



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ANTONIA MARIA DE SOUSA FERREIRA

**NEUROEDUCAÇÃO E SUAS CONTRIBUIÇÕES COMO ABORDAGEM
INTERDISCIPLINAR PEDAGÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES FINAIS
DO ENSINO FUNDAMENTAL**

PARNAÍBA - PI

2024

ANTONIA MARIA DE SOUSA FERREIRA

NEUROEDUCAÇÃO E SUAS CONTRIBUIÇÕES COMO ABORDAGEM
INTERDISCIPLINAR PEDAGÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. *Campus Parnaíba*.

Orientador: Prof. Esp. Janete Cezar Ribeiro

PARNAÍBA - PI

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Ferreira, Antonia Maria de Sousa

F383n Neuroeducação e suas contribuições como abordagem interdisciplinar pedagógica no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental. — 2024.

44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2024.

Orientadora: Prof^a. Esp. Janete Cezar Ribeiro.

1.Ciências – Ensino fundamental. 2. Neuroeducação. 3. Ensino - Aprendizagem. I. Título.

CDD – 500

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

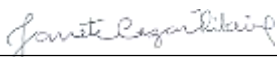
ANTONIA MARIA DE SOUSA FERREIRA

NEUROEDUCAÇÃO E SUAS CONTRIBUIÇÕES COMO ABORDAGEM
INTERDISCIPLINAR PEDAGÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado
como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de
Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Parnaíba*.

Aprovada em: 15 / 01 / 2024.

BANCA EXAMINADOR



Prof. Esp. Janete Cezar Ribeiro (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - *Campus Parnaíba*



Prof. Dra. Márcia Valéria Silva Lima
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - *Campus Parnaíba*



Me. Erotides Romero Dantas Alencar

Dedico este trabalho a Deus que me capacitou. Aos meus pais, Zeila Maria e Antônio Maria, que sempre me incentivaram e não mediram esforços para minha educação. Ao meu filho, Pedro, que foi minha motivação para superar cada desafio dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me permitiu chegar até aqui, pude sentir Seu agir me fortalecendo e capacitando em cada etapa deste curso.

Agradeço a toda minha família por acreditarem em mim, por todas as palavras de incentivo, em especial a minha Zeila Maria, minha mãe, que me deu suporte, compreensão e foi minha rede de apoio para que eu conseguisse frequentar as aulas.

Dedico essa conquista ao meu filho Pedro, que “assistiu” aula comigo na barriga. Que mesmo com tão pouca idade, entendia que estudar era importante para mim e me ajudava sempre que eu pedia ajuda.

Agradeço à minha orientadora Janete Cezar Ribeiro por me nortear durante o meu trabalho de pesquisa.

Agradeço a todos os professores e servidores do Instituto Federal do Piauí - Campus Parnaíba por todo aprendizado, incentivo, apoio, cuidado e ajuda para que eu conseguisse alcançar essa tão sonhada graduação em licenciatura em Química.

Obrigada novamente ao meu Deus. Toda honra e toda glória sejam dadas a Ele.

"Não desista de um sonho apenas pelo tempo que levará para realizá-lo.

O tempo passará de qualquer forma."

Earl Nightingale

RESUMO

O trabalho analisa as contribuições da neuroeducação como abordagem interdisciplinar no ensino de ciências, nas séries finais do Ensino Fundamental, do 5º ao 9º ano. Por meio de abordagens adequadas, o ensino de Ciências nestas séries pode proporcionar aos alunos uma compreensão aprofundada dos conceitos científicos, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de investigação. Outro ponto importante para o uso de metodologias com abordagens da neuroeducação é que os discentes podem ter diferentes tipos de dificuldades de aprendizagem, que podem ser causadas por fatores físicos, neurológicos, ambientais, familiares ou emocionais. Diante desse problema, meios eficazes precisam ser estabelecidos para enfrentar essas dificuldades e oferecer oportunidades para que os alunos adquiram conhecimento científico. Para realização deste estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica com a seleção de materiais como artigos e publicações eletrônicas embasados em conhecimentos da neuroeducação, com o objetivo de entender como os mesmos podem ser utilizados em sala de aula como uma estratégia de ensino, para auxiliar na melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências no Ensino Fundamental. A pesquisa constatou que o uso da neuroeducação como uma abordagem no ensino de ciências não apenas enriquece a compreensão sobre como se aprende, mas também abre portas para uma educação mais eficaz, centrada no aluno e fundamentada em princípios científicos.

Palavras-chave: Neuroeducação. Aprendizagem. Prática docente.

ABSTRACT

This study analyzes the contributions of neuroeducation as an interdisciplinary approach to teaching science in the later elementary grades, from 5th to 9th grade. Through appropriate approaches, science teaching in these grades can provide students with an in-depth understanding of scientific concepts, stimulating the development of critical thinking and investigative skills. Another important point for using methodologies with neuroeducation approaches is that students can have different learning difficulties, which can be caused by physical, neurological, environmental, family, or emotional factors. Faced with this problem, effective means need to be established to tackle these difficulties and provide opportunities for students to acquire scientific knowledge. To carry out this study, we conducted a bibliographical survey by selecting materials such as articles and electronic publications based on neuroeducation knowledge, aiming to understand how they can be used in the classroom as a teaching strategy to help improve the science teaching-learning process in elementary school. The research concluded that using neuroeducation as an approach to teaching science not only enriches the understanding of how people learn but also opens the door to a more effective education centered on the student and based on scientific principles.

Keywords: Neuroeducation. Learning. Teaching practice.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O crânio em ilustração no livro de Squier — peça data entre 1400 e 1530 d.C.

Figura 2: Junção dos conhecimentos da Psicologia, Educação e Neurociência.

Figura 3: Pirâmide da aprendizagem de Glasser.

Quadro 1: Princípios da neurociência com potencial de aplicação no ambiente de sala de aula

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

A. C	Antes de Cristo
D. C	Depois de cristo
DA	Dificuldade de aprendizagem
EF	Ensino Fundamental
NE	Neuroeducação
SNC	Sistema nervoso central
SNP	Sistema nervoso periférico
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
BNCC	Base Nacional Comum Curricular

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 NEUROCIÊNCIA: BREVE HISTÓRICO.	15
2.2 FUNDAMENTOS DA NEUROEDUCAÇÃO.....	18
2.3 AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROEDUCAÇÃO PARA AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DOS PROFESSORES DAS SÉRIES FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS	21
2.3.1 Relação pedagógica: aprendizagem e o ensino de ciências.....	23
2.3.2 Dificuldades de aprendizagem no ensino de ciências	25
2.3.3 Metodologias ativas como estímulo da aprendizagem.....	27
3 METODOLOGIA.....	32
4 RESULTADO E DISCUSSÕES	35
4.1 DISCUSSÕES ACERCA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA... ..	35
4.2 NEUROCIÊNCIAS E A SUA RELAÇÃO PEDAGÓGICA COM A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS... ..	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Existe um mito que o conhecimento é para poucos e que somente pessoas portadoras de certas habilidades podem ter acesso a informações científicas. Essa ideia precisa ser desconstruída no ensino de ciências. Faz-se necessário que haja a construção de meios para que as pessoas com diferentes tipos de dificuldades de aprendizagem também possam ter acesso a esses conhecimentos, devido à importância que estes assuntos presentes no nosso cotidiano representam.

Sabendo que existem fatores que podem desestimular os alunos no processo de aprendizagem, impedindo a assimilação do conteúdo é indispensável que o professor abandone o processo tradicional como afirma Marandino (2003, p. 10) “a prática concreta dos professores na área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino-aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria Educação, seja por problemas na própria formação inicial do professor de ciências.”

Reafirmando a necessidade de práticas de ensino eficazes e levando em consideração a neuroeducação como meio de transformação, (GUERRA, 2011; CAMPOS, 2010 apud SÁ, NARCISO E FUMIÃ, 2020, p. 2) afirmam que:

“Encontrar métodos apropriados para estimular o desenvolvimento do aluno, implica, em primeiro lugar, conhecer os processos mentais ocorridos durante a aprendizagem. Neste sentido, a Neurociência passa a ser vista como uma ferramenta capaz de nortear novos conhecimentos do educador, fornecendo-lhe fundamento para repensar e transformar sua prática pedagógica, pois ao conhecer o cérebro e seu funcionamento, os professores poderão exercer seu papel de maneira mais efetiva, o que viabiliza também a utilização de práticas de ensino mais eficientes.”

Ao compreender o funcionamento do cérebro do aluno, é possível desenvolver novos métodos de aprendizagem a fim de estimulá-lo de modo eficaz. Diante do exposto, sabendo que os conhecimentos das neurociências podem ser utilizados como ferramenta no processo de ensino, surge o seguinte questionamento: Os ensinamentos da neuroeducação podem ajudar a melhorar o ensino de ciências no ensino fundamental?

Tal questão norteou o caminho metodológico para a realização deste trabalho através da revisão dos artigos científicos no período de fevereiro a dezembro de 2023, com o objetivo de conhecer como acontece o processo de ensino-aprendizagem nas perspectivas das redes neurais.

Segundo Severino (2007), a investigação bibliográfica caracteriza-se pelo uso de informações previamente obtidas e documentadas por outros pesquisadores, provenientes de estudos anteriores registrados em fontes impressas, como livros, artigos e teses.

A presente pesquisa se justifica na necessidade de compreensão das funções básicas do cérebro por parte dos professores a fim de uma transmissão eficaz de conhecimento ao aluno. Tendo por base estudos em neurociência que afirmam a existência de um sistema complexo, porém possível de análise que influencia na forma que o indivíduo interage com o meio, logo, pode auxiliá-la prática pedagógica em sala de aula.

A necessidade de desenvolver metodologias ativas à luz da neurociência surge da compreensão crescente de que o processo educacional não é apenas uma transferência de informações, mas uma intrincada interação entre o cérebro do aprendiz e as estratégias adotadas pelo educador.

O presente estudo apresenta como objetivo geral a análise das contribuições da Neuroeducação como abordagem interdisciplinar no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental. Para o alcance destes objetivos foram delineados como objetivos específicos a investigação sobre os fundamentos base da neuroeducação bem como a identificação de metodologias ativas para otimizar a prática docente.

O trabalho de pesquisa procurou ainda identificar estratégias que promovam o engajamento dos alunos no aprendizado de ciências, utilizando a neuroeducação como suporte para o desenvolvimento de práticas mais eficazes. Assim, na fundamentação teórica será abordado o histórico da neurociência, seu desenvolvimento e aplicação na educação, como estratégias para a utilização de metodologias ativas adequadas, que permitam melhorar o ensino de ciências.

Nesse contexto, busca-se identificar estratégias que promovam o engajamento dos alunos no aprendizado de ciências, utilizando a neuroeducação como suporte para o desenvolvimento de práticas mais eficazes. Assim, sendo na fundamentação teórica será abordado o histórico do desenvolvimento da neurociência e sua aplicabilidade na educação, como uma estratégia que melhore o processo de ensino aprendizagem, uma vez que, a neurociência pode explicar como o cérebro assimila o conhecimento e quais situações ou estratégias são mais favoráveis para a aprendizagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Neurociência: Breve Histórico.

Desde os primórdios da humanidade já se especulava que o encéfalo representava grande importância para as funções vitais do nosso corpo. Registros arqueológicos evidenciam que ancestrais pré-históricos intuíram a importância do encéfalo, em razão de crânios de homínídeos encontrados, datando de milhões de anos, apresentando lesões de traumatismo craniano oriundos de ataques de oponentes a fim de matá-los, de alguma forma, eles sabiam que havia algo importante localizado na cabeça que era essencial à vida.

O diplomata Ephraim Squier relata em seu livro a descoberta de um crânio em visita ao Peru nos anos 1860 que revela que os incas, à 8 mil a. C, realizavam mecanismos de trepanação com objetivo curativo de patologias de desordens mentais. Esta prática indica que já se imaginavam que havia algo dentro da calota craniana que provocavam tais doenças¹.



Figura 1: O crânio em ilustração no livro de Squier — peça data entre 1400 e 1530 d.C.

Em 469-379 a.C, na Grécia antiga, Hipócrates, considerado pai da medicina, relatou em seu opúsculo denominado “a doença sagrada” que:

O homem deve saber que de nenhum outro lugar, mas apenas do encéfalo, vem a alegria, o prazer, o risco e a diversão, o pesar, o luto, o desalento e a lamentação. E por isso, de uma maneira especial, nós adquirimos sabedoria e conhecimento e enxergamos e ouvimos e sabemos o que é justo e injusto, o que é bom e o que é ruim, o que é doce e o que é insípido... E pelo mesmo órgão nos tornamos loucos e delirantes, e medos e terrores nos assombram... Todas essas coisas nós temos de suportar do encéfalo quando não está sadio... Nesse sentido, opino que é o encéfalo quem exerce o maior poder sobre o homem.

¹ VENTURA, Dalia. O crânio com perfuração retangular que confirmou que incas realizavam cirurgias complexas. BBC. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-63849364> />. Acesso em: 25 maio. 2023.

Hipócrates, " Da Doença Sacra", IV A.C.²

As visões de Hipócrates sobre o encéfalo foram contestadas por estudiosos da época como Aristóteles que acreditavam que o coração era o centro do intelecto. Porém, Cláudio Galeno, um médico grego, em 130 - 200 d. C. “classificou os nervos em dois tipos: moles ou sensitivos (para os órgãos dos sentidos) e duros para os movimentos, chamando a atenção para o fato de que há órgãos com os dois tipos de nervos, como a língua e os olhos, dotados ao mesmo tempo de sensibilidade e movimento. O encéfalo é o local de origem dos nervos, de toda a sensação e do movimento voluntário.” (Lawrence Jr., 1969, p.8).

Em 1500 d. C, a teoria aceita era a da mecânica de fluídos, onde acreditava que os fluidos que estavam dentro do encéfalo tinham relação com as contrações musculares.

Nos séculos dezessete e dezoito, com estudos mais aprofundados sobre os fluídos, observou-se um padrão geral de elevações (giros) e depressões (sulcos) na superfície encefálica. Surgindo assim a hipótese dos lobos cerebrais e que determinadas áreas do córtex teriam funções diferentes. Levando a indagações sobre se determinadas localizações cerebrais estavam relacionadas a movimentos, sensibilidades, enfim. Atualmente, sabe-se segundo Henneman (2012) que:

O córtex cerebral divide-se em 5 lobos, sendo que cada um tem sua função diferenciada e especializada. Os lobos cerebrais são designados pelos nomes dos nossos ossos cranianos nas suas proximidades e que os recobrem. O lobo frontal localiza-se na região da testa; o lobo occipital, na região da nuca; o lobo parietal, na parte superior da cabeça; o lobo temporal, nas regiões laterais da cabeça, por cima das orelhas e por fim, o lobo da ínsula (que também é conhecido como ilha de Reil), se localiza na profundidade dos lobos frontal, parietal e temporal.

Os estudos dos encéfalos levaram a diversas descobertas importantes do sistema nervoso. No século XIX, Os cientistas Luigi Galvani e Emil du Bois-Reymond, no experimento “sapo preparado” concluíram ao estimular eletricamente músculos de um sapo sem pele com medula espinhal e os nervos, que controlam o movimento das pernas expostos, que a prática provoca contrações no músculo do mesmo. Desse modo surgiu a hipótese que os nervos funcionam como fios que ao serem estimulados contraem os músculos. Já Charles Bell e François Magendi, descobriram que os nervos eram mistos e levavam informações motoras e sensórias.

Em 1861, Paul Broca, ao estudar o cérebro de um indivíduo, que compreendia a linguagem, mas era incapaz de falar, encontrou uma lesão no lobo frontal esquerdo deste. A partir da análise do

² BEAR, Mark F. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso** [recurso eletrônico] / Mark F. Bear, Barry W. Connors, Michael A. Paradiso; tradução: [Carla Dalmaz ... et al.]; [revisão técnica: Carla Dalmaz, Jorge Alberto Quillfeldt, Maria Elisa Calcagnotto]. – 4. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

cérebro do indivíduo, Paul concluiu que o lobo frontal esquerdo era responsável pela produção da fala. O estudioso, sentiu-se instigado a partir desta descoberta e, começou a estudar as áreas específicas do sistema nervoso.

Em 1839, Theodor Schwann, estipulou a teoria celular, onde todos os tecidos são compostos por células. A teoria celular foi confirmada em 1900 com a descoberta do neurônio como unidade funcional do sistema nervoso, ou seja, a célula responsável pelas funções é proveniente de sinapses cognitivas do cérebro. Hoje já se sabe que o cérebro é o órgão mais importante do sistema nervoso que controla todo o corpo, que, segundo Bear (2017) o sistema nervoso está dividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). Sabe-se que as células nervosas ou neurônios processam todas as informações fazendo com que o cérebro execute todas as suas tarefas. Sabe-se também que o cérebro é formado por diferentes estruturas, com funções diferentes: córtex cerebral, cerebelo, tronco encefálico e hipocampo. Além da existência, segundo LENT, *Apud* GALL (2010), de 27 faculdades localizadas em órgãos cerebrais que produzem comportamentos, pensamentos e emoções.

A partir da descoberta do sistema nervoso surgiu a neurociência. O termo neurociência surgiu recentemente em 1990, com foco na análise do SNC (constituído pelo cérebro, medula espinhal e nervos periféricos) e suas funcionalidades com o intuito de perceber o seu impacto nas funções cognitivas e, até mesmo, em nossas ações voluntárias e involuntárias. Segundo (Purpura, 1992; Purves et al., 1997; Kandel et al., 2000; Lent, 2001, p.1):

A neurociência é uma das áreas do conhecimento biológico que utiliza os achados de subáreas que a compõem, por exemplo, a neurofisiologia, a neurofarmacologia, o eixo psiconeuro-endócrino, a psicologia evolucionária, o neuroimageamento, a fim de esclarecer como funciona o sistema nervoso.

O estudo em neurociência possibilitou avanços no desenvolvimento em diversas áreas como medicina, engenharia e ciências. Neste sentido, Lent (2010, p. 6) comenta o seguinte:

Recentemente, outros profissionais têm-se interessado pelo sistema nervoso; é o caso de engenheiros, especialmente aqueles voltados para a informática. Isso porque os computadores e alguns robôs mais modernos têm a arquitetura projetada de acordo com os conceitos originais da neurociência. Também os artistas gráficos e programadores visuais têm se aproximado da neurociência, pois necessitam dominar conceitos modernos sobre a percepção visual das cores, do movimento etc.

Com o contínuo progresso nas pesquisas sobre o funcionamento cerebral e a influência dos estímulos em áreas específicas no comportamento e aprendizagem, emergiu a perspectiva da

neurociência aplicada à educação, conhecida como neuroeducação. A interseção desses avanços científicos resultou na criação de uma disciplina inovadora, a Neuroeducação, que se utiliza do conhecimento neurocientífico para aprimorar a prática educacional e o processo de ensino e aprendizagem (MAIA, 2011; MORA, 2012).

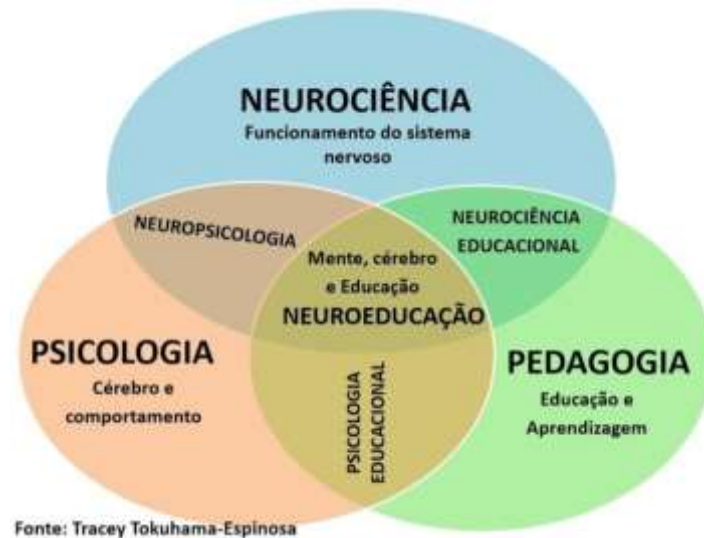
É evidente a interligação entre Neurociência e Educação, uma vez que o cérebro desempenha um papel central no processo de aprendizagem. Todas as operações mentais e estruturas cognitivas envolvidas no ato de aprender residem no cérebro (BARBOSA, 1989). O avanço nas pesquisas sobre o funcionamento do cérebro e a influência dos estímulos em áreas cerebrais específicas no comportamento e aprendizagem levou à emergência de uma perspectiva que aplique conhecimentos neurocientíficos à educação. O campo da neurociência contribuiu para o desenvolvimento dessa nova disciplina, onde se compreende que Neurociência e Educação estão intrinsecamente relacionadas devido ao papel central do cérebro no processo de aprendizagem.

2.2 Fundamentos da neuroeducação.

A neuroeducação, também conhecida como neurodidática e neurociência educacional, é uma ciência que considera as funcionalidades neurológicas, os mecanismos ligados às emoções e outras características do cérebro na aplicação de estudos e práticas educacionais a fim de proporcionar um entendimento mais completo do comportamento dos alunos. Segundo Júnior (2016, p. 44), a neuroeducação se fundamenta em três grandes áreas:

O surgimento da Neuroeducação deu-se através da intercessão entre a Psicologia, Neurociência e Educação. Trata-se de um campo emergente e que agrega o ser humano a modificar estruturas funcionais limitantes na aprendizagem e aperfeiçoa as operações das matrizes de inteligência através do seu mapeamento cerebral, possibilitando a expressão máxima da sua potencialidade. Possibilita também algumas compreensões do aprender que ainda não eram possíveis de serem entendidas e que vão auxiliar o professor quanto às novas estratégias de ação em sala de aula.

Figura 2: Junção dos conhecimentos da Psicologia, Educação e Neurociência.



Fonte: <http://meucerebro.com/o-surgimento-da-neuroeducacao/>

Segundo Spinoza (2008) a Neuroeducação se baseia em 14 princípios importantes que podem facilitar ou dificultar a apreensão do conhecimento pelos alunos.

1. Motivação: os estudantes desenvolvem melhores capacidades cognitivas quando a presença da motivação é considerável.
2. Estresse constitui-se como elemento que desencadeia maiores dificuldades no aprendizado.
3. Ansiedade age como lacunas bloqueadoras da construção do conhecimento.
4. Depressão: estados depressivos atrapalham consideravelmente o processo.
5. Tom de voz: o tom de voz de outra pessoa pode ser recebido pelo cérebro como um potencial ameaçador, bloqueando a capacidade cognoscível do aluno.
6. Interação: em que o aluno faz uma leitura das expressões faciais do outro e dependendo do resultado dessa leitura, o aprendizado pode ser facilitado ou não.
7. Feedback considerado importante para o aprendizado.
8. As emoções são um fator extremamente relevante no processo.
9. Mecanismos geradores de movimentos e inovação são determinantes na hora do ensino e aprendizagem.
10. O estado de humor potencializa as aberturas para entrada de conhecimento.
11. A alimentação adequada é sumariamente importante.
12. O sono satisfatório serve de meio para a consolidação do conhecimento adquirido.
13. Preferências cognitivas são de acordo com a estrutura cerebral e peculiar de cada indivíduo.
14. As variedades de práticas de ensino favorecem a aprendizagem das diferentes inteligências dos educandos (SPINOSA, 2008, p. 46 e 47).

Esses princípios demonstram que a educação pautada na neuroeducação, enfatiza a importância de compreender o funcionamento do cérebro, pois o professor, ao saber das dificuldades do aluno, pode ajudá-lo de forma mais significativa, pois sabe como se processa a aprendizagem,

sendo assim capaz de descobrir uma maneira de fornecer ao aluno estímulo prazeroso para o aprendizado. Nesse sentido, Cosenza e Guerra (2011) afirmam que o cérebro é responsável pela forma como a pessoa processa as informações e armazena o conhecimento. Dessa forma, compreender o seu funcionamento e as estratégias que favorecem o seu desenvolvimento são do interesse dos educadores, incluindo professores, pais e todos os envolvidos no desenvolvimento de outras pessoas.

Ohlweiller e Riesgo (2016), a aprendizagem é um evento sináptico e, no seu transcurso, são produzidas modificações celulares. Na aprendizagem, há uma etapa de aquisição e outra de consolidação. A plasticidade cerebral atua na estrutura e no funcionamento do cérebro, que também se modifica com as experiências e vivências dos indivíduos.

Sob a perspectiva da neurociência, a aprendizagem é concebida como alterações mais ou menos permanentes no Sistema Nervoso Central (SNC) quando o indivíduo é exposto a estímulos e/ou experiências de vida. Essas modificações são traduzidas em alterações cerebrais. Este é um processo que especialmente envolve funções nervosas superiores, como atenção, memória, motivação, emoções e funções executivas. Essas funções, ao operarem de maneira multi e inter-relacional entre si e com outras funções cerebrais, possibilitam o recebimento e processamento das informações pelo cérebro. (Rotta, 2016)

Os estudos nessa área estão diretamente relacionados à teoria da neuroplasticidade. De acordo com essa teoria a interferência do meio no sistema nervoso provoca mudanças anatômicas e funcionais no cérebro. Desta forma, a quantidade de neurônios e conexões entre eles (sinapses) mudam de acordo com as experiências vivenciadas pelo sujeito (BARBOSA et al., 2016).

No entanto, a ideia de se conceber a divulgação científica como uma difusora dos conhecimentos vem sendo questionada por muitos pesquisadores, sob a argumentação de que algumas produções tendem a ser reducionistas na veiculação destas informações relacionadas ao cérebro, possibilitando desta maneira, o surgimento dos chamados Neuromitos, que, são informações equivocadas sobre o funcionamento do cérebro, advindas de interpretações e generalizações incorretas sobre as publicações neurocientíficas (ARANHA; CHICHIERCHIO; SHOLL-FRANCO, 2015; EKUNI; POMPEIA, 2016; BRUM, 2017).

No atual momento em que Neurociência e Educação se aproximam, tais informações equivocadas chegam ao ambiente escolar influenciando educadores e escolas a utilizarem práticas embasadas em tais convicções, mitos sobre o cérebro, gerados pela má divulgação científica (BRUM et al., 2017).

2.3 As contribuições da neuroeducação para as práticas pedagógicas dos professores das séries finais do ensino fundamental no ensino de ciências.

Oferecer ensino de ciências de qualidade é de certa forma a maneira mais eficaz de assegurar um futuro promissor para um País. Países com uma educação científica de qualidade tendem a ter um menor índice de desigualdade social, desemprego e exclusão, pois, é fato que quanto maior o investimento na educação melhor é o desenvolvimento econômico e social da nação. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de ciências no EF (PCN's) “numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia a dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico” (BRASIL, 1997, p.21).

O ensino de ciências no Ensino Fundamental, de acordo com Pozo & Crespo (2009), deve fornecer meios para tornar o aluno capaz de aprender e adquirir estratégias que o permitam transformar e reorganizar o conhecimento que recebem. Nesse sentido, o processo de ensino tem de partir do contexto social do aluno de forma a ajudá-los a selecionar e interpretar as informações que lhes são fornecidas diariamente, formando sujeitos que sabem pensar e agir de forma crítica.

Para atender a essa demanda no âmbito do ensino e da educação científica, é necessário incentivar a participação ativa do aluno, por meio de situações práticas e contextualizadas. Essas abordagens visam envolver ativamente o aluno no ambiente da sala de aula, transformando-o de mero ouvinte em protagonista do seu próprio aprendizado. A escola e o educador precisam enfatizar atitudes e valores, que promovam uma atitude mais ativa do discente no processo educacional, como lecionam os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998), e as e a Base Nacional Comum Curricular para o ensino de ciências (BRASIL, 2022).

Conforme a Base Nacional Comum Curricular de ciências- BNCC- Ciências (BRASIL, 2018) nos anos finais do EF, observa-se um progressivo desenvolvimento da capacidade de abstração e autonomia de ação e pensamento, dos alunos, com um crescente interesse pela vida social e pela busca de uma identidade própria. O texto da normativa, afirma que durante sua formação científica, os alunos devem explorar aspectos mais complexos das relações consigo mesmos, com os outros, com a natureza, com as tecnologias e com o ambiente, precisam desenvolver consciência dos valores éticos e políticos envolvidos nessas relações e, serem capacitados a atuar socialmente.

Acerca do texto nota-se a importância de incorporar as vivências, conhecimentos, interesses e curiosidades dos alunos no processo educacional. Essas abordagens pedagógicas centradas na personalização do ensino, para atender às individualidades dos estudantes, valorizam a exploração de suas experiências e interesses, o que facilita a compreensão de conceitos científicos, e ainda contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais.

Nesse sentido Almeida e Pereira (2020) explicam que, por mais esforço do educador em oferecer um ensino uniforme a todos os alunos, os resultados positivos serão limitados se não compreender a existência de diferenciações nos modos de aprendizado, já que cada aluno possui sua própria percepção e assimilação do conteúdo, bem como um tempo único de aprendizagem. Para os autores a compreensão do funcionamento do processo de aprendizagem no cérebro permite aos docentes desenvolverem métodos e estratégias para mitigar as dificuldades de aprendizado, por meio de intervenções adequadas a esse processo.

É nesse foco de individualização do ensino e de entendimento de pluralismo de conhecimento, de visão abrangente do conceito de educação, que não se limita ao mundo escolar, que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDB, (BRASIL,1996) expressa que a educação "atinge os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais" (BRASIL, 1996, art. 1º).

As práticas educacionais focadas na neuroeducação destacam a individualização do ensino e a compreensão do pluralismo de conhecimentos, indo além do ambiente escolar. A neuroeducação reconhece a diversidade de contextos de aprendizagem, promovendo estratégias pedagógicas que levam em conta as características individuais e o ambiente como elementos fundamentais para otimizar a aprendizagem em sua totalidade.

Nascimento e Pereira (2016) veem no uso de Metodologias Ativas de Aprendizagem uma forma inovadora de promover o ensino de Ciências. Eles sugerem que essa metodologia envolve os alunos de maneira participativa, incentivando-os a construir novos conhecimentos a partir de problemas relacionados às suas próprias vivências. “São formas inovadoras de educar, que estimulam a aprendizagem e a participação do aluno em sala de aula, fazendo com que ele utilize todas as suas dimensões sensório/motor, afetivo/emocional e mental/cognitiva” (NASCIMENTO e PEREIRA, 2016, p.136).

2.3.1 Relação pedagógica: aprendizagem e o ensino de ciências

Desde as décadas de 80 e 90, observou-se um movimento no ensino de ciências, que passou a questionar as metodologias vigentes e a focalizar a formação de indivíduos críticos, conscientes e participativos. Nesse contexto, buscava-se, por meio do ensino de ciências, cultivar um pensamento crítico-reflexivo dos estudantes. As propostas educativas da época almejavam que os alunos adquirissem a capacidade de levantar questionamentos acerca das interações entre ciência, tecnologia, meio ambiente e sociedade, conforme apontam Delizoicov e Angotti (1990).

As pesquisas acerca da forma como o ser humano realiza o processo de aprendizagem tem modificado a maneira como se vê a educação. Os progressos na pesquisa do cérebro humano contribuíram para a compreensão dos nossos padrões de relacionamento, emoções e comportamentos, além do processo de aprendizado. Com a finalidade de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem inúmeras políticas públicas e vários estudos sobre esse tema foram criados a fim de aperfeiçoar essa prática. Nesse sentido, (LIMA, 2020) cita os aspectos de aprendizagem:

As principais teorias da aprendizagem abordam três aspectos centrais:

Cognitivo: trata-se do conjunto de habilidades mentais necessárias para a construção de conhecimento, como pensamento, raciocínio, memória, linguagem e abstração.

Afetivo: a assimilação do conhecimento ocorre a partir de experiências internas, como sensações de prazer, satisfação e bem-estar, relacionadas ao vínculo existente entre o objeto de estudo e seu mediador.

Psicomotor: envolve respostas musculares adquiridas através de treino e prática, utilizando a linguagem corporal como mediadora desse processo.

Na abordagem da relação entre memória e aprendizagem, Fregni (apud Costa, 2023, p.13) destaca alguns pontos relevantes, que afirmam que para um estudante efetivamente assimile informações e as transforme em aprendizagem significativa, é crucial que essas estejam conectadas à vida real e possam ser recordadas de forma periódica. Além disso, é fundamental que o aluno realize reflexões aprofundadas sobre o que aprendeu. Logo, o papel do professor é proporcionar oportunidades para a recuperação das informações, permitindo que o aprendiz revise e aprofunde seu conhecimento.

A aprendizagem é fortemente influenciada pela emoção e motivação, uma vez que os sentimentos desempenham um papel crucial ao intensificar a atividade das redes neuronais e fortalecer suas conexões sinápticas. Essa dinâmica tem o potencial de estimular diversos processos cognitivos, incluindo a aquisição, retenção, evocação e articulação das informações no cérebro

(Carvalho, 2007). Dessa forma, a conexão entre a influência emocional na aprendizagem e a função do ensino de ciências como agente formador de cidadãos integrados torna-se evidente.

Nesse contexto, percebe-se que o professor deve demonstrar ao aluno que o ensino de ciências desempenha um papel significativo ao contribuir para a compreensão do mundo e suas constantes transformações. Ao fazê-lo, o ensino não apenas transmite conhecimentos científicos, mas também tem o propósito de inserir o indivíduo como um cidadão participativo e integrado ao Universo (Macedo, 2004).

De acordo com (FRACALANZA, 1986) o ensino de ciências pode contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita, permitindo o envolvimento das relações entre ciências e sociedade, garantindo a transmissão e a organização dos saberes regionais e locais. Isso demonstra que o ensino de ciências pode desenvolver o pensamento lógico, permitindo ao aluno discutir o que se passa à sua volta.

Adotar abordagens personalizadas e adaptadas às características individuais de aprendizagem de cada estudante é crucial. Ao assumir essa necessidade, a intenção é criar um ambiente educacional que não apenas reconheça as diferenças entre os alunos, mas também se esforce para atender às suas necessidades únicas. Isso implica reconhecer que os métodos de ensino não são universais e que diferentes abordagens podem ser necessárias para diferentes indivíduos.

Assim sendo, o papel do professor é atuar como agente mediador e facilitador no processo de ensino aprendizagem, tendo como principal objetivo a transmissão de conhecimento de modo que os alunos obtenham uma aprendizagem efetiva. Segundo (TAVARES, 2004, p.6):

A aprendizagem significativa requer um esforço do aprendente em conectar de maneira não arbitrária e não literal o novo conhecimento com a estrutura cognitiva existente. É necessária uma atitude proativa, pois numa conexão uma determinada informação liga-se a um conhecimento de teor correspondente na estrutura cognitiva do aprendiz; e em uma conexão não literal a aprendizagem da informação não depende das palavras específicas que foram usadas na recepção da informação.

Reconhece-se que a motivação e a mediação desempenham um papel crucial, pois cultivam a confiança nos alunos, promovendo o desenvolvimento da autonomia. Consequentemente, as ações são observadas e efetuadas pelo professor por meio do contato, interação e troca. A maneira mais eficaz de adquirir conhecimento é mediante a mediação, estimulando a motivação e a compreensão de que a mediação conduz ao desenvolvimento, o qual, por sua vez, resulta no acúmulo de conhecimento.

2.3.2 Dificuldade de aprendizagem no ensino de ciências

Investigações sobre aprendizagem evidenciam deficiências no processo de ensino. A dificuldade de aprendizagem está ligada ao processo de ensino, pois influencia diretamente a forma como os educadores abordam e adaptam suas práticas pedagógicas. Dada a multiplicidade de tentativas de definições e as críticas frequentes ao conceito, em 1988, o National Joint Committee for Learning Disabilities (NJCLD) apresentou uma definição amplamente aceita na área.

Dificuldade de aprendizagem é um termo geral que se refere a um grupo heterogêneo de transtornos que se manifestam por dificuldades significativas na aquisição e uso da escuta, fala, leitura, escrita, raciocínio e habilidades matemáticas. Esses transtornos são intrínsecos ao indivíduo, supondo-se devido à disfunção do sistema nervoso central, e podem ocorrer ao longo do ciclo vital. Podem existir, junto com as dificuldades de aprendizagem, problemas nas condutas da auto-regulação, percepção social e interação social, mas não constituem por si próprias, uma dificuldade da aprendizagem. Ainda que as dificuldades de aprendizagem possam ocorrer concomitantemente com outras condições incapacitantes, por exemplo: deficiências sensoriais, retardamento mental, transtornos emocionais graves ou com influências extrínsecas (tais como as diferenças culturais, instrução inapropriada ou insuficiente), não são o resultado dessas condições ou influências. Por isso, a necessidade de identificação e diagnóstico precoce dessas alterações no curso normal do desenvolvimento [, pois] evita posteriores consequências educacionais e sociais desfavoráveis. (NJCLD, 1994, p. 61-64).

Observa-se que o comitê vincula as dificuldades de aprendizagem a transtornos intrínsecos do indivíduo. Segundo a definição adotada, uma pessoa com dificuldade de aprendizagem (DA) não necessariamente enfrenta desafios em todas as áreas do desempenho escolar. Por isso, propõe-se o uso do termo "dificuldades de aprendizagem específicas". No contexto deste trabalho, os termos são considerados intercambiáveis, optando-se pelo uso mais comum, que é "dificuldade de aprendizagem". Essa adversidade resulta de uma disfunção interna do sistema nervoso, especialmente no processamento de informações, impactando o funcionamento da linguagem, do pensamento, da percepção, da memória e da inteligência.

Para os autores Orço, Iop e Gai (2018) as escolas devem reconhecer a singularidade de cada aluno, que possui um ritmo individual de aprendizagem. Eles salientam que devido a essas diferenças individuais, os conteúdos não serão assimilados por todos os alunos em um tempo uniforme e alertam para a importância de diagnosticar precocemente se um aluno enfrenta um distúrbio ou uma dificuldade de aprendizagem, pois o atraso nesse diagnóstico pode resultar no agravamento do problema ao longo do tempo.

Compreender o processo de aprendizagem sob a perspectiva da neurobiologia não é apenas importante, mas também indispensável. Essa compreensão possibilita que o professor reflita sobre quais metodologias serão mais eficazes para alcançar os alunos, considerando que cada um deles possui um ritmo de aprendizagem próprio. Em outras palavras, ao entender como o cérebro dos alunos funciona durante o aprendizado, o professor pode adaptar suas abordagens pedagógicas para atender às necessidades individuais, promovendo assim uma aprendizagem mais eficaz e personalizada (Alves e Cavalcanti, 2017).

Barbosa (2015), ao abordar as possíveis causas das dificuldades de aprendizagem (DA), ressalta que essas dificuldades podem ter origens diversas, destaca a influência de fatores sociais no surgimento das dificuldades de aprendizagem. Ele menciona a falta de estimulação adequada nos pré-requisitos de aprendizagem, a fome, o desinteresse dos pais e a violência familiar como elementos que podem contribuir para a complexidade desses desafios educacionais. Para o autor os distúrbios de aprendizagem como disgrafia, disortografia, discalculia, distúrbio da fala, distúrbio da audição, hiperatividade e dislexia podem afetar o processo de aprendizagem de forma distinta para cada aluno.

Observa-se então que a abordagem de Barbosa enfatiza a importância tanto dos distúrbios específicos quanto dos fatores sociais na compreensão e enfrentamento das dificuldades de aprendizagem. Segundo o autor, essas dificuldades podem se manifestar em diversas habilidades, como leitura, escrita, matemática e raciocínio. Ele destaca que, em alguns casos, as dificuldades de aprendizagem podem ser sintomas ou manifestações de transtornos mais amplos.

De acordo com Moojen et al. (2016), a dificuldade de aprendizagem está diretamente relacionada a desafios de ordem pedagógica, sociocultural, emocional ou mesmo neurológica. Já os transtornos de aprendizagem têm origem nas disfunções do sistema nervoso central e estão associados a problemas na aquisição e processamento da informação adquirida no ambiente do indivíduo. Essa diferenciação destaca a complexidade das causas subjacentes às dificuldades e transtornos de aprendizagem, abrangendo uma variedade de fatores que vão desde aspectos pedagógicos até elementos neurológicos.

Apesar das diferenças nas conceituações sobre as dificuldades de aprendizagem é necessária a reformulação do ensinar e aprender com intuito de sanar as dificuldades, de modo que a aprendizagem se concretizasse significativamente nos alunos. Correia (2004) afirma que a compreensão do que venha a ser as dificuldades de aprendizagem surgiu da necessidade de entender

a razão pela qual alguns alunos, ditos normais, apresentavam diariamente insucesso escolar especificamente na leitura, escrita e cálculo.

No ensino de Ciências, uma das dificuldades está na necessidade constante de integrar a teoria à prática, e conciliar o conhecimento científico com o senso comum. O que torna o ensino da disciplina desafiador, uma vez que ela é intrinsecamente concebida como uma ciência experimental, baseada em evidências científicas e vinculada a fundamentos teóricos. A dificuldade reside na busca por estratégias eficazes que possam promover essa integração de maneira acessível e compreensível para os alunos, superando a potencial discrepância entre o método experimental e o senso comum.

Consoante, Silva e Zanon (2000, p.182), os docentes frequentemente destacam a relevância do ensino experimental para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, eles consistentemente ressaltam a escassez de materiais, o elevado número de alunos por turma e a limitação de carga horária em relação ao vasto conteúdo exigido na escola

De acordo com Torres Soares e Conceição (2016), as dificuldades de aprendizagem no ensino de ciências são uma realidade amplamente discutida e refletida no contexto da educação pública no país. Contudo, essa questão ainda recebe pouco destaque nas políticas públicas educacionais, principalmente porque os profissionais enfrentam desafios em identificar efetivamente quando uma criança está enfrentando dificuldades no aprendizado. A escassez de programas direcionados para orientação nesse segmento contribui para essa problemática, que ainda é permeada por estigmas e discriminação.

As dificuldades de aprendizagem no ensino de ciências, assim como em outras disciplinas, abrangem uma variedade de desafios, incluindo problemas na compreensão auditiva da fala, leitura, escrita e raciocínio lógico. Elas podem manifestar-se de diversas maneiras nos alunos e serem intrínsecas ao indivíduo, possivelmente relacionadas a disfunções do sistema nervoso central, podendo persistir ao longo da vida. Conforme Almeida et al. (2016) as ideias acerca das dificuldades de aprendizagem podem abranger diversos aspectos, diretamente relacionados aos processos de ensino, refletindo, assim, na forma como ocorre o processo de aprendizagem.

2.3.3 Metodologias ativas como estímulo de aprendizagem

Como foi mostrado, existem diversos motivos que justifiquem as dificuldades de aprendizagem dos alunos, como causas fisiológicas, neurológicas, socioambientais, de ordem familiar ou emocional. Nesse sentido, eles necessitam de profissionais preparados para identificar,

o que causam as DA, e que utilizem dos meios adequados para contornar tais dificuldades corretamente, utilizando de metodologias que possam possibilitar a aprendizagem.

Fregni (2019) destaca a preferência do sistema sensorial por contrastes em vez de informações constantes. Ele enfatiza a importância de integrar estímulos auditivos e visuais, considerando elementos como tom e velocidade da voz, aspectos táteis, cores e movimento em apresentações de slides. O autor adverte contra exposições longas em formato de palestra com muitos slides em salas escuras, pois resultam em baixa eficácia.

A Neuroeducação apesar de ser uma área de conhecimento nova, pode ser utilizada como alternativa eficaz para auxiliar o processo de ensino aprendizagem. Segundo Silva, Santana Filha e Fonseca (2018, p. 7), “[...] a Neuroeducação está a serviço dos processos de ensino e aprendizagem, como suporte ao educador para entender o comportamento do aluno diante das situações didáticas”.

A Neuroeducação oferece diversas ferramentas para desenvolver metodologias de ensino ativas, que podem ser aplicadas na prática pedagógica. Como mostra no quadro a seguir, modificado por Bartoszeck (2013, p. 4) de Rushton & Larkin (2001, 2003).

Quadro 1 - Princípios da Neurociências com potencial aplicação no ambiente de sala de aula

Princípios da Neurociências	Ambiente de sala de aula
1. Aprendizagem & memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem	Aprendizagem sendo atividade social, alunos precisam de oportunidades para discutir tópicos. Ambiente tranquilo encoraja o estudante a expor seus sentimentos e ideias.
2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.	Aulas práticas/exercícios físicos com envolvimento ativo dos participantes fazem associações entre experiências prévias com o entendimento atual.
3. o cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.	Ajuste de expectativas e padrões de desempenho às características etárias específicas dos alunos, uso de unidades temáticas integradoras.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade	Estudantes precisam sentir-se “detentores” das atividades e temas que são relevantes para suas vidas. Atividades pré-selecionadas com

sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	possibilidade de escolha das tarefas, aumenta a responsabilidade do aluno no seu aprendizado.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem	Situações que refletem o contexto da vida real, de forma que a informação nova se “ancore” na compreensão anterior.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testar hipóteses.	Promover situações em que se aceite tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências. Uso de resolução de “casos” e simulações.
7. O cérebro responde, devido a herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento através das artes visuais, música e dramatizações.

Fonte: Modificado por Bartoszeck (2013, p. 4) de Rushton & Larkin (2001, 2003)

As metodologias explanadas no quadro 1, reafirmam que é possível relacionar as práticas pedagógicas com os princípios da neuroeducação com intuito de atuar como auxílio do professor. Nesse sentido, Rodrigues (2014, p. 10) reitera que “A Neurociência não mostra “receitas prontas” para estimular a aprendizagem, apenas aponta caminhos que podem ser seguidos por educadores interessados no grande desafio de viabilizar uma aula que facilite funcionamento neural de seu aluno e assim possa promover novas competências cognitivas”.

Neste sentido, Oliveira (2014) leciona que novas abordagens na facilitação da aprendizagem têm o potencial de possibilitar que o indivíduo assuma o controle do próprio processo de aprendizagem. Para o autor, a ciência da aprendizagem enfatiza não apenas adquirir conhecimento, mas também a capacidade de reconhecer quando se compreende e quando se necessita de mais informações, dessa forma, a incorporação dos conhecimentos das Neurociências na educação pode significativamente beneficiar a capacidade das pessoas em se tornarem aprendizes ativos.

Na fase da adolescência, os jovens são naturalmente atraídos por experiências novas e desafios. É importante reconhecer que nesse estágio de desenvolvimento, eles ainda estão amadurecendo cognitivamente. Compreendendo essa característica do desenvolvimento adolescente, os profissionais da educação podem adotar abordagens que considerem a natureza exploratória e impulsiva dos jovens nessa fase, desenvolvendo estratégias de ensino que incentivem a reflexão, a tomada de decisões responsáveis e o desenvolvimento gradual das habilidades cognitivas necessárias.

Fonseca (2016) enfatiza a necessidade de estabelecer conexões emocionais com os conteúdos de aprendizagem, que implica engajar os alunos na escolha de temas e projetos, destacando a importância desses assuntos e estimulando tarefas críticas e criativas. Ainda, propõe a promoção do desenvolvimento do pensamento intuitivo e estratégico dos estudantes, diretamente ligado ao raciocínio crítico, para que promova a administração intencional do clima emocional e social em sala de aula, reconhecendo os erros como oportunidades de aprendizado e enfatizando os princípios de confiança e respeito.

Glasser (1925- 2013) destacou a importância do envolvimento ativo e participativo dos estudantes no processo de aprendizagem. Ele enfatizou que a simples exposição passiva à informação tem eficácia limitada, enquanto a participação ativa e o ensino a outros podem aumentar significativamente a retenção e compreensão do material, conforme mostrado na figura 3, abaixo.

Figura 3: Pirâmide da aprendizagem de Glasser.



Fonte: <https://aspectum.com.br/blog/piramide-de-aprendizagem-de-william-glasser>

Nas metodologias ativas, o professor assume o papel de facilitador no processo de ensino-aprendizagem, envolvendo-se nas atividades de provocar, construir, compreender e refletir juntamente com o aluno. Nessa abordagem, o aluno é colocado como o protagonista do processo, sendo esperado que mantenha uma postura ativa, promova a autoaprendizagem, demonstre

curiosidade, conduza pesquisas, tome decisões autônomas e desenvolva uma atitude crítica e construtiva, preparando-se assim para a prática profissional.

É imperativo compreender e aprimorar a implementação prática dessas metodologias na sala de aula, visando a uma formação crítica mais eficaz para os estudantes e uma resposta adequada às demandas sociais e educacionais contemporâneas. O aprendizado ocorre quando compartilhamos experiências, e isso só é possível em um ambiente democrático, sem barreiras ao intercâmbio de pensamentos (Dewey, 2001).

Considerando que as metodologias ativas são concebidas com base em estratégias de ensino fundamentadas na pedagogia crítico-reflexiva e em uma abordagem que se desenvolve em contextos de vida real, intervindo efetivamente na realidade, busca-se estimular a interação entre os diversos participantes. (SILVA, 2014). Essas metodologias são projetadas para envolver os alunos em situações reais, permitindo a intervenção prática na realidade. O objetivo é estimular a interação entre os diversos participantes, como professores e alunos, promovendo assim a valorização da construção coletiva do conhecimento.

Uma metodologia de ensino que incorpore os recentes avanços sobre os diversos tipos de memória pode se tornar um instrumento fundamental para a cognição. Consoante Silva e Bezerra (2011) a pedagogia contemporânea deve explorar diversas ferramentas disponíveis para apoiar uma variedade de abordagens, visando desenvolver habilidades e competências alinhadas com as demandas dos contextos sociais pós-modernos. O conhecimento aprofundado desses complexos processadores cerebrais é essencial para ativar e aproveitar ao máximo as novas estratégias de ensino, facilitando a construção de novas formas de aprendizagem

Em seu texto sobre estratégias inovadoras para métodos tradicionais de ensino, Sousa, Iglesias e Filhos (2014) relatam que os novos desafios no cenário educacional demandam uma mudança no currículo escolar, a fim de possibilitar a individualização das necessidades de cada aluno, facilitando a interação entre professor e aluno. Em seu estudo, os autores exemplificam algumas estratégias que podem ser utilizadas dentro das salas de aulas como ferramentas inovadoras do ensino, incluindo atividades grupais, exposições verbais, grupos de discussão, o uso de portfólio, entre outros. Em todas essas atividades, o aluno é o protagonista ativo, desempenhando cada uma das atividades, enquanto o professor atua como um facilitador auxiliar.

Nascimento e Coutinho (2016) sugerem que há uma falta de pesquisa substancial na área que engloba o ensino de Ciências, especialmente considerando a importância do uso de metodologias ativas no desenvolvimento do aprendizado dos alunos. Para os autores, apesar de

reconhecer a relevância dessa abordagem, a produção de artigos que discutem diretamente e de maneira mais detalhada sobre as metodologias ativas aplicadas em sala de aula é limitada.

É necessário que haja uma mobilização por parte dos professores. Eles precisam reinventar suas metodologias, movimentar seus conhecimentos, repensando a prática em sala de aula. Para que dessa forma, possam encontrar uma maneira que torne a aprendizagem o mais fácil possível. MANRIQUE *et al*, (2016) afirmam que o professor pode refletir sobre sua própria prática, dando a ela outras denotações e melhorando sua prática.

O educando precisa desenvolver seu raciocínio, e para isso o professor deve respeitar suas características. “É preciso conhecer o perfil do estudante, seus interesses, suas habilidades, para que ocorram as trocas imprescindíveis à construção dos conhecimentos e à formação do indivíduo (MOREIRA, 2017, p. 38-39)”.

O uso de experimentações como metodologia ativa pode melhorar a capacidade do aluno de relacionar o conteúdo com seu cotidiano. Corroborando, Guimarães (2009) destaca que a experimentação na escola desempenha diversas funções, como a ilustração de princípios, o desenvolvimento de atividades práticas, a testagem de hipóteses e a investigação dos eventos experimentais. No entanto, a autora enfatiza que a última função, a investigação dos acontecimentos da experimentação, é a mais benéfica para o aprendizado do aluno.

Diante dessas inovadoras propostas de ensino e aprendizagem, torna-se imperativo que o Ensino de Ciências reconheça a necessidade de adotar tais metodologias. Isso implica buscar ativamente o envolvimento dos alunos durante as aulas, proporcionando-lhes oportunidades para transcender a mera recepção passiva de conhecimentos e, em vez disso, expressar suas próprias ideias (NASCIMENTO e COUTINHO, 2016).

Conforme destaca Barbosa (2013, p. 61), "um dos princípios fundamentais da Aprendizagem Baseada em Problemas é a consideração de situações reais relacionadas ao contexto e à vida, em seu sentido mais abrangente, as quais devem estar conectadas ao objeto central do projeto em desenvolvimento".

3. METODOLOGIA

Para a consecução deste estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica com a seleção de materiais como artigos e publicações eletrônicas embasados em conhecimentos neuroeducacionais uma vez que a pesquisa possibilita o aprofundamento do assunto sobre o tema debatido. Segundo Köche (2006, p. 122), a pesquisa possibilita:

“a) Para ampliar o grau de conhecimentos em uma determinada área, capacitando o investigador a compreender e delimitar melhor um problema de pesquisa; (b) para dominar o conhecimento disponível e utilizá-lo como base ou fundamentação na construção de um modelo teórico explicativo de um problema, isto é, como instrumento auxiliar para construção e fundamentação das hipóteses; (c) para descrever ou sistematizar o estado da arte, daquele momento, pertinente a um determinado tema ou problema.”

A pesquisa bibliográfica fornece subsídios para a construção de argumentos sólidos e fundamentados, permitindo posicionar-se dentro do debate acadêmico de forma informada, conhecendo diferentes perspectivas e contribuições ao campo de estudo.

A revisão de literatura ocorreu no período de fevereiro a dezembro de 2023. Com objetivo de entender como os conhecimentos sobre neuroeducação podem auxiliar a prática pedagógica e aprendizagem dos alunos.

Com o desenvolvimento do trabalho buscou-se uma análise das contribuições da Neuroeducação como uma abordagem interdisciplinar no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental. A pesquisa foi direcionada de forma a investigar os fundamentos da neuroeducação e identificar metodologias ativas que possam otimizar a prática docente, por meio de uma revisão de literatura onde, foram examinadas normas, leis, diretrizes educacionais, assim como as afirmações de teóricos e as produções literárias que abordam o processo de ensino e a aplicação de abordagens voltadas às estratégias sugeridas pela neuroeducação.

Destarte, no período de sua realização foram examinados livros, artigos, revistas, jornais etc. que abordam a temática. Após analisadas as fontes documentais serão discutidas e ponderadas no decorrer da pesquisa. Na visão de Oliveira (2014) a pesquisa é usada como um instrumento essencial para embasar decisões de forma mais confiável, que surge como uma ferramenta que proporciona maior segurança nesse processo. pois, à medida que o tempo avança, os dados e informações que fundamentam essas decisões tornam-se cada vez mais complexos. Assim, a pesquisa é apresentada como um meio de lidar com essa complexidade e proporcionar uma base sólida.

A pesquisa foi conduzida por meio da exploração de fontes acadêmicas, com ênfase no uso do Google Acadêmico, onde o período de busca abrangeu os anos de 2008 a 2023, visando incorporar estudos contemporâneos e análises relevantes para a temática proposta neste trabalho. Todavia, a seleção de textos não se limitou apenas a este período, reconhecendo a evolução histórica das abordagens educacionais, foram incluídos alguns textos mais antigos.

Por meio da pesquisa bibliográfica buscou equilibrar a contemporaneidade das fontes, reconhecendo a importância de estudos recentes, com uma perspectiva histórica que contextualiza a evolução das abordagens educacionais. No processo de análise e elaboração das ponderações, priorizou-se a revisão de literatura específica sobre neuroeducação e a aplicação de suas estratégias no ensino de ciências, usando tais termos como palavras chaves, dentro do Google Acadêmico.

Dessa forma, textos que abordam a relação entre neurociência e processos de aprendizagem foram utilizados como base para a compreensão dos fundamentos neurocientíficos subjacentes às práticas educacionais. Nesta etapa os autores mais utilizados incluem aqueles que abordaram as questões centrais do estudo, como neuroeducação e ensino de ciências que foram: Barbosa (2015), Brasil (2022), Cosenza e Guerra (2011), Júnior (2016), Lent (2010), Moojen (2016), Nascimento e Guerra (2016), dentre outros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DISCUSSÕES ACERCA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em resposta à busca incessante do ser humano por compreender o funcionamento complexo do cérebro e do sistema nervoso desenvolveu-se o estudo da neurociência. Os últimos séculos testemunharam avanços significativos, que permitiram aos pesquisadores explorarem o cérebro de maneira mais detalhada, abrindo portas para uma compreensão mais profunda dos mecanismos neurais subjacentes ao comportamento humano, à cognição e às emoções. É notório que essas descobertas ainda demandam aprimoramentos técnicos, no entanto, elas atestam o progresso notável da Neurociência.

Conforme mencionado por Lent (2010), o sistema nervoso apresenta diversos níveis de existência, e sua investigação abrange a multidisciplinaridade, demandando diversas abordagens sob a perspectiva de diferentes especialistas. Uma de suas muitas abordagens pode ser aplicada à educação, por meio da neuroeducação que busca aplicar de maneira prática os conhecimentos da neurociência no contexto educacional, com o objetivo de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem e promover abordagens mais eficazes e personalizadas.

O processo de ensino aprendizagem deve ser muito bem estruturado de modo a se aplicar práticas pedagógicas mais efetivas e adequadas às necessidades de cada discente. Barbosa (2015) menciona que o processo de ensino-aprendizagem requer uma estruturação cuidadosa, pois, não sendo devidamente organizado, pode resultar em falhas internas e externas, incluindo dificuldades específicas, como leitura, escrita ou matemática, manifestadas por crianças cujos desempenhos estão significativamente aquém do esperado para seu nível de desenvolvimento, faixa etária, escolaridade e capacidade intelectual.

Uma prática de ensino baseada nos fundamentos da neuroeducação possibilitará buscar estratégias específicas e diferenciadas, a cada aluno dentro de suas dificuldades e transtornos, podendo auxiliar na superação de possíveis barreiras ou, ao menos, na minimização dos obstáculos impostos por essas condições.

Moojen (2016) esclarece sobre a importância da detecção precoce dos transtornos de aprendizagem, por parte dos pais e professores. Segundo a autora esses transtornos são identificados principalmente durante o Ensino Fundamental e a partir da detecção precoce possibilita que a criança receba tratamento adequado, minimizando as perdas no processo de aprendizado.

Os problemas de aprendizagem são mais evidentes no ambiente escolar, onde é crucial prestar atenção aos termos utilizados para descrever essas dificuldades. O desafio reside na confusão entre identificar se há ou não um real distúrbio, o que pode ser erroneamente interpretado como fracasso escolar, falta de interesse ou preguiça, prejudicando o desenvolvimento da criança.

Nesse contexto, vê-se a importância de uma prática de ensino baseada na neuroeducação. Uma vez que além de saber identificar as dificuldades de cada aluno, uma metodologia baseada na individualidade e com conhecimento do processo de aprendizagem permite um ambiente educacional que foque no desenvolvimento do aluno.

4.2 NEUROCIÊNCIAS E A SUA RELAÇÃO PEDAGÓGICA COM A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Apesar do atual cenário de intensas pesquisas sobre o cérebro e as vantagens das metodologias ativas para aprimorar a aprendizagem, muitas escolas ainda se apegam a métodos de ensino antiquados. A abordagem tradicional, amplamente utilizada, envolve a prévia organização e síntese de informações e conteúdos pelo professor, que os apresenta em sala de aula.

Consoante a BNCC (Brasil, 2018) ao ingressar no Ensino Fundamental, os alunos trazem consigo vivências, saberes e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico, por isso, é crucial valorizar e mobilizar essas experiências, proporcionando uma base para a construção de conhecimentos sistematizados em Ciências. Ou seja, nas aulas de ciências os professores precisam desenvolver metodologias nas quais o aluno deve ser o protagonista de ensino e aprendizagem.

Corroborando Morales (2014, Apud JÚNIOR, 2016) a educação demanda uma abordagem científica que explore alternativas para superar a estrutura educacional existente. O ensino de ciências requer práticas congruentes, com mudança conceitual e elementos essenciais para a formação de cidadãos conscientes. É necessário um conjunto de conhecimentos que capacitem os indivíduos a interpretar o mundo ao seu redor, compreender conceitos e atualizá-los de maneira a enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano.

Como já tratado anteriormente, a neuroeducação enfatiza que a participação ativa dos alunos melhora a eficácia do processo de aprendizagem. Cosenza e Guerra (2011) destacam a importância de compreender os mecanismos biológicos e as estratégias que os educadores podem empregar para aprimorar a retenção do conteúdo, uma vez que, a emoção influencia significativamente a

aprendizagem. Quando os alunos estão motivados, torna-se mais fácil concentrar-se na tarefa em questão, o que, por sua vez, facilita o armazenamento de informações na memória.

Tratando especificamente do ensino de ciências a BNCC (Brasil, 2018) complementa que: “Não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação” (BRASIL, 2022, p.331)

Consoante Nascimento e Coutinho (2016) As Metodologias Ativas de Aprendizagem são abordagens inovadoras na educação, promovendo a aprendizagem e a participação ativa dos alunos em sala de aula. Elas englobam todas as dimensões do aluno, proporcionando liberdade de escolha nas atividades para fomentar uma postura ativa no processo de aprendizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento do trabalho observa-se que ao compreender os mecanismos neurobiológicos subjacentes à aprendizagem, os educadores podem adotar estratégias pedagógicas mais alinhadas com o funcionamento do cérebro, otimizando assim a eficácia do ensino. A neuroeducação contribui para a promoção de ambientes de aprendizagem saudáveis, nos quais se consideram aspectos como a individualidade de cada aluno, a gestão emocional e o que leva a motivação dos alunos.

Diante da análise dos textos apresentados nota-se a relação entre a forma como o conteúdo é transmitido e aprendido, uma vez que os autores expõem a importância de conexões com a vida real e a necessidade de criar estratégias pedagógicas, que reforcem a ideia de que a aprendizagem efetiva transcende a mera acumulação de informações, requerendo uma abordagem holística que considere a conexão com a vida real, o impacto emocional e a formação do cidadão.

O ensino de ciências é essencial para a compreensão do mundo e suas constantes transformações. Ao destacar a importância de inserir o aluno como um cidadão participativo e integrado ao universo, o ensino de ciências assume um papel formativo crucial e fazendo uso das abordagens corretas o professor pode contribuir para o desenvolvimento nas relações entre ciências e sociedade. O que evidencia que abordagem educacional de metodologias ativas não apenas desenvolve o pensamento lógico, mas também capacita os alunos a discutirem e compreenderem criticamente o que ocorre ao seu redor.

Com base no desenvolvimento do objetivo geral que visa analisar as contribuições da Neuroeducação como abordagem interdisciplinar no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental, é possível destacar algumas considerações fundamentais. Inicialmente, integrar os conhecimentos da neurociência ao campo educacional representa um avanço significativo na busca por práticas pedagógicas mais eficientes, inclusivas e capazes de preparar os alunos para a vida.

No contexto dos objetivos específicos, destaca-se que a investigação sobre o uso da Neuroeducação como uma abordagem nas práticas de ensino, proporcionou uma compreensão mais assertiva das relações entre processos cerebrais e aprendizagem, permitindo identificar estratégias mais eficientes, como o caso das metodologias ativas, que compreendem o aluno como ser individual e com suas características pessoais de conhecimento e forma de aprender.

Observou-se ainda que há uma carência de estudos abrangentes e aprofundados que abordem de forma mais direta e complexa as práticas ativas de ensino dentro do contexto específico do ensino

de Ciências. Todavia, não se pode afirmar que os professores não parecem estar incorporando essas metodologias, todavia, possivelmente as produções acadêmicas e científicas relacionadas ao tema estejam em segundo plano. Seria de extrema relevância para a educação em Ciências se esse tópico recebesse maior destaque no contexto escolar, contribuindo assim para facilitar e aprimorar a experiência de aprendizado do aluno.

A pesquisa também revelou que a neuroeducação enriquece a compreensão do processo de aprendizagem, promovendo uma educação centrada no aluno e fundamentada em princípios científicos, avançando práticas pedagógicas eficientes. No entanto, a falta de estudos aprofundados sobre práticas ativas no ensino de Ciências destaca a necessidade de maior ênfase e integração desse tema no contexto educacional para aprimorar a experiência de aprendizado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. P; et al. **Prevenção e remediação das dificuldades de aprendizagem: adaptação do modelo de resposta à intervenção em uma amostra brasileira.** Revista Brasileira de Educação. v. 21 n. 66 jul.-set. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/wmKCDq4s7MWTJLzwv7mtgch/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 de out. 2023.

ALMEIDA, Andreza de Souza; PEREIRA, Flávia da Cunha. Neuroeducação: contribuições das neurociências, psicologia e educação para as práticas pedagógicas. In: BRASIL MULTICULTURAL (Org.). Neurociências e Educação: Diálogos Interdisciplinares. 1. ed. Brasil Multicultural Editora, 2020. Disponível em: <https://brasilmulticultural.org/wp-content/uploads/2020/11/ebook-Neurociencias-educacao-e-saude.pdf>. Acesso: 8 de janeiro de 2024.

ALVES, C. L.; CAVALCANTI, J. N. S. **Como o Cérebro Aprende: um conceito fundamental para professores.** In: Congresso Nacional de Educação, nº. 4, 2017, João Pessoa. Anais [...] João Pessoa: Editora Realize, 2017. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA1_ID10153_17102017131307.pdf Acesso em: 01 de out. 2023.

ARANHA, Glaucio; CHICHIERCIO, Marina; SHOLL-FRANCO, Alfred. **A divulgação científica como instrumento de desmistificação e conscientização pública sobre neurociências.** In: EKUNI, Roberta; ZEGGIO, Larissa; BUENO, Orlando Francisco Amodeo (Org.). Caçadores de Neuromitos. São Paulo: Memnon, 2015. cap. 15, p. 204-220.

BARBOSA, Ierecê. **Tempo de Aprender:** uma abordagem psicopedagógica sobre as dificuldades e transtornos da aprendizagem/ Ierecê Barbosa. 11.ed. Manaus: UEA EDIÇÕES/BK Editora, 2015.

BARBOSA, Ierecê; MARTINS, P. C. S. ; SILVA, J. T. ; BATISTA, E. C. ; SANTIAGO JUNIOR, C. O. ; NAVEGANTES, P. M. B. . **Neurociência, aprendizagem e estratégias cognitivas: um relato de experiências.** In: Augusto Fachin Teran; Saulo Cezar Siffert Santos. (Org.). Temas sobre ensino de ciências em espaços não formais: avanços e perspectivas. I ed. Manaus: UEA Edições, 2016, v. I, p. 223-229

BARBOSA, E.F; MOURA, D.G. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica.** B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343176138_Metodologias_ativas_de_aprendizagem_na_Educacao_Profissional_e_Tecnologica. Acesso em: 15 de novembro. 2023.

BARTOSZECK, Amauri Betini. **Neurociência na educação.** Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita, v. 1, p. 1-6, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** – Lei nº 9.394/1996 – Lei nº 4.024/1961.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997

BEAR, Mark F. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso** [recurso eletrônico] / Mark F. Bear, Barry W. Connors, Michael A. Paradiso; tradução: [Carla Dalmaz ... et al.]; [revisão técnica: Carla Dalmaz, Jorge Alberto Quillfeldt, Maria Elisa Calcagnotto]. – 4. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, Rodney R. (Org). **Como as Pessoas Aprendem. Comitê de Desenvolvimento da Ciência da Aprendizagem, Comitê de Pesquisa da Aprendizagem e da Prática Educacional, Comissão da Educação e Ciências Sociais e do Comportamento**. Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos. São Paulo: Senac, 2007.

CAMPOS, Anna Lucia. **Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano**. La Educación, Revista Digital, v. 143, p. 1-14, 2010.

CARVALHO, Fernanda A. H. de. **Reaprender a aprender: a pesquisa como alternativa metacognitiva**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3556>

COCH, D. & ANSARI, D. (2009). **Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education**. *Cortex*, 45, 546-547.

CORREIA, Luís de Miranda. **Problematização das dificuldades de aprendizagem nas necessidades educativas especiais**. *Análise Psicológica*, Jun 2004, vol.22, no.2, p.369-376.

COSENZA, Ramon; GUERRA, Leonor. **Neurociência e educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COSTA, R. L. S. **Neurociência e aprendizagem**. *Revista Brasileira de Educação*, v. 28, p. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbfK/?format=pdf&lang=pt>
Acessado em: 24/12/2023

CRESWELL, Jonh W. **Pesquisa de métodos mistos** / Jonh W. Creswell, Vicki I, Plano Clarck; tradução Magda Lopes; revisão técnica desta edição Dirceu da Silva. – 2 ed. – Porto Alegre: Penso, 2013.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DEWEY, John. **Vida e educação**. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 2001.

EKUNI, Roberta; POMPÉIA, Sabine. **O impacto da divulgação científica na perpetuação de neuromitos na educação**. *Revista da Biologia*, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2016.

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

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. F. **Ensino de Ciências no 1º grau.** São Paulo: Atual, 1986

FONSECA, V. **Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica.** *Revista Psicopedagogia*, São Paulo, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862016000300014. Acesso em: 20 de dezembro de 2023.

GUERRA, Leonor. **O diálogo entre a neurociência e a educação: Da euforia aos desafios e possibilidades.** Interlocução, [S.I.], 2015.

KANDEL, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. **Principles of neural science**, New York, NY: McGraw-Hill, 2000.

KUBO, O.M.; BOTOMÉ, S.P. **Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais.** *Interação*, Curitiba, v.5, p. 123-132, 2001.

JARDINI, R. S. R. **Método das boquinhass: alfabetização e reabilitação dos distúrbios da leitura e escrita.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

JUNIOR, CLORIJAVA DE OLIVEIRA SANTIAGO. **neuroeducação e práticas pedagógicas dos professores de escolas públicas das séries finais do ensino fundamental em ensino de ciências.** UEA, 2016. disponível em: < <https://pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/70-6.pdf> > Acesso em: 18 de dezembro de 2023

KANDEL, Eric et al. **Princípios de Neurociências-5.** AMGH Editora, 2014.

LAWRENCE JR., C. M. **Garrison's History of Neurology.** Springfield, Charles C. Thomas, 1969

LENT, Roberto. **Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência.** Editora Atheneu. 2 ed. 2010.

LIBÂNEO, J. C. **O processo de ensino na escola.** São Paulo: Cortez, 1994. P. 82-111.

MACEDO, E. **Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências.** In: LOPES, A. C. e MACEDO, E. (orgs.). *Currículo de ciências em debate.* Campinas: Papirus, 2004, p. 119-153

MAIA, Heber et al. **Neuroeducação e ações pedagógicas.** Rio de Janeiro: Wak, v. 4, 2011.

MANRIQUE, A. Lúcia et al. **Desafios da Educação Inclusiva: Práticas**, volume II – São Paulo: Editora livraria da Física, 2016.

MARANDINO, M. **A Prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MARANDINO, Martha et al. **A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz.** 2003, Anais.. Bauru, SP: ENPEC/ABRAPEC, 2003. Acesso em: 06 jul. 2023.

MOOJEN, Sônia Maria Pallaoro; BASSÔA, Ana; GONÇALVES, Hosana Alves. **Características da dislexia de desenvolvimento e sua manifestação na idade adulta.** Revista Psicopedagogia, v. 33, n. 100, p. 50-59, 2016.

MORA, F. **Neuroeducação para ensinar e aprender melhor.** Revista Pedagógica Pátio. Porto Alegre: Artmed, ano XVI, n. 61, 2012.

MORALES, Cinthia Junger de Souza. **O processo de ensino e aprendizagem no ensino de ciências.** Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Manaus, v.14, p.01-15, jul-dez, 2014. www.revistas.uea.edu.br/arete. Acesso em novembro de 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** (After all, what is meaningful learning?). Instituto de Física, UFRGS. Porto Alegre – RS, 2017. Disponível em: <https://sae.digital/aprendizagem-significativa/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NASCIMENTO, Tuliana Euzébio do; COUTINHO, Cadidja. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências.** *Multiciência Online*, 2016. Disponível em: <http://urisantiago.br/multicienciaonline/adm/upload/v2/n3/7a8f7a1e21d0610001959f0863ce52d2.pdf>

NATIONAL JOINT COMMITTEE FOR LEARNING DISABILITIES. *Collective perspectives on issues affecting learning disabilities: position papers and statements.* Autin: PRO-ED, 1994

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais.** 1ª. Ed. –São Paulo: Atlas, 2018

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores.** Educação Unisinos, v. 18, n. 1, p. 13-24, 2013.

ORÇO, C. L.; IOP, E.; GAI, N. A. **Diferenças individuais no processo de aprendizagem em sala de aula.** Xanxerê – SC: Unoesc & Ciência – ACHS, v. 9, n. 2, p. 133-138, 2018.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Tradução Naila Freitas. 5º ed., Porto Alegre: Artmed, 2009

PURPURA, P.D. (1992). **A neuroscience curriculum.** Em: Marston, R. Q., Jones, R. M. (eds). **Medical Education in transition.** Pp. 58- 66. Princeton, NJ: Robert Wood Johnson Foundation.
RATEY, J. J. **O cérebro: um guia para o usuário.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

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

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (Org.). **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1. ed. São Paulo: UNIMEP. 2000

SILVA, Mário M. da; BEZERRA, Edileuza de L. **Contribuições das neurociências ao processo de ensino-aprendizagem**. COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 5. São Cristóvão, p. 1-16, 2011. Disponível em: <<http://educonse.com.br/2011/cdroom/eixo%2014/PDF/Microsoft%20Word%20-> Acesso em: 21 de dezembro 2023.

SOUSA, Cacilda da Silva. IGLESIAS, Alessandro Giraldez, FILHO, Antonio Pazin. **Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais**. Revista FMRP, Ribeirão Preto, 2014. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rmrp/article/view/86617>. Acessado em: 23 de dezembro de 2023.

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

TOKUHAMA – ESPINOSA, Tracey. **Why Mind, Brain, and Education Science is the "New" Brain-Based Education**. Disponível online em < <http://migre.me/lXgK3>>

TORRES, Niquelle Leite; SOARES, Thatiana Santos; CONCEIÇÃO, Fábio Henrique Gonçalves. **Dificuldade de aprendizagem além do muro escolar**. II Encontro Científico Multidisciplinar. 2016.

VENTURA, Dalia. O crânio com perfuração retangular que confirmou que incas realizavam cirurgias complexas. **BBC**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-63849364> />. Acesso em: 25 maio. 2023.