 3, 5, 6, 7, 8 e 12, identificam-se reflexões quanto contundentes de cunho neurocientíficos que reverberam no contexto das práticas pedagógicas em corroboração da Neurociência Cognitiva na perspectiva da aprendizagem dos conceitos matemáticos atrelados as diversas conexões das redes neurais, fazendo que no cenário atual emergja tal reflexão em mudanças de paradigmas metodológicos para o efetivo conhecimento.

Já os artigos 9 e 11, apresentam uma reflexão e revisão de literatura respectivamente, sobre a influência da afetividade na prática pedagógica dos professores da EJA com base na neurociência e sobre correlatos neurais da Ansiedade Matemática e suas implicações na educação.

Nos artigos 14 e 15, ocorre a formalização significativa da aplicação do método de monitoramento EEG, evidenciando sua potencialidade para a educação. Os processo e estímulos na interface do computador permite ratificar através dos impulsos a região cerebral ativada durante o processo de ensino-aprendizagem. Com tudo, o artigo 13 explora uma revisão sistemática literatura que investiga as relações fisiológicas dos indivíduos com ansiedade matemática. A Tabela 3 demonstra a síntese das metodologias dos artigos selecionados.

Tabela 3: Metodologia utilizada nos trabalhos selecionados.

N.º	Metodologia
1	Suporte metodológico que possibilitará ao educador obter o pleno desenvolvimento de sua ação pedagógica, auxiliando na seleção da melhor estratégia a ser aplicada na educação inclusiva. Os estudos mostrados neste artigo apontam para a relevância da integração entre neurociência e educação matemática e sua contribuição para os desafios presentes na sala de aula, em especial para uma educação mais inclusiva.
2	Utiliza uma abordagem qualitativa, considerando a pesquisa bibliográfica como complemento ao estudo investigativo.
3	Faz um diálogo com referências bibliográficas acerca das possíveis contribuições da Neurociência Cognitiva para a aprendizagem matemática. Em seguida trazem-se evidências de pesquisas contemporâneas que foram apresentadas em “territórios legitimados” da Educação Matemática.
4	Apresenta alguns resultados de pesquisas que, por meio de softwares como Brain Vision Analyzer, BioSemi Active Two system, eletrodos, Ressonância Magnética Funcional, Tractografia, Tomografia por Emissão de Pósitrons, aliados aos métodos estatísticos, como Análise de variância, análise multivariada da variância e Correção de Bonferroni, e testes elaborados especialmente para tal análise conseguem mapear alguns comportamentos e processamentos das informações matemáticas. Além disso, indico algumas zonas de ativações cerebrais, quando os sujeitos são colocados frente a uma situação-problema matemática.
5	Abordagem das compreensões acerca do funcionamento cerebral, trazendo implicações importantes para o campo de inquérito da educação matemática e formação de professores. Para tanto, conceituar “identidade docente” destacando o papel do discurso, do contexto e da comunidade de prática integradas por professores e neurocientistas como eixos de impacto na identidade profissional.
6	Investigação na área de formação de professores que integre aspectos comportamentais, cognitivos e fisiológicos em relação à aprendizagem matemática, indicando a importância de uma alfabetização neurocientífica para o desenvolvimento profissional docente.
7	A pesquisa explica a relação entre o cérebro e o processamento numérico, nomeadamente, Sistema Numérico Aproximado (SNA) e Modelo do Triplo Código (MTC).
8	Com a utilização de dispositivos móveis em destaque os smartphones para inserção desses recursos nas aulas de cálculos para emersão de múltiplas práticas de numeramento com alunos do ensino médio profissionalizante, do curso técnico de eletromecânica. Os cálculos pautaram-se no uso do aplicativo gratuito MyScript Calculator.
9	A pesquisa foi realizada com professores e alunos da EJA I, com uma abordagem qualitativa sendo a mais adequada ao contexto e coerente aos objetivos propostos, para isso, foram feitas reflexões quanto à necessidade de instrumentalizar o educador com saberes contemporâneos sobre a afetividade.
10	Foram avaliados 96 sinais eletroencefalográficos medidos em voluntários neurologicamente saudáveis, em dois momentos: repouso e leitura de palavras. Cada trecho do sinal foi mensurado por três quantificadores que medem, de maneira isolada, a potência normalizada e a potência percentual, bem como a coerência entre os hemisférios direito e esquerdo. O teste estatístico de Mann-Whitney foi usado para comparar os resultados dos quantificadores em cada faixa cerebral.

11	Uma Revisão Sistemática de estudos que investigaram os correlatos neurais da Ansiedade Matemática (AM) na última década e discutimos suas implicações para o processo de ensino aprendizagem. Foram selecionadas pesquisas que avaliaram parâmetros fisiológicos da função cerebral de indivíduos com AM através de bancos de dados eletrônicos, atentando-se a critérios de inclusão e exclusão delineada. A qualidade da literatura foi analisada a partir dos 11 itens da escala de qualidade PEDro e conduzida pelo fluxograma de seleção de estudos PRISMA, resultando na inclusão de 14 estudos neurocientíficos.
12	Optou-se por uma abordagem de natureza quali-quantitativa de caráter exploratório com procedimentos técnicos e científicos baseados na pesquisa pré-experimental. O grupo dos 3 investigadores da área educacional do Ifes, campus Vitória, buscou apoio de profissionais da engenharia elétrica (1), para ajuste/uso dos equipamentos, da psicopedagogia (1), para realização do teste de bem-estar e educação (3), para vincular os procedimentos da sala de aula à neuroeducação.
13	Definição das questões norteadoras, seleção dos sujeitos pesquisados, teste de raciocínio lógico e coletas de dados, ensino lógico computacional, aplicação de um novo teste de raciocínio lógico e nova coleta de dados e por fim análise dos dados.
14	Apresenta o sensor utilizado principalmente em alguns tópicos de pesquisa; comportamento interativo, explorando através da revisão de literatura os dispositivos comerciais com interface cérebro computador no âmbito da educação, onde as atividades são não invasivas e buscam sinais neurais que auxiliem na intervenção positiva para a aprendizagem.
15	Análise relacionada ao estímulo musical desenvolvidas em um paciente, já a leitura de palavras teve um total de 96 registros analisados, sendo bastante significativo ao comparar com a literatura, visto que a quantidade de pacientes dessa pesquisa é grande. Durante a gravação dos processos cognitivos, dois eventos foram considerados, tendo eles em comum o período sem estimulação. O sinal de EEG mostrou que para os ritmos de altas frequências, durante a estimulação musical desagradável, Gama e Supergama tiveram bastante destaque, causando mais alterações que os demais ritmos, e isso também foi visto durante a leitura de palavras, comprovando que estimulações cognitivas causam alterações cerebrais significativas.

Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados se mostraram satisfatórios na maioria dos artigos, é preciso ser destacado a extrema importância em aliar a Neurociência, a Neurociência Cognitiva e a Educação para tornar a aprendizagem dos conceitos matemáticos entre outros, menos excludentes. Algumas previsões são tomadas para viabilizar de modo regular o ensino tendo em prática a capacitação continuada dos docentes em compreender estas ciências e aplicar aos discentes. Conhecer o funcionamento do cérebro suas conexões e redes neurais possibilitará, aos profissionais adequar metodologias de aprendizagem pertinentes.

O método EEG com interface com os dispositivos tecnológicos permite na contemporaneidade o acesso às áreas ativadas durante a realização de resolução de problemas, com isso é possível verificar quando uma atividade fornece experiência positiva ou negativa. Na Tabela 4 têm-se os resultados dos trabalhos observados.

Tabela 4: Resultado dos trabalhos.

N.º	Resultados
1	O artigo aponta para a relevância da integração entre neurociência e educação matemática e sua contribuição para os desafios presentes na sala de aula, em especial para uma educação mais inclusiva. Para tanto, se faz necessário que a neurociência seja cada vez mais considerada e integrada nas formações iniciais e continuadas.
2	Evidencia a necessidade formativa de professor observar os conhecimentos neurocientíficos; considera a prática vivencial como sendo importante na garantia da qualidade da aprendizagem significativa; fortalecer as especificidades da EJA como elementos da formação cidadã.
3	Percebe-se que há uma emergência na descoberta de novas informações sobre o funcionamento do cérebro enquanto ocorre a aprendizagem matemática e, simultaneamente, a área de Educação Matemática tem aberto espaço para novas discussões acerca do que as pesquisas em Neurociência Cognitiva têm desenvolvido.
4	O trabalho surge como uma nova possibilidade para nos ajudar a entender o processamento do conhecimento matemático e implementar práticas que possam melhorar a aprendizagem, de modo a fomentar a reflexão entre a Educação Matemática e as Neurociências Cognitivas.
5	Discussão neurocientíficos podem influenciar a prática profissional docente a partir das três classificações propostas por Smedt e Grabner (2015), a saber: conhecimento neurológico, neuropredição e neurointervenção.
6	Evidenciam que o estudante ao interagir com os jogos digitais, mantém a atenção sensorial/mental voltada à atividade, fazendo uso da memória de trabalho e dos processos de evocação e consolidação de memória permanente, o que garante que estes jogos são aliados da aprendizagem matemática.
7	Enfatiza que a estimulação precoce do senso numérico aliada à formação de professores especializados na identificação das competências quantitativas (matemáticas) básicas e específicas para cada fase do desenvolvimento deverá ser apreciado pelos gestores de políticas educacionais.
8	Revela múltiplas formas de numeramento possibilitadas pelo emprego de recursos distintos na dinâmica de ensino proposta, cujo diálogo com os estudos sobre letramento, multiletramento e numeramento nos conduziu à conjectura de um novo construto, o multinumeramento.
9	Evidencia que o tipo de relação entre professor e aluno influencia na qualidade da aprendizagem; a apropriação dos conhecimentos neurocientíficos possibilitará intervenções mais adequadas no processo ensino-aprendizagem. Palavras-Chave: Neurociência na aprendizagem. Afetividade e aprendizagem. Formação docente. Educação de Jovens e Adultos.
10	Os ritmos gama e supergama apresentaram comportamento mais distinto entre os momentos analisados (repouso e leitura) que os ritmos clinicamente analisados.
11	Os efeitos da AM estão associados a uma menor ativação cortical já durante os

	estágios iniciais do processamento de estímulos numéricos, independente da complexidade da tarefa. Implicações para guiar a prática do professor que ensina Matemática são discutidas à luz das evidências.
12	Mostraram a influência do tipo de atividades pedagógicas na atividade cerebral, discutido com a contribuição da Neuroeducação.
13	Percebeu-se, conforme as imagens puderam ratificar, a diferença entre as áreas cerebrais ativadas durante a pré e a pós-capacitação. Tal fator pode acarretar uma melhora na resolução de problemas do cotidiano, e ainda nas disciplinas da escola.
14	O uso de sensores para o mapeamento da atividade cerebral são ferramentas importantes para ajudar professores durante o processo de ensino, pois durante a aplicação do conteúdo é possível verificar a atenção ou não por parte do aluno e alterar a sua prática.
15	Analisou-se que os sinais de EEG e ECG durante o processo de estimulação musical agradável proporcionam alterações vistas nos seus traçados, e essas alterações foram estabelecidas nesse sentido: durante o estímulo a frequência cardíaca do indivíduo aumentou e que a região direita do cérebro durante um estímulo agradável, ativa mais a onda Delta.

Fonte: Dados da pesquisa

Tais artigos confirmam a importância da Neurociência e da técnica EEG para a Educação, garantindo um processo de ensino e aprendizagem mais inclusivo, onde se verifica que existem fatores que são capazes de favorecer ou impulsionar a aquisição de habilidades e competências dos alunos, que por vezes não é alcançável na modalidade da EJA.

2. Considerações Finais

Em geral, a pesquisa traz uma síntese interpretativa dos objetivos, metodologias e resultados de distintas produções científicas, que servirão de suporte para a construção de um projeto de intervenção nas aulas de Matemática na modalidade da EJA.

Uma das limitações deste estudo refere-se ao fato de tratar apenas de trabalhos no âmbito nacional, pois a EJA é uma modalidade de ensino desenvolvida no Brasil para atender jovens e adultos que, em sua maioria, evadiram dos bancos escolares ou até mesmo nunca o frequentaram.

Assim, as investigações aqui abordadas sustentam o papel fundamental da Neurociência e as suas demais ciências no ramo da Educação, demonstrando o potencial do cérebro em aprender através de experiências positivas. Entretanto, para que isso seja efetivo, tem-se a necessidade de oferecer diferentes intervenções metodológicas para motivar e auxiliar os discentes na construção do conhecimento.

Dessa forma, percebe-se que para atrair o interesse pela disciplina de Matemática é necessário, prover atividades que estimulem mudanças no comportamento do indivíduo da Educação de Jovens e Adultos, que convirjam para suas experiências, potencializando suas habilidades e conhecimento pré-existentes, com o intuito elevar as habilidades e competências aritméticas.

Referências:

- ALVARENGA, Karly Barbosa. **Contribuições das Neurociências para a Educação Matemática**. Livro de Memórias, p. 91, 2020.
- BOS, Andreia Solange; PIZZATO, Michelle; ZARO, Milton Antônio. Revisão da Tecnologia Interface Cérebro Computador: uma perspectiva educacional. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, v. 8, n. 1, 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 27 mai. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei n. 13.632 de 06 de março de 2018. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre educação e aprendizagem ao longo da vida. Brasília, DF: MEC, 2018a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113632.htm. Acesso em: 27 mai. 2023.
- CARDOSO, Thiago da Silva Gusmão; MUSZKAT, Mauro. Aspectos neurocientíficos da aprendizagem matemática: explorando as estruturas cognitivas inatas do cérebro. *Revista Psicopedagogia*, v. 35, n. 106, p. 73-81, 2018.
- CONCEIÇÃO, H.; AMORIM, A. A Neurociência e a aprendizagem significativa atuando na formação do educador da Educação de Jovens e Adultos. *Journal of Social Sciences, Humanities and Research in Education*, v. 4, n. 1, p. 1-13, 30 jun. 2021.
- CONCEIÇÃO, Herson. *As Contribuições do Estudo da Afetividade para a Melhoria do Processo Ensino-Aprendizagem, nas Classes na Eja, Considerando a Perspectiva da Neurociência*. 2018.
- DA SILVA, Sîndia Liliane Demartini; SCHEFFER, Nilce Fátima. Aprendizagem matemática com jogos digitais online: um estudo fundamentado a partir da Neurociência. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, v. 5, n. 11, 2019.
- DE BASTOS, L. S.; ALVES, M. P. As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem. In: *Revista Práxis* v.5 n.10, p. 2, 2013.
- DOS SANTOS CASTRO, Nicole Francisca Henriques; GOMES, Vivilí Maria Silva. **CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES ARITMÉTICAS NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA**. *Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 15, n. 29, p. 36-54, 2021.
- FELIX, Douglas Furtado; BILLA, Cleo Zanella; ADAMATTI, Diana Francisca. O ensino do pensamento computacional em séries finais do ensino fundamental: uma proposta embasada nas neurociências. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 11, n. 1, p. 88-95, 2019.
- FLOR, Damaris; CARVALHO, Teresinha Augusta Pereira de. *Neurociência para educador: coletânea de subsídios para “alfabetização neurocientífica”*. São Paulo: Baraúnas, 2011.
- 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.
- HUANG, Juebin. Visão geral da função cerebral. Manual MSD. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/ptpt/profissional/dist%C3%BArbiosneuro%C3%B3gicos/fun%C3%A7%C3%A3o-e-disfun%C3%A7%C3%A3o-dos-lobos-cerebrais/vis%C3%A3o-geral-da-fun%C3%A7%C3%A3o-cerebral>. 31 de maio de 2023.

- KLIPPEL, Míriam Suély; REIS, Helaine; BUENO, Leandro. Atividades pedagógicas neuroeducacionais: eletroencefalografia na educação de jovens e adultos no Instituto Federal do Espírito Santo-Brasil. *CIAIQ*2019, v. 3, p. 209-218, 2019.
- MACEDO, Núbia Sueli Silva. A formação docente e o fenômeno da juvenilização na Educação de jovens e adultos: desafios formativos. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação de Jovens e Adultos) -Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: http://www.cdi.uneb.br/site/wp-content/uploads/2018/03/Dissert.Nubia_.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.
- MARTINS, Jorgiane Cunha Leal; DE ALMEIDA, Ilda Neta Silva. Contribuições da neurociência cognitiva para a educação no ensino superior. **Humanidades & Inovação**, v. 6, n. 9, p. 225-232, 2019. MAGALHÃES, Kaliny Alice Carvalho de Oliveira et al. Avaliações de estimulações cognitivas baseadas no EEG. 2019.
- MARQUES, Wagner da Silveira et al. **Multinumeramentos em smartphones de alunos do ensino médio sob telas da neurociência**. 2018.
- MOURA-SILVA, M. O impacto da neurociência na identidade profissional do professor que ensina matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, n. 3, 11 nov. 2020.
- MOURA-SILVA, Marcos Guilherme; TORRES NETO, João Bento; GONÇALVES, Tadeu Oliver. Bases Neurais da Ansiedade Matemática: implicações para o processo de ensino-aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, p. 246-267, 2020.
- PIOVESAN, Suceleiva Baldissera; ZANARDINI, João Batista. O ensino e aprendizagem da Matemática por meio da metodologia de resolução de problemas algumas considerações. Artigo produzido como requisito de conclusão do Programa de Desenvolvimento Educacional-PDE 2008.
- PONTES, Edel Alexandre Silva. O ATO DE ENSINAR DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. *Ensaio Pedagógico*, v. 2, n. 2, p. 109-115, 2018.
- PONTES, Edel Alexandre Silva et al. Prática educacional no ato de ensinar e aprender matemática nos anos finais do ensino fundamental por meio do processo-RICA: Raciocínio lógico, Inteligência matemática, Criatividade e Aprendizagem Educational practice in the act of teaching and learning mathematics in the final years of elementary school through the process-RICA. *Brazilian Applied Science Review*, v. 5, n. 3, p. 1411-1424, 2021.
- RAMOS, Camila Davi et al. Análise dos ritmos eletrônicos de eletroencefalografia no processo de leitura. *Einstein (São Paulo)*, v. 18, 2020.
- RATO, Joana; CASTRO-CALDAS, Alexandre. Neurociências e educação: Realidade ou ficção?. 2010.
- RELVAS, M. P. Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva. 5. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2011.
- SANT'ANA, D.M.G. PLASTICIDADE NEURAL: AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DA APRENDIZAGEM. In: CHITOLINA, C.L.; PEREIRA, J.A.; PINTO, R.H. (Org.). *Mente, Cérebro e Consciência*. 1 ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2015, v. 1, p. 73-84.
- SOUZA, A.M.O.P.; ALVES, R.R.N. **A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem**. *Revista de Psicopedagogia*, São Paulo, v. 34, n. 105/2017.
- SANTOS, C. L. S; SOUSA, C. F. Oficinas pedagógicas: valorizando e estimulando os sujeitos da EJA campo. *Revista Prática Docente*, v. 1, n. 1, p. 67-78, jul./dez. 2016.

Disponível em: <http://doi.org/10.23926/rpd.v1i1.15>, acesso em 29 de maio. 2023

SILVA, Sândia Liliane Demartini; SCHEFFER, Nilce Fátima. Os jogos digitais online na educação matemática: apontamentos da neurociência cognitiva. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2016, São Paulo.

Disponível em:
<http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6684_2995_ID.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

TOLEDO, Rogéria Viol Ferreira; LOPES, Celi Espasandin. Neurociência cognitiva e a aprendizagem de matemática: diálogos possíveis. Revista de Estudos Aplicados em Educação, v. 5, n. 9, 2020.

VIZZOTTO, Patrick Alves. A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. Revista Insignare Scientia, volume 02, n. 2, p. 150-165, 2019.