

NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Letícia de Fátima Ferreira ¹

Cláudio Lúcio Mendes ²

Resumo

O presente trabalho visa compreender os fundamentos neurocientíficos do processo de aprendizagem que podem contribuir com as práticas educativas. Tem como objetivo identificar as propostas neurocientíficas para a educação, analisando quais poderão auxiliar na melhoria da aprendizagem dos estudantes nas instituições educativas. A relação entre neurociência e educação tem se tornado cada vez mais importante nos últimos anos. Com avanços na tecnologia de imagem cerebral e na compreensão do funcionamento do cérebro, os pesquisadores têm obtido novas perspectivas sobre como as pessoas aprendem e desenvolvem habilidades. Esta pesquisa é de cunho qualitativo exploratório-explicativo, por meio da revisão bibliográfica. Para alcançar o objetivo, as técnicas de pesquisa selecionadas foram os registros em diário de pesquisa e os procedimentos de revisão bibliográfica, baseada na leitura e interpretação do material selecionado, da maneira mais criteriosa possível. A coleta ocorreu através das bases de dados do Portal CAPES; SCIELO e BDTD. Os critérios de inclusão levaram em conta: ser artigo, dissertação ou tese, e possuir padrão científico fidedigno; exibir a interface neurociência com a educação e tratar da temática da aprendizagem. Em suma, espera-se discutir a ação educativa em interlocução com o conhecimento do campo neurocientífico, refletindo se tal campo pode colaborar com a prática docente ao problematizar como a aprendizagem se consolida, tendo como órgão central o cérebro.

Palavras-chave: Neurociência, Educação, Aprendizagem.

1. Introdução

Embora o interesse dos educadores pela neurociência tenha crescido nos últimos anos, Leonor Guerra (2011) aponta que a pesquisa por si só em neurociência não possibilita novas estratégias educacionais. Desse modo, fica evidente a emergência de processos analíticos que

¹ Graduanda em Pedagogia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

² Doutor em Educação pela UFRGS. Docente do Departamento de Educação da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

tenham a centralidade de buscar na neurociência recursos e bases que poderão sustentar as práticas pedagógicas já existentes, já que a neurociência não visa estabelecer uma nova pedagogia (COSENZA; GUERRA, 2011).

Para Luciana Richter (2018), a docência necessita estar instrumentalizada para agir de modo que avalie situações do cotidiano no ambiente educacional, podendo então utilizar de ferramentas e estratégias adequadas ao ensinar. Nessa linha de raciocínio, a neurociência – em interface com a educação – age no conjunto de saberes plurais no desenvolvimento de ações que favoreçam tanto o ensino quanto a aprendizagem. Reafirmando tal questão, aponta-se a otimização do ensinar e aprender, a partir da complementação da educação para a neurociência, e da neurociência para a educação (CARVALHO; BARROS, 2012).

Então, se a neurociência e a educação partilham do interesse em compreender o processo de como se aprende, a busca por relacioná-las torna-se emergente (RICHTER, 2018). A docência – ao basear-se nos conhecimentos advindos da neurociência, tendo-a como uma ciência da aprendizagem – poderá desenvolver sua prática fundamentada no funcionamento cerebral. Todavia, lamentavelmente, a relação entre neurociência e educação, observada em um levantamento inicial, demonstra que tal aproximação ainda é mencionada nos trabalhos de forma superficial, não expondo explicitamente o que das proposições da neurociência efetivamente contribui ao professor.

Nessa lógica, acredita-se que este trabalho se justifica por ter como propósito discutir a ação educativa em interlocução com o conhecimento do campo neurocientífico, refletindo se tal campo pode colaborar com a prática docente ao problematizar como a aprendizagem se consolida no cérebro. Por meio do estudo, indicativos relativos às articulações da educação com a neurociência serão buscados, identificando o desenvolvimento de possibilidades inexploradas e analisando quais efetivamente propiciarão aos docentes contribuições no entendimento e na consolidação da aprendizagem. Nesse sentido, percebe-se que a interface da neurociência com a educação deve ser analisada a partir dos princípios educacionais. Em outras palavras, este trabalho visa, a partir da educação, analisar as contribuições da neurociência, uma vez que o cotidiano educacional é a área em que as contribuições da neurociência poderão ser efetivadas.

1.1 Objetivo da Pesquisa

1.1.1 Objetivos Geral

Objetivando proporcionar conhecimentos acerca da relação da educação com a neurociência, contribuindo nos avanços de práticas pedagógicas coerentes com a estruturação biológica da aprendizagem, a presente pesquisa tem como problema central: *quais os conhecimentos e propostas*

da neurociência para o campo educacional que potencializam a aprendizagem dos estudantes? A partir daí, tem como objetivo geral: identificar os conhecimentos neurocientíficos para a educação e apresentar quais contribuições da neurociência podem auxiliar na melhoria da aprendizagem dos estudantes nas instituições educativas.

1.1.2 Objetivo Específico

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa, bem como ampliar a visão dos docentes acerca da utilização dos conhecimentos neurocientíficos nas práticas pedagógicas cotidianas e ainda facilitar a compreensão da efetividade dessas proposições, os objetivos específicos traçados foram pensados em uma ordem de compreensão da relação da área da educação e da neurociência. Para isso, foram estruturados os objetivos específicos:

- 1. Analisar as propostas neurocientíficas para a educação/ Investigar a consolidação da aprendizagem no cérebro.*
- 2. Identificar aspectos relevantes para o cotidiano educacional na interface educação e neurociência.*
- 3. Compreender quais elementos relacionam educação e neurociência e que podem ser incorporados em práticas docentes a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes.*

1.2 Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa teve cunho qualitativo exploratório-explicativo, por meio da revisão sistemática de literatura. O propósito da escolha da metodologia foi possibilitar a análise e a identificação das contribuições neurocientíficas para a educação, tendo a centralidade nos princípios educacionais e na efetividade das propostas para o cotidiano educacional.

A revisão sistemática da literatura é uma modalidade de pesquisa regida por protocolos específicos, buscando entender e dar alguma logicidade a uma base documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona em um dado contexto. Nessa lógica, a metodologia que será empregada está em sintonia com a problemática da pesquisa, já que visa delimitar se determinadas proposições neurocientíficas se efetivam positivamente nas práticas de ensino-aprendizagem (GALVÃO; RICARTE, 2020).

A investigação qualitativa aponta os dados, enfatizando as descrições interpretativas e até mesmo as perceptivas. A palavra qualitativa realça as qualidades das entidades, dos processos e os significados que não são desenvolvidos nas ações de quantidades. Ao utilizar dessa abordagem, a investigação e o investigador enfatizam a natureza dos valores da investigação (DENZIN;

LINCOLN, 2006). A escolha pela investigação qualitativa decorreu focada na descrição, análise e compreensão do processo, mais do que nos próprios resultados.

A coleta de dados foi realizada em bases de dados que proporcionaram a investigação de dados secundários para a análise. As bases de dados selecionadas, a princípio, para o alcance dos dados foram: *SciELO*; *Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*; *BDTD*. Para desenvolver a questão problema da pesquisa, (Quais os conhecimentos e propostas da neurociência para o campo educacional que potencializam a aprendizagem dos estudantes?), a coleta de dados utilizará dos seguintes descritores: *Neurociência*; *Educação*; *Aprendizagem*.

Os critérios de inclusão levaram em conta: ser artigo, dissertação ou tese e possuírem padrão científico; exibir a interface neurociência com a educação e tratar da temática da aprendizagem. Ainda, as variáveis de seleção são: objetivos e ou problema de pesquisa com potencial para contribuir na presente investigação; e, por fim, considerar os princípios educacionais. No que se diz respeito à exclusão, não foram selecionados aqueles que tratem da neurociência e ou da educação de maneira isolada.

Para alcançar o objetivo, as técnicas de pesquisa selecionadas foram os registros em diário de pesquisa, os procedimentos de revisão bibliográfica, baseada na leitura e interpretação do material selecionado, da maneira mais criteriosa possível. O diário de pesquisa, como metodologia, auxilia o pesquisador na construção do conhecimento. A pesquisa passa a ser visualizada de forma ampla e integral em todos os seus aspectos. Adicional, com a finalidade de registrar os acontecimentos que perpassam a pesquisa, o diário é um importante meio de anotações que provavelmente passariam despercebidas pelo pesquisador (VIEIRA, 2001). Sendo assim, o diário de pesquisa será utilizado como instrumento de coleta de dados, e também fonte para as análises das investigações.

Por fim, em suma, espera-se discutir a ação educativa em interlocução com o conhecimento do campo neurocientífico, utilizando da pesquisa de revisão sistemática de literatura, com base em processos exploratórios-explicativos, tratando de uma pesquisa qualitativa.

2. Diálogo entre Educação e Neurociência

Nota-se, nos últimos anos, um aumento significativo no interesse em compreender o emprego da neurociência na educação. Com isso, verifica-se que os profissionais da educação têm buscado as descobertas e os avanços da área da neurociência na tentativa de compreender os processos de aprendizagem. Nesse sentido, a busca pela relação entre educação e neurociência pode confrontar e também acrescentar conhecimentos, possibilitando e articulando informações para a compreensão e otimização do ensino e da aprendizagem (CARVALHO; BARROS, 2012).

Espera-se da educação a formação de sujeitos aptos a pensar criticamente e reflexivamente em torno do ambiente que está inserido, não bastando que os conhecimentos sejam apresentados aos alunos. É necessário que seja propiciada uma nova tomada de decisões, possibilitando a aplicação dos conhecimentos, das habilidades e das atitudes nas questões que irão permear o seu meio. É utópico colocar que a educação deve formar tais sujeitos, mas é certo que a partir do momento que se volta ao desenvolvimento dessas competências assume-se uma postura determinante na viabilização de um processo de ensino-aprendizagem comprometido com a formação de indivíduos e sobretudo sobre o papel desempenhado por cada um. Levando em consideração que a educação é um processo permanente, é necessário observar os cenários em que a educação vem sendo organizada, oportunizando-se a construção da aprendizagem. Não se trata de negar os fazeres docentes, mas sim de assegurar que a condução do processo de ensino-aprendizagem seja enriquecedora ao processo educacional que assegure a qualidade da educação na formação integral dos estudantes (BARBOSA, 2004).

A educação tem como característica o desenvolvimento de conhecimentos ou comportamentos, mediante processos que envolvem a aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011). Na mesma direção, de acordo com Spitzer (2007), a aprendizagem é um processo ativo que proporciona transformações cerebrais naquele que aprende. Nesse sentido, Richter (2018) avança afirmando que o conhecimento obtido é resultante da mudança comportamental adquirida na experiência em que o indivíduo é exposto, havendo a promoção tanto de aprendizado quanto de capacidade de armazená-lo. Assim, a mudança comportamental exigida pelo ambiente, é resultado da aquisição e do armazenamento de informações que serão usadas em momentos propícios.

Nessa perspectiva, Ramon Cosenza e Leonor Guerra (p. 141, 2011) colocam que alguém “aprende quando adquire competências para resolver problemas e realizar tarefas, utilizando-se de atitudes, habilidades e conhecimentos que foram adquiridos ao longo do processo de ensino e aprendizagem”. A aprendizagem então modifica os indivíduos, transformando o comportamento e o modo de viver e se relacionar em sociedade (RICHTER, 2018).

No processo de aquisição dos novos conhecimentos, fatores como o contexto, a condição de vida, a cultura, o sentido e o significado, o ambiente, os afetivos e os emocionais, entre tantos outros, interferem na aprendizagem dos estudantes e na qualidade dessa aprendizagem. Por conseguinte, o conhecimento dos processos biológicos da aprendizagem e as suas operações influenciam na consolidação das novas aquisições e, para além, podem influenciar práticas docentes. Se então, o cérebro é o órgão da aprendizagem, identifica-se a necessidade de compreender os fundamentos da neurociência e suas implicações para a educação a fim de possivelmente ampliar a eficácia de processos de ensino e aprendizagem por parte da comunidade educativa (COSENZA; GUERRA, 2011).

A neurociência ganha visibilidade a partir da chamada “Década do Cérebro”. Nesse período (1990-1999), a neurociência foi impulsionada pelo avanço, desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de neuroimagem, de eletrofisiologia, da neurobiologia molecular e da neurociência cognitiva. Definitivamente, a neurociência torna-se a ciência que tem como finalidade estudar os princípios que descrevem a estrutura e o funcionamento neural, a partir daquele momento apoiando-se em tecnologias de neuroimagem (LISBOA, 2014). Desse modo, aprofunda-se o estudo dos neurônios, dos órgãos do sistema nervoso e de suas funções, além das funções cognitivas e os comportamentos que resultam da estrutura, buscando compreender esses fenômenos (RICHTER, 2018).

É também em 1990 que emergem estudos em busca de compreender os processos da memória, da atenção e também da aprendizagem. Com isso, sinaliza-se uma aproximação das neurociências com os temas ligados à educação, na busca por compreender e também intervir em questões que permeiam o campo. Deste modo, relacionar neurociência com a educação possibilitou a articulação da teoria com a prática. Para o campo neurocientífico a aproximação significou a observação das pesquisas na prática, enquanto para a educação, viabilizou-se propostas baseadas em evidências, cujo propósito é embasar as decisões da prática educativa (LISBOA, 2014).

Tratando-se de uma ciência interdisciplinar, a neurociência entende a educação como a centralidade do desenvolvimento humano. Compreendendo as diversas áreas de conhecimento possibilitadas pelo estudo da área, no âmbito educacional, a neurociência abre-se para alternativas em que o professor favorece a aprendizagem dos alunos, nos processos educativos inerentes a sua prática cotidiana. Nesse aspecto, a aprendizagem é o resultado de alterações cerebrais decorrentes de experiências, que impulsionadas de forma correta, levará a uma aprendizagem significativa pelo aluno. Tendo como ponto que as aprendizagens são singulares e que cada sujeito detém de uma forma de apropriação, espera-se da docência o uso de meios diferenciados e de métodos que sejam adequados para os discentes (LAGO et al, 2021).

Os conceitos da neurociência, ao serem utilizados na educação, podem contribuir para minimizar as lacunas entre o ensinar e o aprender, uma vez que a valorização e a observação no processo de ensino e aprendizagem está defasado devido ao ensino em massa, tradicional e bancário que não leva em consideração as individualidades e necessidades dos alunos. Refletir e criar estratégias para que os alunos possam aprender significativamente, passa a ser necessidade na sala de aula e nas instituições de ensino, mudando a postura dos profissionais da educação. Certamente, entender o funcionamento do cérebro contribui para que as atividades pedagógicas sejam estruturadas, levando em consideração os aspectos da realidade do aluno, permitindo a relação do objeto de conhecimento e o seu cotidiano (OLIVEIRA, 2020).

A neurociência contribui significativamente para a aprendizagem do aluno, oportunizando ao professor conhecimentos suficientes para a elaboração de estratégias que aperfeiçoem a sua prática educativa, enquanto agente de transformação social. Para isso, é necessário que o ambiente propicie ao professor um olhar em prol da educação com qualidade, fornecendo infraestrutura e material que corresponda com as necessidades dos alunos. Sendo assim, a neurociência parte na premissa de desmantelar a educação tradicional bancária realizada nas instituições de ensino, desenvolvendo as potencialidades dos alunos, por meio dos estímulos (LAGO et al, 2021).

Então, se a neurociência e a educação partilham do interesse em compreender o processo de como se aprende, a busca por relacioná-las torna-se emergente (RICHTER, 2018). A docência – ao basear-se nos conhecimentos advindos da neurociência, tendo-a como uma ciência da aprendizagem – poderá desenvolver sua prática fundamentada no funcionamento cerebral. Maurice Tardif e Claude Lessard (2012) destacam uma importante informação. Para esses autores, o professor articula seus saberes e sua didática em benefício de estratégias que sejam mais propícias ao ensino de cada estudante de acordo com o modo da sua aprendizagem. Nesse sentido, percebe-se que a interface da neurociência com a educação deve ser analisada a partir dos princípios educacionais.

Mesmo que a educação tenha como pretensão oferecer condições para o desenvolvimento de competências pelo estudante, finalidade diferente da neurociência, é notório o potencial de relacioná-las. Cosenza e Guerra (2011, p. 143) afirmam que conhecer a “organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades e as intervenções” auxiliam no cotidiano da sala nas instituições educativas. Aposta-se que, uma vez relacionada a educação com o conhecimento da neurociência, o trabalho por parte dos profissionais docentes, possa se tornar mais significativo e eficiente, justamente por possibilitar uma abordagem científica do processo de ensino e aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

3. O papel da emoção, motivação, atenção, memória, plasticidade e funções executivas na aprendizagem

A neurociência cognitiva estuda o cérebro e outros aspectos vinculados ao processo cognitivo com o propósito de assimilar os fenômenos mentais e as estruturas neurais do cérebro. Ao fundamentar-se na compreensão de processos cognitivos é possível almejar uma prática diferenciada em relação à abordagem no ensinar e aprender. Portanto, para o aprimoramento e otimização da aprendizagem, o sistema cognitivo é dependente do funcionamento de processos auxiliares, condições de uma boa aprendizagem. Tais processos auxiliares são estruturas biológicas, fatores necessários para a efetivação da aprendizagem (RICHTER, 2018). Ademais, os fatores estruturantes aqui explicitados serão: atenção, memória, emoção, motivação, plasticidade e funções executivas.

A atenção diz respeito à capacidade do ser humano em dar ênfase em situações relevantes. Devido às constantes remessas de informações que chegam ao indivíduo, é necessário que haja o foco em determinado aspecto, ignorando os demais, para que assim as informações sejam processadas pelo cérebro (COSTA, 2023). A realização de duas tarefas concomitantemente faz com que o sistema atencional seja afetado, sendo que então nenhuma delas sejam realizadas com eficiência, confirmando que “[...] duas informações que viajem por um mesmo canal não serão processadas ao mesmo tempo, pois o cérebro será obrigado a alternar a atenção entre as informações concorrentes” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 47)

Desse modo, no contexto educativo, é importante atentar-se ao sistema atencional, haja vista que está diretamente ligado ao empenho com o assunto abordado. Assim, é fundamental reduzir ao máximo os elementos distratores para que a atenção volte-se para o fundamental. Para além disso, é necessário a utilização de mecanismos que concentrem a atenção dos alunos por um certo tempo, a fim de que consigam compreender o que está sendo elaborado e proposto (COSTA, 2023).

Outra importante informação a ser destacada sobre o sistema atencional é que durante as aulas há uma exigência de uma carga cognitiva. Se em um determinado momento, o educador exigir algo que está muito acima do que se tem de conhecimento prévio pelos alunos, o assunto provocará desafios, desfoco e cansaço, além de frustração. Posto isso, a realização de avaliação diagnóstica, a observação das limitações e do reconhecimento das dificuldades dos alunos torna-se uma competência necessária em um cotidiano escolar ativo e dinâmico (COSTA, 2023).

A atenção está diretamente relacionada com a memória, dado que para a consolidação da memória é fundamental que as informações recebam a atenção. A memória diz respeito à codificação, armazenamento e evocação de informações, como é apontado por Cosenza e Guerra (2011). Há diversos tipos de memória, dentre os quais estão:

A memória explícita (declarativa), cujas recordações são conscientemente retomadas, e a implícita (não declarativa ou procedural), ativada de forma inconsciente. No âmbito da memória explícita, há informações transitórias, relacionadas a eventos cotidianos (lembrar um número de telefone, o nome de uma rua, onde o carro foi estacionado etc.), que, após serem utilizadas, desaparecem (memória de curto prazo); e há informações que perduram por mais tempo, em forma de registros permanentes, necessários para eventos futuros, memória de longo prazo (COSTA, 2023 p. 11).

Para as situações futuras, é imprescindível que as informações sejam transformadas em registro, para que então possa ocorrer a consolidação e, posteriormente, a recuperação nos contextos necessários. Para que o registro torne-se permanente na memória, três processos são fundamentais: repetição, elaboração e consolidação. Na repetição, não é o bastante que as informações se repitam da mesma forma todas as vezes, sendo imprescindível que novas informações e novos conhecimentos sejam incorporados e associados, propiciando a elaboração para que os novos conhecimentos sejam relacionados aos já existentes. Quanto mais complexo for esse processo, mais forte serão as sinapses e os vínculos estabelecidos, resultando na consolidação da memória, tornando-se registro permanente (COSTA, 2023).

A percepção do mundo acontece pelo aparelho perceptual, em um processo de interpretação que envolve os sentidos e a memória. A memória é a aquisição, formação, conservação e evocação de informações. Nessa lógica, a aquisição é também chamada de aprendizagem, visto que memoriza-se aquilo que se aprendeu. Ainda, a evocação é a recordação, lembrança e recuperação. Lembramos aquilo que é gravado, aquilo que aprendemos. Já a percepção é a habilidade de associar as informações sensoriais à memória e também à cognição, com a intenção de produzir concepções sobre o mundo e sobre si, de modo a orientar o comportamento (GONÇALVES et al, 2019).

A grande responsável pela estimulação da atenção e facilitador para a memória é a motivação. A motivação está vinculada à liberação da dopamina e aos mecanismos de sobrevivência. Para Costa (2023, p. 13), trata-se de um tipo de “impulso (externo ou interno) capaz de fazer com que um indivíduo direcione energia e tempo para realizar determinadas tarefas ou continuar aquelas já iniciadas”. A motivação apresenta dois tipos: intrínseca, quando parte do sujeito o empenho e iniciativa própria e a extrínseca quando a motivação é externa e o sujeito apenas acata. No cotidiano escolar, ambas são necessárias e importantes para o desenvolvimento do bom trabalho, referentes à rotina, à organização e aos projetos de vida, por exemplo (COSTA, 2023).

No contexto educacional, a motivação, ao ser relacionada com a aprendizagem, está vinculada com o envolvimento dos estudantes na aula, nas inter-relações postas. O aluno, ao estar motivado, envolve-se de forma ativa na aprendizagem, o que irá fazer com que se mantenha engajado, mobilizando esforços e habilidades para a compreensão e o domínio do assunto que está sendo abordado. Nesse sentido, o entusiasmo em que o professor apresenta o tema é um grande

diferencial, uma vez que irá influenciar em como o estudante visualiza o desafio colocado, interferindo na motivação e também na emoção para a realização de uma determinada atividade (RICHTER, 2018).

Como a motivação é um importante fator na aprendizagem, é necessário considerar a motivação que acontece de forma incorreta e a desmotivação dos alunos. Em relação a essa problemática, é evidente que muitos alunos estão motivados a realizar uma tarefa para que essa seja entregue, mesmo que a qualidade não seja a esperada, o que então configura como não envolvimento pela tarefa. Outro ponto, é a desmotivação que é alarmante quando há uma frequência e insistência dessa condição, pois é aguardado que os estudantes eventualmente se sintam desmotivados na realização dos estudos (RICHTER, 2018).

O estado emocional também influencia no aprendizado dos indivíduos. Para Cosenza e Guerra (2011), às emoções mobilizam mecanismos cognitivos, por exemplo atenção e percepção, além de sinalizar a importância quando algo acontece. A emoção é um elemento importante, estando intrinsecamente relacionada com a forma de condução e sustentação de comportamentos e com a sobrevivência. Associando-as com a memória, as emoções agem evitando eventos semelhantes que tenham periculosidade ou então, atuando para tornar os sujeitos preparados para as situações. Outra importante consideração é que as emoções geram reações, como taquicardia, tremores etc. Além dessas reações, as emoções geram processos químicos que estão relacionados com as sensações que se originam em regiões específicas no cérebro, em especial, no sistema límbico, responsável pelo controle das emoções e pelos processos motivacionais (COSENZA; GUERRA, 2011).

As emoções precisam ser consideradas nos processos educacionais, levando-se em conta a importância de se ter um “ambiente escolar [...] planejado de forma a mobilizar as emoções positivas (entusiasmo, curiosidade, envolvimento, desafio)”. O ambiente escolar deve ser estimulador, de modo que os estudantes se reconheçam. Outro fato, é que é preciso que as ameaças à aprendizagem sejam reconhecidas e reduzidas. Posto isso, é nítido que o estresse e as emoções negativas, como ansiedade e frustração, sejam evitados, visto que têm efeito contrário em relação às emoções positivas que favorecem a aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

É fundamental expressar que, é possível lidar com as emoções, como o estresse que pode prejudicar os alunos. Para isso, é fundamental o processo de autogestão emocional, tanto para o convívio social quanto para a aprendizagem. Assim, para Costa (2023, p. 17) “não há, portanto, como separar emoção e cognição, nem do ponto de vista cognitivo [...], nem do social [...], além de termos consciência emocional”. Considerando o papel das emoções, é prudente que se crie condições que levem a um autoconhecimento emocional, orientando a uma abordagem adequada

nas manifestações emocionais e, por consequência, nas interações sociais (COSENZA; GUERRA, 2011).

Basicamente a aprendizagem para a neurociência, é a modificação do sistema nervoso central. São os estímulos e as experiências de vida, que serão traduzidas em modificações cerebrais. Sendo assim, a aprendizagem está diretamente ligada à neuroplasticidade, diretamente relacionada à capacidade de fazer e desfazer ligações entre os neurônios, obtidos por meio da interação com o ambiente interno e externo. Essas conexões são capazes de alterar as estruturas e funções do cérebro, devido a plasticidade do órgão, logo tem-se o potencial de moldar-se mediante estímulos e experiências (COSENZA; GUERRA, 2011).

A aprendizagem oportuniza a criação de novas sinapses, que facilitam o fluxo de informações no interior dos circuitos nervosos, aumentando a complexidade das ligações nesses circuitos e promovendo associações entre circuitos independentes. No entanto, o não uso de ligações já estabelecidas, ou uma patologia, pode causar reações inversas, empobrecendo os circuitos neuronais, o que explica o esquecimento de algumas informações (COSTA, 2023).

Levando-se em conta que a plasticidade é maior em crianças do que em adultos, evidencia-se que o docente atuando de forma efetiva no estímulo da neuroplasticidade irá colaborar e facilitar o processo de aprendizagem (RELVAS, 2009). Portanto, no contexto educativo, as estratégias pedagógicas que provocam a neuroplasticidade em conjunto com as experiências de vida dos indivíduos, age alterando o cérebro do aprendiz, possibilitando novos comportamentos adquiridos por meio da aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

Outro importante processo para a aprendizagem refere-se às funções executivas, responsáveis por capacidades, como a metacognição, a autorregulação e a tomada de decisões. Essas funções estão relacionadas com as habilidades em que torna os sujeitos aptos a planejar, executar, regular e monitorar metas e objetivos. As funções executivas referem-se à execução de tarefas desde o planejamento até a conclusão da ação estabelecida (COSTA, 2023), sendo um processo relacionado a como:

[...] organizamos o nosso pensamento, levando em conta as experiências e conhecimentos armazenados em nossa memória, assim como nossas expectativas em relação ao futuro [...], a fim de estabelecer [...] estratégias comportamentais e dirigir nossas ações de uma forma objetiva, mas flexível, que permita, ao final, chegar ao objetivo desejado (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 17).

Sendo assim, é evidente a importância dessas funções no contexto pedagógico, tanto para as atividades simples, quanto para as atividades mais completas. Desse modo, não se relacionam somente com as atividades rotineiras, mas com as atividades que dependem de estratégias cognitivas e metacognitivas. Dessa forma, além de necessitar das rotinas, exige capacidade de

prever as ações que ocorrerão, organizando-as, dispensando-as quando não forem mais necessárias, substituindo por ações necessárias. Ainda, as funções executivas acompanham a tomada de decisões, bem como a repercussão da mesma. Devido às funções executivas somos aptos a analisar as consequências de nossos atos e palavras e, por casualidade, coibir aquilo que possa gerar conflitos (COSTA, 2023).

Essas são apenas algumas das contribuições da neurociência para a educação. À medida que a pesquisa continua avançando, espera-se que mais orientações sejam geradas, promovendo aprimoramentos adicionais nas práticas educacionais e no entendimento da aprendizagem. Em síntese, tem-se então que a plasticidade cerebral, em que o cérebro é altamente maleável, e assim a necessidade de um ambiente estimulador e desafiador; a memória e a retenção, com o uso de estratégias mnemônicas, estimulando o docente a buscar relações do já aprendido com o novo e as emoções, desenvolvendo um papel influenciador na atenção e motivação, são medidas que subsidiam práticas docentes efetivas na aprendizagem dos estudantes, aprimorando o processo de ensino-aprendizagem, como também o ato docente.

4. Neurociência e a prática docente: contribuições

Em sua prática docente, o professor se depara com inúmeros desafios frente ao processo de ensino-aprendizagem. Contudo, apesar da neurociência não propor uma nova pedagogia nem prometer soluções definitivas, pode colaborar fundamentando práticas pedagógicas que já se realizam com sucesso. Dessa maneira, demonstra que ao se fundamentar em estratégias que respeitem o funcionamento cerebral, a aprendizagem será mais eficiente (COSENZA; GUERRA, 2011).

Para que ocorra a educação, o docente ocupa um papel central. A atuação do professor como orientador, mediador e assessor das atividades tem por finalidade fazer emergir do grupo a vontade de aprender. Imagina-se que o professor irá motivar e observar continuamente as reações dos alunos, dando orientações quando necessário. Também faz parte do ato docente salientar aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes na elaboração do conhecimento do aluno. Quando essa mediação acontece no cotidiano escolar, dizemos que a aprendizagem torna-se efetiva (COSTA, 2021).

O ambiente é um grande influenciador da aprendizagem. Para a neurociência, ao estar inserido em um ambiente estimulador, o estudante favorece as conexões neurais, facilitando a assimilação do conteúdo que está sendo abordado. Portanto, a aprendizagem está vinculada à motivação. A regra é simples: quanto maior for a motivação e os estímulos, mais conexões se formarão. Nota-se que o ambiente influencia positiva ou negativamente na aprendizagem. Ao

proporcionar bons estímulos, melhora o desenvolvimento e a capacidade de raciocínio, além de fortalecer as ligações neurais e a estrutura mnemônica de longo prazo, tornando-se relevante na prática pedagógica (CARDOSO; QUEIROZ, 2019).

A relevância da compreensão pelo professor do funcionamento cerebral é indiscutível, sendo primordial para a aquisição de novas estratégias visando facilitar a aprendizagem. No que se refere a prática de fato dos educadores, ao relacionar os conhecimentos já consolidados com os novos conhecimentos, criando um elo de relação, facilitando a compreensão e a aprendizagem dos novos conhecimentos. Assim, os estudantes poderão realizar ligações entre o novo e o velho, compreendendo de forma mais abrangente o conteúdo e percebendo conexões entre o que já está estabelecido e o que está se estabelecendo (OLIVEIRA JUNIOR; ROSA, 2020).

No contexto da aprendizagem, tanto Cosenza e Guerra (2011) como também Oliveira Junior e Rosa (2020) defendem que o ensino precisa estar próximo das vivências dos estudantes, para que essa aprendizagem seja significativa. Isso significa que a aprendizagem necessita de um porquê, um sentido para aprender. Nessa lógica, a experimentação é um importante aliado ao educador nas situações de aprendizagem:

[...] atividades experimentais bem planejadas e executadas, que não se destinem somente para demonstrar aos alunos leis e teorias, mas que se dediquem também a propiciar uma situação de investigação, constituem momentos extremamente ricos no processo de ensino-aprendizagem. Não tem mais sentido pensar em aprender através de aulas meramente descritivas, ligadas à memorização, sem relação com a prática diária do aluno (RAMOS; ROSA, 2008, p. 323).

Para uma aprendizagem significativa e duradoura, os alunos devem se envolver pessoalmente. Uma forma de realizar essa ação com os estudantes é fornecer experiências concretas, estabelecendo conexões neurais mais fortes e duradouras por meio de uma experimentação mais direta (RAMOS; ROSA, 2008). A participação dos estudantes na elaboração do conhecimento contribui na construção de hipóteses, confrontando saberes e criando soluções, o que irá enriquecer a vivência da atividade (RICHTER, 2018).

Ao contrário do que se pode imaginar, a estratégia de cópia não auxilia na aprendizagem, apesar de ser uma ferramenta de desenvolvimento motor. O ato de copiar não significa que o aluno está aprendendo, pois para a aprendizagem é preciso que o estudante descreva o que aprendeu com as suas palavras, recontando de outra forma a partir de seu entendimento (GUERRA, 2015). Desse modo, uma estratégia de ensino que auxilia os professores é a repetição de informações. A repetição é uma importante aliada da memória, e está relacionada com a facilitação de vias de acesso às informações que já estão arquivadas. Assim, a repetição de informações de diferentes formas, em diferentes momentos, facilita na consolidação da memória (RICHTER, 2018).

Para além da repetição de informações, é importante ressaltar o espaçamento entre as repetições. Estabelecer um cronograma de estudos sobre uma determinada temática por um período de tempo enriquece a efetividade da aprendizagem. Haja vista que a repetição espaçada leva a uma maior retenção das informações, a tornando mais vantajosa para o processo de ensino-aprendizagem. Como é necessário um planejamento dessa ação, é fundamental a ajuda do professor nesse processo, auxiliando os alunos na organização de um calendário que leve em conta a exploração de um tema em diversas sessões em dias alternados. Ademais, o professor pode ainda contribuir separando minutos de suas aulas lembrando os assuntos de conteúdos anteriores, repassando informações e contribuindo para a repetição das informações (WEINSTEIN, MADAN; SUMERACKI, 2019).

Outra ferramenta que demonstra ser interessante de ser utilizada é a codificação dupla. Para isso, o docente pode utilizar textos nas aulas e acompanhá-los de informações visuais, táteis e ou outras propriedades perceptivas que possam ter associações com a referência do texto. Com a utilização da codificação dupla, o responsável pela aula passará a fornecer várias representações da mesma informação, aumentando a aprendizagem e o modo do qual a informação pode ser evocada posteriormente (WEINSTEIN; MADAN; SUMERACKI, 2019).

Portanto, a aplicação da neurociência na educação tem como objetivo utilizar essas descobertas para informar e aprimorar as práticas educacionais. Ao compreender melhor como o cérebro processa a informação, como a memória funciona e como os alunos aprendem de maneira eficaz, os educadores podem adaptar suas abordagens pedagógicas para otimizar a aprendizagem. No entanto, é importante notar que a aplicação da neurociência na educação ainda está em estágios iniciais e muitas descobertas precisam ser traduzidas em práticas pedagógicas eficazes. Além disso, é crucial adotar uma abordagem crítica e ética ao integrar a neurociência na educação, evitando interpretações simplistas ou aplicando conclusões de forma indiscriminada (RICHTER, 2018).

Em resumo, a interseção entre neurociência e educação oferece oportunidades promissoras para melhorar a eficácia do ensino e a aprendizagem dos alunos, permitindo que os educadores adaptem suas práticas com base em uma compreensão mais profunda do funcionamento do cérebro.

5. Conclusão

Notoriamente, as descobertas da neurociência podem auxiliar no desenvolvimento e aperfeiçoamento de práticas educacionais, contribuindo na compreensão de como as pessoas aprendem, assim colaborando com práticas eficientes e fornecendo subsídios para o desenvolvimento de abordagens conscientes das habilidades humanas. Em suma, a neurociência tem desempenhado um papel fundamental na melhoria da educação, oferecendo uma compreensão

mais profunda sobre como o cérebro aprende e processa informações. Suas contribuições têm impactado diretamente as práticas de ensino e aprendizagem, fornecendo contribuições valiosas para os educadores (RICHTER, 2018).

A compreensão da plasticidade cerebral destaca a importância de oferecer um ambiente de aprendizado estimulante e desafiador, capaz de moldar o cérebro das crianças de maneira positiva. Além disso, a neurociência desafiou a ideia de estilos de aprendizagem fixos, enfatizando a importância de abordagens educacionais que envolvam múltiplas modalidades. A neurociência tem apoiado a implementação de abordagens de aprendizado personalizado, levando em consideração as diferenças individuais no processamento cerebral e na resposta à instrução. Isso tem levado ao uso de práticas como avaliação formativa, feedback contínuo e diferenciação instrucional, buscando atender às necessidades específicas de cada aluno (LISBOA, 2014).

Outra importante contribuição da pesquisa em neurociência com interface na educação é o aprofundamento da compreensão no processamento da memória e da retenção de informações. A utilização de estratégias que levam em consideração a repetição espaçada e a conexão com o conhecimento prévio têm se mostrado eficazes na promoção de uma aprendizagem duradoura (COSTA, 2023). A neurociência ainda destaca a influência das emoções no processo de aprendizagem. O reconhecimento de que o engajamento emocional positivo pode melhorar a motivação e o desempenho dos alunos tem levado a um maior foco no desenvolvimento de ambientes educacionais emocionalmente enriquecedores (LISBOA, 2014).

Em conclusão, a interação entre neurociência e educação apresenta um campo de pesquisa e aplicação promissor, visando aprimorar as práticas educacionais com base em uma compreensão mais profunda do funcionamento do cérebro. As descobertas da neurociência podem oferecer contribuições valiosas sobre como os alunos aprendem, processam informações, desenvolvem habilidades e se engajam no processo educativo.

Ao integrar os conhecimentos da neurociência na educação, os educadores podem adaptar suas abordagens pedagógicas, utilizando estratégias de ensino mais eficazes, personalizadas e alinhadas às necessidades individuais dos alunos. No geral, as contribuições da neurociência para a educação têm permitido um ensino mais eficaz, baseado em evidências científicas sobre como o cérebro aprende. Com o avanço contínuo da pesquisa nessa área, é esperado que mais descobertas sejam feitas, impulsionando ainda mais melhorias nas práticas educacionais e no sucesso dos alunos.

6. Referências

BARBOSA, M. S. S. **O Papel da Escola**: obstáculos e desafios para uma educação transformadora. 2004. 264 f. Dissertação, programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 2004.

CARDOSO, M. A.; QUEIROZ, S. L. As contribuições da neurociência para a educação e a formação de professores: um diálogo necessário. **Revista Cadernos da Pedagogia**, v. 12, n. 24, p. 30-47, 2019. Disponível em: <https://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/view/1238/432>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CARVALHO, F. A. H.; BARROS, D. M. Neurociências Aplicada à educação – uma experiência de ensino no ppg educação em ciências: química da vida e saúde da furg. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2, 2012, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo: URI, 2012. p. 1-4. Disponível em: https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2012/resumos/REL_EXP_PLENARIA/ple_exp8.pdf. Acesso em 15 mar. 2023.

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

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, e280010, p. 22, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbyfK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2023.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Planejamento da pesquisa qualitativa**: teorias e abordagens. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION**. Rio de Janeiro, v. 6, p. 57-73, set. 2019. Disponível em: <https://sites.usp.br/dms/wp-content/uploads/sites/575/2019/12/Revis%C3%A3o-Sistem%C3%A1tica-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

GUERRA, L. B. O Diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4. n. 4, p. 1-10, 2011. Disponível em: https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto_teste.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

GONÇALVES, J. L.; SANTOS, C. A.; TIMBÓ, D. B. S.; SOUZA, I. C. **A neurociência e a sua contribuição para a aprendizagem**. VI Congresso Nacional de Educação. Editora Realize. v. 6, 16p. 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2019/ebook2/PROPOSTA_EV127_MD4_ID11892_23082019000610.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

LISBOA, F. S. **“O cérebro vai à escola”**: um estudo sobre a aproximação entre neurociências e educação no Brasil. 2023. 166 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, UERJ. Rio de Janeiro, 2014.

LAGO, V. G. ARAÚJO, D. P.; ROCHA, G. S. P.; OLIVEIRA, M. R. As contribuições da neurociência para a prática docente. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.18775>.

OLIVEIRA, P. M. As contribuições da neurociência na educação. **RECITE**, v. 5, n. 1, p. 17 – 26, 2020. Disponível em: <https://recite.unicarioca.edu.br/rccte/index.php/rccte/article/download/74/122/520>. Acesso em: 20 fev. 2023.

RELVAS, M. P. **Fundamentos biológicos da educação**: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem. Rio de Janeiro: Wak Ed, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, F. G.; ROSA, C. C. Estímulos para o processo de aprendizagem: aproximação entre as pesquisas de neurociências e as de modelagem matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 13, n. 32, p. 1-26, 20 jul. 2020 DOI: <https://doi.org/10.46312/pem.v13i32.9066>.

RAMOS, L. B. da C.; ROSA, P. R. da S. O ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 299-331, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/444>. Acesso em: 10 março 2023

RICHTER, L. **Aproximações entre neurociência e educação**: algumas considerações a partir da metanálise qualitativa. 2018. 310 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS. Porto Alegre, 2018.

SPITZER, M. **Aprendizagem neurociências e a escola da vida**. Lisboa: Climepsi Editores, 2007.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O Trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2012.

VIEIRA, J. A. O uso do diário de campo em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 5. p. 93-104, 2001. DOI: <https://doi.org/10.26512/les.v5i0.6518>.

WEINSTEIN, Y.; MADAN, C. R.; SUMERACKI, M. A. Ensinando a ciência da aprendizagem. **Ciência para a Educação**, v. 1, p. 24, 2019. Disponível em: <https://cienciaparaeducacao.org/wp-content/uploads/2019/03/Traducao-Weinstein-revisado-compactado.pdf>. Acesso em: 29 maio 2023.