

**CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA AO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM****CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO THE TEACHING AND LEARNING PROCESS****ABSTRACT**

Edson Lopes; Daina Sebenello; Dirceu Minella ; Sheila Mara Vilanova;
Kelly Gimenez; Bruna Odorcik

Unidade Central de Educação FAEM Faculdade LTDA– UCEFF/ Chapecó, SC, Brasil

RESUMO

No mundo contemporâneo, observa-se que as metodologias pedagógicas baseadas estritamente em técnicas de memorização a partir da repetição – utilizadas pelos professores e tidas pelos programas de formação como ideais – não se apresentam mais como métodos satisfatórios ao processo de obtenção de conhecimento, habilidades e competências. Nesse sentido, a neurociência destaca-se como uma nova abordagem, com a finalidade de lançar luz à compreensão do comportamento humano, a partir do mapeamento cerebral, contribuindo com suas descobertas, elevando o nível de qualidade no processo de ensino e aprendizagem, bem como aumentando a eficiência no processo de desenvolvimento dos indivíduos em sala de aula. Com base neste contexto, a presente pesquisa destacou o seguinte questionamento: qual a contribuição da neurociência para a reformulação das práticas pedagógicas? Quanto ao objetivo geral desse estudo, foram analisadas as principais características relacionadas a neurociência e a educação como forma para se rever as práticas pedagógicas no cotidiano da escola. Sobre os objetivos específicos, destacam-se: revisão de literatura a partir de uma abordagem multidisciplinar; discussão sobre possíveis mudanças do modo de se pensar a preparação dos estudantes e os modelos pedagógicos que tem se apresentado como insatisfatórios para suprir às exigências contemporâneas; discussão sobre os desafios a serem resolvidos pelos profissionais da educação na busca de um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo. Dentre os autores citados, estão: Bears, Connors e Paradiso (2008); Bortoli e Teruya (2017); Correia, Costa e Akerman (2017); Guerra (2011); Herculano-houzel (2002); Oliveira (2014); Relvas (2010); entre outros. O presente estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica narrativa, no qual foram verificou-se a importância da memória, das emoções e da motivação para a aprendizagem.

Palavras-Chave: Educação. Escola. Motivação. Neurociência. Processo de Ensino e Aprendizagem.

ABSTRACT

In the contemporary world, it is observed that pedagogical methodologies based strictly on techniques of rote memorization – used by teachers and considered by the training programs as ideals – are no longer satisfactory methods for the process of obtaining knowledge, skills and Skills. In this sense, neuroscience stands out as a new approach, with the purpose of shedding light on the understanding of human behavior, from the brain mapping, contributing to its findings, raising the quality level in the teaching and learning process, as well as creasing the efficiency in the development process of individuals in the classroom. Based on this context, the present research highlighted the following question: what is the contribution of neuroscience to the reformulation of pedagogical practices? The main objective of this study was to analyze the main characteristics related to neuroscience and education as a way to review pedagogical practices in the daily life of the school. On the specific objectives, the following stand out: literature review from a multidisciplinary approach; discussion about possible changes in the way of thinking about student preparation and pedagogical models that have presented themselves as unsatisfactory to meet contemporary demands; discussion on the challenges to be solved by education professionals in the search for a more effective teaching-learning process. Among the authors cited are: Bears, Connors e Paradiso (2008); Bortoli e Teruya (2017); Correia, Costa e Akerman (2017); Guerra (2011); Herculano-houzel (2002); Oliveira (2014); Relvas (2010); among others. The present study was developed through a narrative bibliographic review, in which were verified

the importance of memory, emotions and motivation for learning.

Keywords: Education. Motivation. Neuroscience. Process of Teaching and Learning. School.

1 Introdução

O presente estudo tem a finalidade de analisar a relação entre a neurociência e a educação, como forma para se rever as práticas pedagógicas no cotidiano da escola.

A neurociência destaca-se como uma nova abordagem que busca lançar luz à compreensão do comportamento humano a partir do mapeamento cerebral, observando as modulações neuroquímicas, plasticidade e anatomia do encéfalo humano. Marcada por uma abordagem multidisciplinar, as neurociências estão servindo de base para a explicação de uma série de fenômenos. A aplicabilidade das novas descobertas está sendo utilizada em diversas áreas, a saber, o Marketing, Psicologia, Nutrição e também, a Pedagogia – aproximação esta, que será estudada neste artigo (OLIVEIRA, 2014).

Na contemporaneidade, observa-se um ritmo acelerado de mudanças influenciadas em grande medida, pelo processo de globalização, cultura liberal e, sobretudo, pelo desenvolvimento contínuo das tecnologias de informação e comunicação. Tais questões têm sido o cerne de inúmeras discussões e assunto de debates nos campos da economia, política, assim como no ambiente sociocultural e influenciam grande parte das decisões da esfera governamental. Tais discussões incitam novas formas de pensar as relações dos indivíduos e sua participação no mercado trabalho, nos ambientes pedagógicos e na sociedade, como um todo. A escola é compreendida como instituição de destaque no que compete à preparação e instrumentalização dos indivíduos para que possam atuar de modo consoante neste novo cenário contemporâneo (MEDEIROS; BEZERRA, 2015).

Em uma perspectiva histórica, pode-se observar que as práticas pedagógicas desempenhadas antigamente eram, de modo geral, adequadas para suprir as demandas da sociedade, haja vista que, nas décadas passadas, faziam-se poucas exigências em relação ao o que era requerido do sujeito para suprir as demandas da sociedade, do mundo do trabalho e aspectos relacionados à cidadania.

Porém, com a constante solicitação de novos conhecimentos e expertises relacionados à reorganização das cadeias de processos organizacionais de empresas

e indústrias, assim como a solicitação de novas formas de ser – condicionadas à responsabilidade social e ambiental –, tornou-se essencial a mudança do paradigma educacional baseado apenas na transmissão dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade.

Nos dias que correm, observa-se cada vez mais a cisão com os modelos tradicionais de visão de mundo, assim como a instauração e/ou reformulação institucional relacionada com as novas formas de ser e estar dos indivíduos na sociedade.

Na realidade contemporânea observa-se que as metodologias pedagógicas baseadas estritamente em técnicas de memorização a partir da repetição que ainda nos dias de hoje são utilizadas por professores, tidas pelos programas de formação como ideais, não se apresentam como satisfatórias ao processo de aquisição de conhecimentos, habilidade e competências dos estudantes presentes do sistema regular de ensino frente ao cenário atual da sociedade pautado no acelerado avanço no que diz respeito às novas tecnologias e sobre as representações dos relacionamentos interpessoais (MEDEIROS; BEZERRA, 2015).

Novas concepções de mundo demandam reformulação nas grades curriculares com a inserção de novas disciplinas. Para tanto, deve-se fazer uso do conhecimento que vem sendo desenvolvido na academia, principalmente, sobre os estudos na área do comportamento humano e das neurociências que estão apresentando novos resultados sobre os mecanismos cerebrais de aprendizagem e o que acontece quando aprendemos. Deste modo, pode-se afirmar que, grande parte das dificuldades encontradas hoje no cenário escolar diz respeito à falta de conhecimento dos fenômenos e processos básicos relacionados com a aprendizagem, sendo estes, muitas vezes, não relevados quando se está estruturando o currículo e planos de aula.

A partir da utilização de técnicas de neuroimagem, por exemplo, é possível constatar as áreas exatas no cérebro, responsáveis pelas funções cognitivas e afetivas, sendo que o mapeamento destas áreas possibilita maior conhecimento acerca do processos de aprendizagem e podem servir como norteador aos professores no desenvolvimento de estratégias mais efetivas do plano pedagógico. Pode-se desta forma antever resultados mais efetivos nos processos de ensino-aprendizagem a partir do diálogo entre a neurociência e a educação (GUERRA, 2011; HERCULANO-HOUZEL, 2002).

Assim sendo, as pesquisas que demarcam a intersecção entre os campos da educação e da neurociência serviram como inspiração e desejo para se realizar a

investigação do seguinte problema: qual a contribuição da neurociência para a reformulação das práticas pedagógicas? Para se responder este questionamento fez-se uma revisão de literatura a partir de uma abordagem multidisciplinar, haja vista que, em se tratando de neurociência, o que se conhece de modo simplificado por neurociência, diz respeito ao conjunto de 'neurociências' (LENT, 2010).

Em um primeiro momento, são tratadas questões relacionadas ao desenvolvimento da ciência do cérebro. São trazidas informações sobre o desenvolvimento da neurociência: aspectos históricos e conceitualização deste novo campo do saber e sua importância e aplicabilidade para a pedagogia. Em um segundo momento, são tratadas as possíveis mudanças do modo de se pensar a preparação dos estudantes e os modelos pedagógicos que tem se apresentado como insatisfatórios para suprir às exigências contemporâneas de conhecimentos. Neste momento, é depositado maior destaque aos achados e contribuições das neurociências para aprimorar a intervenção pedagógica e a possibilidade de se desenvolver nas escolas modelos que prezem pela aprendizagem significativa. Na sequência são apresentados os desafios a serem resolvidos pelos profissionais da educação na busca por um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo.

2 Neurociência: História e Pressupostos

Pesquisas sobre o cérebro não são recentes e remontam um percurso de mais de sete mil anos. Existem registros de que civilizações antigas faziam uso da técnica de trepanação como técnica empregada para aliviar dores de cabeça e transtornos mentais. Na época se acreditava que tal procedimento iria fazer com que maus espíritos, presentes no cérebro fossem libertos. Na época, o artifício consistia em uma abertura no crânio para que pudesse visualizar o cérebro, muitas vezes o procedimento era realizado com a pessoa ainda com vida. Atualmente, sabe-se que o procedimento alivia a pressão intracraniana e é utilizada em casos de hemorragia (LENT, 2010).

Até meados do século dezoito, as funções cerebrais eram relacionadas há algum fator sobrenatural. Nesta época compreendia-se que espíritos transitavam pelos nervos do cérebro. Esta compreensão era fortemente embasada por uma visão religiosa. Tal compreensão foi dominante até a criação do microscópio e a constatação por Golgi (1843-1926) e Cajal (1852-1934) que apresentaram resultados concisos baseados na observação das células do tecido cerebral (CONSENZA; GUERRA,

2011).

A partir da utilização de sais de prata Ramon Y Cajal fez a descoberta das células cerebrais, os neurônios. O anatomista realizou pequenas extrações de tecidos do cérebro e os mergulhou na solução de prata. A partir deste processo, pode-se averiguar que os sais se espalhavam pela extensão das células nervosas e assumiam certa coloração. A partir desta observação microscópica verificou-se que o cérebro é constituído por células que apresentam uma corpo central e que a partir desta base lança uma série de ramificações que se relacionam com outras células. Atualmente, estas células são chamadas de neurônios e a relação que ocorre entre elas é denominada sinapse, onde os impulsos nervosos percorrem as ramificações para se ligarem aos demais neurônios (KANDEL, 2003; GAZANNIGA, 2006).

Observam-se certas especificidades evolutivas em relação a espécie *homo sapiens sapiens*. Se comparado a outros mamíferos, observa-se que o córtex cerebral humano apresenta menor tamanho e peso. Contudo, a raça humana possui a melhor proporcionalidade na relação tamanho do corpo / peso e dimensão do cérebro. Verifica-se também maior densidade, que se traduz em maior número de neurônios. Sabe-se que o cérebro humano possui em média cerca de 90 bilhões de células nervosas. Quantidade esta, para o processamento complexo da linguagem e do pensamento. Em linhas gerais, nossa estrutura biológica, a partir da evolução, desenvolveu um tamanho sincrônico entre o corpo e o cérebro. Nosso cérebro apresenta uma série de giros e regiões sulcadas, fato este determinante para abarcar a densidade neuronal em um espaço reduzido (HERCULANO-HOUZEL, 2002).

O termo ‘neurônio’ foi cunhado na época por Cajal e os impulsos nervosos são responsáveis por carregar as informações recebidas pelos órgãos dos sentidos e as propagam para as outras células a partir da ramificação, conhecida por dendritos e axônios (HERCULANO-HOUZEL, 2002). Os neurônios foram descritos como:

Células altamente especializadas na produção e na condução de energia eletroquímica denominada impulso nervoso. Essas células são especiais por diferirem de todas as outras células do corpo humano pela sua capacidade de adquirir informações do meio através dos receptores sensoriais, processá-las, enviá-las a outros neurônios e promover resposta adequada por meio de uma estrutura efetora, que pode ser o músculo. Estão envolvidas com o armazenamento de determinadas informações (memória) e representam a estrutura biológica relacionada ao pensamento, à inteligência, à linguagem, às emoções e ao controle emocional (MELO et al., 2013, p. 01).

Há certos desentendimentos entre o anatomista Ramon Y Cajal e o pesquisador

Camilo Golgi Cajal. Sabe-se que Cajal fez uso da técnica de coloração criada por Golgi sem as devidas considerações, sendo esta a causa do desentendimento. Independente dos méritos relacionados a tal descoberta, verifica-se que a partir da técnica da utilização dos sais de prata, iniciou-se o desenvolvimento da Teoria Neural. Com base na teoria, constatou-se que as células nervosas são individuais e que a comunicação com outros neurônios ocorre a partir da continuidade protoplasmática das células. Deste modo, os impulsos nervosos são recebidos pelos dendritos, percorrem o corpo celular e são distribuídos para os demais neurônios a partir do axônio do neurônio. A explicação desta atividade serviu como base para a criação do conceito de rede neuronal. De modo geral, observou-se que o neurônio apresenta três partes principais: os dendritos, o corpo celular e o axônio, sendo cada parte responsável por funções específicas (GAZZANIGA, 2006; LENTS, 2010).

As descobertas de Cajal e Golgi foram determinantes para que se desenvolvessem novas pesquisas, contribuindo deste modo, com os avanços nos estudos acerca do funcionamento do sistema nervoso. A partir dos anos setenta do século 20, a neurociência, fundada em uma abordagem interdisciplinar, estabeleceu-se como um campo de estudo relacionado ao entendimento dos processos mentais e por lançar luz à relação da organização do sistema nervoso com comportamento humano (GAZZANIGA *et al.*, 2006).

Considerando o complexo campo da Neurociência, pode-se afirmar que o referido campo é marcado pela comunicação entre as diversas áreas do conhecimento científico, sendo cada área encarregada pelo desenvolvimento de estudos relacionados ao funcionamento do sistema nervoso. Entre os principais campos, pode-se apontar áreas da neurobiologia, neuroanatomia, neuropsicologia e a neurociência cognitiva (PINKER, 2005).

O processo de compreensão do cérebro humano, considerando a sua complexidade, não deve ser submetido a um único campo da ciência. Deste modo, a neurociência se associa a diversas ciências em um enredamento que maximiza as informações e edifica um conhecimento que parece não se findar. A difusão em relação ao termo neurociência acontece devido ao caráter transdisciplinar, agregando diferentes áreas de conhecimento na pesquisa do cérebro humano. A partir desse cenário pautado na diversidade de saberes, neurociência e educação, podem se diluir, mutuamente, no processo de apropriação das terminologias das referidas áreas (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

É manifesto que as supracitadas áreas não apresentam nítidos pontos de

contato com as demais ciências e áreas do conhecimento humano, desta forma é imprescindível conhecer as bases epistemológicas que embasam as pesquisas em neurociência e a sua relação com a área estudada, para que desta forma se evite ruídos e interpretações incorretas dos estudos realizados (OLIVEIRA, 2014). Como forma de exemplificação desta importante questão, cita-se a área da neurobiologia.

A Neurobiologia se ocupa do estudo da estrutura celular e do mapeamento das áreas e funções corticais, ou seja, dificilmente irá contemplar em sua análise a completude das funções cerebrais. Por outro lado, a Educação tem suas pesquisas partindo do indivíduo como um todo, inserido em uma realidade concreta que abarca questões políticas, econômicas, sociais, ou seja, estudos em educação voltam seu olhar para questões mais abrangentes e que são distantes e deveras, inalcançáveis às técnicas utilizadas em neurobiologia (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

Outro aspecto que dificulta os pontos de contato entre a neurociência com a Educação, diz respeito a utilização da linguagem técnica. Muitas vezes os termos empregados por cientistas da área são distantes ao vocabulário do professor e pode fazer com que seja realizada uma interpretação rasa e diluída e, em última análise, pouco proveitosa e por vezes equivocada. Considerando a multiplicidade vertiginosa das comunicações científicas sobre o cérebro humano, podem ocorrer, até mesmo dificuldades de compreensão entre os próprios neurocientistas de áreas diferentes (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

Para que sejam estruturadas estratégias pedagógicas mais efetivas, deve-se discutir e possibilitar o intercâmbio das informações das diferentes áreas relacionadas ao estudo do comportamento humano, para que se possa estabelecer de modo detalhado e compreensível o caminho que vai desde o ‘substantivo’ ensinado em classe até o neurônio, desde as bases neurobiológicas da motivação até as estratégias utilizadas em classe para despertar no aluno o interesse pelo saber. Em linhas gerais, é necessário aproximar os caminhos da neurociência e da educação.

3 Neurociência e Educação

Observa-se que as descobertas em neurociência estão sendo alcançadas de modo exponencial. Muitas das descobertas estão relacionadas com a possibilidade de comprovação científica a partir dos exames de neuroimagem que utilizam tecnologia avançada. De modo cada vez mais frequente, se descobre e se esclarece questões relacionadas ao funcionamento do encéfalo humano. Tais descobertas despertaram o

interesse e fascínio, por parte de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, dentre as quais, a Educação. Entretanto, observa-se que estes conhecimentos não estão circulando o suficiente para que os estudiosos das diversas áreas do saber possam utilizá-los. No que compete à Educação, a Neurociência é compreendida como fonte de conhecimentos que podem contribuir com os processos educacionais para que se alcance a aprendizagem desejada (OLIVEIRA, 2014).

No campo da Educação, a Neurociência obteve certo destaque a partir da criação documento divulgado pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2003), que apresentou novas informações sobre a aprendizagem a partir de resultados de pesquisas sobre o cérebro. Este documento foi fruto do movimento que emergiu na década de 1990 e que foi considerada década do cérebro.

Em julho de 1990 a partir da Proclamação Oficial 6158, no governo George Bush foi estabelecido nos Estados Unidos a década de pesquisas do cérebro, que concentrou os recursos em pesquisas, destacadamente, no campo da Neurobiologia. A justificativa apresentada para necessidade das pesquisas estavam baseadas nos problemas saúde, como Alzheimer e Parkinson, que mesmo em presença do aumento substancial de informações sobre o sistema nervoso, ainda se apresentavam como problemáticas aos sistemas de saúde e que ainda não possuíam um tratamento efetivo (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

Apesar da utilização de técnicas cada vez mais modernas, constatou-se que, dez anos não seriam suficientes para se encontrar todas as respostas procuradas. Em suma, percebeu-se que esse tempo não foi satisfatório para compreender todo o funcionamento do encéfalo humano. Ainda, nos dias que correm, se mantém muitas incógnitas acerca do cérebro (BORTOLI, TERUYA, 2017).

Findada a década de 90, considerando o fato de que mais problemáticas sobre o cérebro humano tinham sido estabelecidas do que resolvidas, passou-se a fazer uso dos conhecimentos alcançados sobre o cérebro. As novas descobertas passaram a embasar metodologias utilizadas para melhorar a oratória, otimizar vendas e desenvolver o neuromarketing, foram aprimoradas as formas para incentivar o consumo, aprimorou-se conceitos relacionados à liderança e motivação. Nesta época também os conhecimentos sobre o cérebro humano adentraram, de modo contundente, os muros da escola (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

O encadeamento das pesquisas sobre o sistema nervoso na educação escolar passou a ser conhecido como Neuroeducação. Este novo campo interdisciplinar relaciona as áreas da Neurociência, Psicologia e a Educação. A partir de então, tem-

se proliferado os textos que abordam a Neuroeducação, não obstante sem estabelecer com a clareza a sua contribuição na *práxis* escolar (ZARO, 2010).

Não se desconhece o devido potencial da neurociência para a Educação. Existem muitos temas que são indispensáveis à discussão quando se pretende estabelecer práticas pedagógicas eficazes no ambiente escolar. Assuntos como: discussão sobre o movimento da escola inclusiva à luz das novas compreensões do cérebro e dos mecanismos de aprendizagem; pesquisas sobre os distúrbios de aprendizagem relacionados à linguagem; transtorno do déficit de atenção e hiperatividade; a observação e verificação de diferentes métodos de ensino adotados em sala de aula; utilização de neuroimagem para mensuração do desenvolvimento cognitivo; estudo dos sistemas cognitivos; as implicações do sono e do stress na aprendizagem, aspectos relacionados à atenção e motivação no ambiente escolar; ferramentas para responder de modo eficaz às consequências tardias dos abusos infantis (estresse, abuso sexual, quadro de desnutrição), a relação entre os exercícios físicos e a plasticidade neuronal, dentre outras (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

Em cenário nacional, observou-se um posicionamento similar às disposições internacionais. Cita-se por exemplo os trabalhos de Maia (2011); Relvas (2010), Metring (2011), Leibig (2010), Vargas *et al.*, (2011) e Dias *et al.*, (2011), erigidos na interface da Educação e Neurociências. Em seguida, observou-se a estruturação de diversas linhas de pesquisa e cursos de formação em Neuroeducação nas instituições nacionais, sobretudo em instituições de ensino privado (MELLO JÚNIOR *et al.*, 2011).

Como dito anteriormente, as neurociências e as ciências da educação apresentam destacadas diferenças relacionadas a forma que desenvolvem as suas pesquisas desta forma, é preciso evitar ruídos e descontinuidades no processo de comunicação entre as áreas, para que se possa estruturar uma efetiva relação que de fato contribua com o processo de ensino-aprendizagem.

Deve-se ter como princípio o fato de que

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

(GUERRA, 2011, p. 03).

A partir desta lógica, assume-se como ampla a dissemelhança entre os campos, embora, deve-se considerar que em última instância ambas tem por objeto de estudo o mesmo ser humano, porém, enquanto as neurociências se debruçam sobre aspectos estritos relacionados ao funcionamento do cérebro humano, a ciência da educação realiza uma análise mais abrangente, estudando o sujeito a partir de seu estabelecimento em uma de realidade concreta condicionada por questões sociais, políticas, econômicas e culturais. Fato é que, os estudos da área da Educação necessitam reconhecer os avanços científicos dos novos achados sobre o cérebro e a aprendizagem, para que se possa constituir um 'espaço comum' entre as áreas (OLIVEIRA, 2014).

Estudos com o intuito de sistematizar as contribuições da neurociência para a Educação, estão sendo realizados por diversas áreas do conhecimento, à saber, a Pedagogia, Psicopedagogia, Psicologia. Importante frisar que tais estudos estão sendo apresentados a partir do ponto de vista destes pesquisadores, ou seja, sob um prisma diferenciado. Este é um aspecto relevante para a discussão, pois como se tem observado, as diversas áreas relacionadas à educação que estão se debruçando sobre os estudos do cérebro, não estão buscando estabelecer uma nova teoria da educação científica, mas empreender uma busca pela compreensão científica da educação que venha a contribuir com os demais conhecimentos construídos acerca da educação. Assim sendo a educação, pode ser compreendida como arte em construção. Construção essa, concebida na égide da interdisciplinaridade (OLIVEIRA, 2014).

A educação do século XXI se encontra intimamente ligada ao contexto que a mantém. Em linhas gerais, os processos de globalização vistos nos dias atuais estão ultrapassando com facilidade os muros da escola. Considerando esta questão, torna-se mister, a discussão sobre novas descobertas, trazer à baila a criatividade, fazer uso dos conhecimentos acumulados sobre o cérebro e a aprendizagem para que se possa estruturar processos de ensino-aprendizagem mais efetivos. Para tanto é preciso ultrapassar as fronteiras da neurociência e educação (GUERRA, 2011).

Os recentes achados na área científica possibilitam que educadores e cientistas estabeleçam diálogo sobre dos mecanismos de desenvolvimento do processo de aprendizagem do cérebro humano.

Nesta perspectiva, os recentes estudos na área da neurociência, permitem que

educadores tomem conhecimento dos fenômenos e processo que ocorrem no Sistema Nervoso, assim como sobre os mecanismos da aprendizagem, motivação, sobre as bases relacionadas ao afeto, aos comportamentos agressivos e sobre como fazer uso dessas informações que favoreçam a aprendizagem dos alunos na escolas.

Deste modo vemos em um extremo (cada vez mais próximo nos últimos anos) as neurociências como ciências naturais, que voltam seu olhar à descoberta de estruturas e do funcionamento neural, construindo conhecimentos acerca da compreensão dos fenômenos verificados. Na outra borda encontra-se a Educação que possui como objetivo a sistematização de estratégias e criação de um ambiente favorável à disseminação de conhecimento. Uma área que trabalha com recursos muitas vezes limitados e que deve responder as exigências do Estado e demandas de mercado e que vê nas neurociências uma fonte nova para revitalizar os processos educacionais (BORTOLI; TERUYA, 2010).

Considerando os distanciamentos entre as áreas de conhecimentos, tem-se observado as pesquisas da neurociência relacionadas à educação têm buscado estabelecer um espaço acessível e familiar aos pesquisadores e profissionais de outras áreas do saber. Esta realidade tem sido observada, pois, nos dias atuais cada vez mais tem-se realizado estudos *in loco*, deste modo é necessário que se estabeleça um diálogo e que o neurocientista seja convidado pelo professor a integrar o cotidiano e participar efetivamente das atividades da escola (OLIVEIRA, 2014).

Para que esta realidade se torne cada vez mais frequente torna-se indispensável que os conhecimentos erigidos pelos neurocientistas sejam ‘traduzidos’ para a realidade da educação, pois, os achados não podem ser aplicados imediatamente nas instituições de ensino sem a devida mediação. O diálogo deve ser estabelecido e os resultados das pesquisas devem ser contextualizados e problematizados no ambiente escolar, haja vista que, determinado conhecimento não deve ser encarado como uma “receita de bolo” ou como uma prescrição médica sobre algum procedimento que deverá ser seguido para a obtenção do sucesso escolar.

Deste modo como cita Guerra (2011) a neurociência possibilita pensar as estratégias pedagógicas, tendo como base as descobertas sobre o cérebro humano, todavia, é necessário estabelecer um diálogo entre os estudos e as teorias da educação.

Como dito anteriormente a neurociência defronte à educação ficou conhecida como Neuroeducação. Considerando este construto a aprendizagem adquiriu novas perspectivas. A utilização de novas técnicas e tecnologias permitiram aprofundar os

conhecimentos sobre o cérebro humano. Com a utilização do imageamento cerebral é possível verificar quais as áreas que se ativam durante a aprendizagem e quais as condições mais propícias para este funcionamento. Desta forma, pode-se estabelecer estratégias mais efetivas que de fato conduzam à desejada aprendizagem no ambiente escolar (RELVAS, 2010).

4 Neurociência e Aprendizagem

O cérebro humano, destacadamente, é um dos principais órgãos do corpo humano e juntamente, com o tronco cerebral e cerebelo compõe a estrutura do encéfalo. Suas atividades, na resposta aos estímulos do meio ambiente, assim como para manter as funções orgânicas, podem ser voluntárias e involuntárias. As funções como emoção, pensamento, atenção, memória e a linguagem, são desenvolvidas no cérebro humano. Importante ressaltar que o cérebro humano se divide em partes e cada área é responsável por atividades específicas. A camada mais exterior do cérebro é chamada de córtex e, é responsável pelo desenvolvimento das atividades de alta complexidade. O processamento executivo do cérebro é realizado no córtex. Porém, o cérebro humano funciona como um todo e cada área é importante, por exemplo, a área chamada Hipocampo é importante para a memória, do mesmo modo, as áreas subcorticais que fazem parte do Sistema Límbico são primordiais para a expressão das emoções (RELVAS, 2009; MAIA, 2011; AAMODT; WANG, 2013)

A aprendizagem enquanto processo, resulta do funcionamento em conjunto de certas áreas do cérebro. A aprendizagem está condicionada ao córtex no que diz respeito à computação de informações executivas, depende de estruturas como a do Hipocampo para que as memórias sejam fixadas e está relacionada ao Sistema Límbico, pois a cascata de emoções presente durante determinado aprendizado será determinante para o registro ou esquecimento das informações.

Compreende-se a aprendizagem como as alterações cerebrais ocasionadas pela experiência, isto é, com a aquisição de informação, a partir da apropriação de conhecimentos, ocorre a modificação cerebral que é conhecida como plasticidade neural (SANT'ANA, 2015).

A aprendizagem, em um enfoque biológico, diz respeito ao processo de formação e estabilização das ligações entre as células neuronais, em outras palavras, a aprendizagem resulta, a partir da experiência, de alterações químicas e estruturais na rede de neurônios. Quando as informações, devidamente auferidas pelos órgãos

dos sentidos, persistem no cérebro, influenciam na criação de redes específicas de neurônios, sendo estas redes acionadas quando evocamos posteriormente (IZQUIERDO, 2011).

O cérebro humano pode ser entendido como um complexo processador de informação que, a partir de aspectos evolutivos, se aperfeiçoou a registrar – isto é, criar redes neurais mais estáveis – aquilo que mais frequentemente é experienciado pelo indivíduo, acha vista que, se determinada informação aparece de modo incisivo ao sujeito, esta será relevante para a sua sobrevivência (CONSENZA; GUERRA, 2011).

Discorrer sobre a memória no processo de ensino-aprendizagem pode gerar certos equívocos. Durante muito tempo, memorizar era sinônimo de decorar eventos, datas, fórmulas, textos, pois, por muito tempo, e até mesmo nos dias de hoje em muitas escolas, são estes os conhecimentos requisitados nas avaliações.

Porém, com base nos resultados de pesquisas sobre o processo de aprendizagem, verificou-se que, o simples fato de decorar informações de certa forma, se configura como um verdadeiro algózo para a educação (GENTILE, 2003).

A aprendizagem condiz com a atividade de registro, armazenamento e evocação de informações, sendo que muitos aspectos próprios de cada indivíduo, à saber, seus desejos, suas vontades, as emoções, a forma como se relaciona consigo e com o mundo estarão relacionados, e influenciarão no processo de armazenamento de memórias. Deste modo, não relevar e reconhecer nos alunos as suas singularidades poderá limitar o processo de ensino-aprendizagem.

Como dito anteriormente, a memória pode ser compreendida como o processo em que, aquilo que foi apreendido se mantém no decorrer do tempo em nosso cérebro (SQUIRE; KANDEL, 2003). Assim sendo, o processo de memorização é considerado a base e um dos objetivos principais das instituições de ensino, mas para que alguma informação permaneça no cérebro e se estabeleça como memória de longo prazo deve-se haver eficácia no processo de ensinagem¹.

Em relação às memórias, considerando a questão de existirem sistemas mnemônicos distintos com caracterização específica para as múltiplas funções

¹ Ensinagem: refere-se à prática complexa em educação que envolve a interação entre o docente e o aluno. Abarca tanto a atividade de ensinar quanto a de apreender conteúdos. Compreende um processo dialógico e participativo. Se insere nos paradigmas atuais que compreendem os processos educativos como requerentes de novas perspectivas e que não devem se encerrar nas atividades de transmissão de conhecimento e sim devem estimular o processo de apropriação e construção de saberes onde o aluno assume papel ativo. Busca-se estabelecer um contrato ético-didático em que são desenvolvidas estratégias para que os conteúdos sejam contextualizados à realidade do aluno, para que este possa compreender a sua funcionalidade e sua importância prática dispostos em uma realidade concreta. Esta abordagem ganha relevância considerando o fato de que, em matéria de aquisição e retenção de memórias, o cérebro humano dará prioridade e utilizará filtros para que apenas as informações compreendidas como importantes sejam mantidas e fixadas (CORREIA; COSTA; AKERMAN, 2017).

mentais, atesta-se para o fato de existirem sistemas diferentes para o processo de retenção de fatos e eventos (memória declarativa), para a fixação de conteúdos que não podem ser declarados, sendo que tais conteúdos envolvem, sobretudo, a aquisição de habilidades (memória não-declarativa), para a coordenação motora (memória de procedimentos) e para as respostas emocionais, ficando estas a cargo da memória emocional (BEARS; CONNORS; PARADISO, 2008; AGUIAR *et al.*, 2008).

O armazenamento de informações pode ser prolongado (memória de longo prazo) ou de curta duração, sendo utilizado apenas para a realização de certa tarefa (memória de curto prazo) (BEARS; CONNORS; PARADISO, 2008). Em relação à educação pode-se afirmar que os tipos de memória que importam são dois: memória declarativa e a memória emocional.

A aprendizagem não deve ser compreendida como o simples ato de absorver conteúdos, pois, envolve uma complexa cascata de processos neurofisiológicos e neuropsicológicos. Questões ambientais também estão envolvidas, pois além dos processos internos, próprios do aluno, condições físicas e intersubjetividades também comparecem e devem ser relevadas, pois irão influenciar no modo como o indivíduo elabora as informações recebidas (ALVAREZ; LEMOS, 2006).

O que é experienciado será determinante no estabelecimento das redes neurais. Esta questão se embasa no princípio de que, ao recebermos conteúdos, a partir dos órgãos dos sentidos, estes são processados em núcleos específicos do cérebro – córtex occipital responsável pelo processamento dos estímulos visuais, córtex temporal responsável pela interpretação dos estímulos auditivos, entre outros – e emitem uma resposta em relação aos estímulos recebidos. Deste modo, ocorre a comunicação entre os neurônios que, ou estabelecerão novas conexões sinápticas ou reforçarão as que já se fazem presentes. (AAMODT; WANG, 2013; DOMINGUES, 2007).

Durante a maturação do cérebro humano existem determinados períodos compreendidos como mais sensíveis ao aprendizado. A infância e a adolescência são estágios do desenvolvimento mais propícios à aprendizagem. Nestas etapas as informações recebidas do meio ambiente são retidas no cérebro com mais facilidade. Nestes períodos os fatos experienciados desempenham um papel destacadamente poderoso na estruturação do circuito neuronal (HERCULANO-HOUZEL, 2002).

Deste modo, os conteúdos e experiências vividas durante estas etapas serão fundamentais para o aprimoramento de comportamentos específicos e desempenham papel central no modo como o sujeito aprende, como se relaciona

consigo mesmo e com o mundo (AAMODT; WANG, 2013).

Importante salientar que a aprendizagem pode ocorrer durante todas as etapas da vida, embora a infância e a adolescência se apresentem como momentos mais sensíveis para a apreensão de novos aprendizados. Sabe-se que com o passar do tempo, a disposição dos neurônios em estabelecer novas conexões sinápticas diminui, sendo que na vida adulta é comum que se desfaçam muitas sinapses relacionadas a conteúdos que deixaram de ser utilizados. Porém, a exposição do indivíduo a novos estímulos – e fontes de aprendizado – podem tornar-se determinantes para manter e incrementar as sinapses desenvolvidas durante a infância e adolescência (SANT’ANA, 2015).

De acordo com as novas descobertas em neurociência, as emoções processadas no Sistema Límbico são imprescindíveis ao processo de aprendizagem, pois, possuem importante papel no processo de fixação das memórias de longo prazo, determinantes para a efetividade dos processos de ensino-aprendizagem (DOMINGUES, 2007).

Os processos cognitivos possuem íntima relação com os processos emocionais. Sabe-se que informações que possuem alta carga emotiva fixam-se com mais facilidade nos circuitos da memória (COSENZA; GUERRA, 2011).

Esta informação deve ser contextualizada. O cérebro humano, suas funções e seus núcleos de processamento de informação foram estruturados pela evolução. Diferentemente dos dias atuais, em que, na maior parte de nossas vidas, não iremos experienciar situações reais de perigo, no passado, nos tempos anteriores à história, o ser humano enfrentava, constantemente, reais perigos à sua integridade física. Frente a este cenário, as emoções foram determinantes na estruturação dos mecanismos de luta ou fuga. Sendo que, eventos carregados com emoções geralmente estavam atrelados às situações de risco ou bonança. Assim sendo, tais ocasiões se configuravam como essenciais a serem retidas na memória. Importante ressaltar que não existem escolhas evolutivas conscientes e sim, pura aleatoriedade, desta forma, os indivíduos com pré-disposição a fixar memórias carregadas de emoções – e nós descendemos destes – obtiveram vantagem evolutiva em relação aos que não possuíam tal aspecto inato.

Nos dias de hoje, fato é que, as emoções são primordiais para que tenhamos os comportamentos mais adequados à sobrevivência em momentos decisivos de nossas vidas (COSENZA; GUERRA, 2011).

Em relação à emoção é importante destacar sobre a importância de um

ambiente com relações afetivas estáveis desde o início da vida. A primeira educação, oferecida pelos pais e/ou cuidadores deve ser permeada momentos de afeto, segurança e palavras de carinho. Uma interação saudável será determinante para que a criança consiga no futuro lidar com sentimentos adversos e possa estabelecer autocontrole emocional (AAMODT; WANG, 2013).

A construção do autocontrole emocional é processo que vai se estabelecendo no decorrer da vida. Sabe-se que este processo recebe destacada influência de fatores ambientais, notadamente, na primeira infância. Por esta questão, recomenda-se que os pais, os professores, ou qualquer outra figura responsável adulta, evite estabelecer discussão na presença de uma criança. Esta questão também deve ser trabalhada na formação de professores, pois o clima em pré-escolas deve ser controlado de modo a evitar que ocorra instabilidades nas emoções experienciadas no espaço escolar. Os professores também devem ser treinados para estabelecer sincronia afetiva com os alunos. Estas questões ganham relevância porque o cérebro de crianças pequenas está em fase de maturação e ainda não detém competência para regular as emoções experienciadas, precisando deste modo, de contínuo apoio por parte de um adulto para que aos poucos desenvolva habilidades emocionais (DOMINGUES, 2007; RELVAS, 2010).

Considerando tais questões, fica manifesto que um ‘ambiente emocional adequado’ no cotidiano da escola é primordial para o processo de aprendizagem, entretanto, não exclusivamente para crianças pequenas. O aprendizado de modo geral, sofre influências dos aspectos afetivos relacionados. Em muitos casos, o estado emocional do professor pode influir na aprendizagem do aluno. E, do mesmo modo, o comportamento e a forma como o estudante expressa suas emoções em sala poderão influenciar de modo positivo ou negativo a forma como o professor desenvolve a sua didática (DOMINGUES, 2007).

Frente a um ambiente escolar onde são experienciadas fortes cargas emocionais podem ocorrer alterações no sistema límbico – responsável pela regulação das emoções – de muitos estudantes e professores. A desregulação das emoções pode gerar uma série de respostas somáticas nos organismos, à saber, elevação dos batimentos cardíacos, estresse, palpitação, tremores, dentre outras respostas que podem atrapalhar no processo de aprendizagem (MAIA, 2011).

A incidência de emoções negativas no cotidiano da escola pode fazer com que alunos e professores experienciem um estado de desgaste próprio do estresse.

O estresse é uma resposta biológica do organismo para situações conflitivas.

Deve ser entendido como um processo alostático do organismo que, frente a uma situação de risco aciona uma resposta para o enfrentamento ou fuga do agente estressor. Diferentemente dos agentes estressores mais primitivos, os agentes atuais tendem a se perpetuar por mais tempo, causando desgaste ao organismo (LIPP, 2005).

Em se tratando de ambiente de escolar (na atualidade) os estressores que, antes, na história da evolução humana eram constituídos basicamente por predadores ou escassez de alimentos, foram substituídos por estressores simbólicos. Atualmente, a possibilidade de não se obter boas notas, ameaças à autoestima, rigidez em excesso por parte dos professores são hoje, fontes de estresse para o estudante. Por outro lado, cobranças em excesso por parte da escola, falta de respeito dos alunos para com a figura do professor, desvalorização e também, ameaças à autoestima, podem se configurar como estressores para o docente (Greenberg, 2002).

Como exposto, as emoções são aspectos importantes que devem ser considerados quando se objetiva o êxito no processo de ensino-aprendizagem. Ambientes escolares estáveis onde circulam emoções positivas são mais propícios a desenvolver no aluno o desejo de pertencimento e motivação para aprender (MAIA, 2011).

As emoções, potencializando o funcionamento das redes neuronais e consolidando suas sinapses, podem intensificar a obtenção, a fixação e a evocação das informações no cérebro. Oferecem aos estudantes os pré-requisitos necessários para a aprendizagem: interesse, alegria e motivação (CARVALHO, 2010).

Do mesmo modo que a emoção é importante à aprendizagem, a motivação e o interesse também devem ser considerados neste processo. Os conteúdos trabalhados em sala de aula devem apresentar aplicabilidade e objetivos claros, não somente no plano de ensino do professor, mas também, para o aluno, para que este reconheça a sua importância e se motive para aprender.

O processo de ensino-aprendizagem deve despertar no aluno o desejo de aprender. A motivação comparece ao universo escolar muitas vezes de modo involuntário, não se pode controlar o que se deseja, desta forma a escola deve apresentar-se como um ambiente acolhedor aos estudantes, um espaço voltado, em todos os aspectos para a disseminação de conhecimento. Em última análise a escola de propiciar mais emoções positivas do que negativas para que os estudantes se sintam à vontade e confiantes.

Em termos fisiológicos, a motivação pode ser compreendida como aquelas

situações que induzem o sistema nervoso central a secretar neurotransmissores que irão agir em diferentes sistemas do organismo. Em especial, ocorre a liberação na fenda sináptica de uma substância chamada dopamina, responsável por ativar a área do cérebro relacionada ao prazer. Após a ativação dos circuitos de recompensa a pessoa tenderá a direcionar a sua atenção para o estímulo que a fez se sentir bem. Desta forma, desenvolver atividades que ativem os circuitos cerebrais hedônicos do cérebro dos alunos, deve ser configurar como um dos maiores objetivos para os professores (IZQUIERDO, 2011).

Entretanto, a compreensão do estado emocional dos alunos e a investigação de quais atividade poderiam encetar o processo de motivação não é tarefa fácil. Os alunos apresentam subjetividade e variação emocional, deste modo torna-se difícil estabelecer parâmetros. Para tanto, a observação das reações dos alunos quando se desenvolve certa atividade, pode servir de parâmetro e contribuir para a identificação dos conteúdos e das metodologias que mais motivam os estudantes (BORTOLI, TERUYA, 2017).

Outro aspecto importante em relação ao aprendizado, diz respeito à forma como este é estruturado. O aprendizado orientado por metas, quando se abre espaço para a tomada de decisão, quando os assuntos tratados utilizam aspectos do universo simbólico dos estudantes, podem fazer com que ocorra maior envolvimento, por parte dos alunos, com os conteúdos tratados (OLIVEIRA, 2014).

Como dito anteriormente, quando os conteúdos são contextualizados à realidade do aluno, este passa compreender a sua funcionalidade e sua importância prática em uma realidade concreta. Esta questão ganha relevância, pois contribuirá na maturação das funções executivas do cérebro.

A função executiva do cérebro vem sendo definida como um conjunto de habilidades, que de forma integrada, possibilitam ao indivíduo direcionar comportamentos a objetivos, realizando ações voluntárias. Tais ações são auto organizadas, mediante a avaliação de sua adequação e eficiência em relação ao objetivo pretendido, de modo a elege as estratégias mais eficientes, resolvendo assim, problemas imediatos, e/ou de médio e longo prazo (CAPOVILLA, ASSEF, COZZA, 2007).

As áreas do cérebro – córtex pré-frontal – estão relacionadas às funções executivas apresentam maturação tardia, e ocorre com maior contundência nos últimos anos da adolescência. As funções executivas tornam-se gradativamente integradas aos conhecimentos previamente adquiridos. Este processo ocorre deste

modo para que a operacionalidade das funções executivas apresente propósito e aplicabilidade em uma realidade concreta (ESLINGER, 2003).

Desta forma, envolver os alunos em sua aprendizagem, contextualizando os assuntos tratados em classe, será importante para a maturação das funções executivas do cérebro.

5 Metodologia

O presente estudo foi fundamentado em uma pesquisa qualitativa exploratória, baseada em diversas obras e autores relacionados com a neurociência em face à educação. Apoiada por revisão bibliográfica narrativa, o embasamento teórico da presente pesquisa foi baseado por consultas em livros, revistas acadêmicas, artigos científicos e websites na Internet reconhecidos na área científica. A revisão bibliográfica proporcionou sustentação teórica a situações exigidas, bem como na definição de termos específicos referente à área pesquisada.

A natureza de uma pesquisa qualitativa apresenta as seguintes características: tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e os pesquisador como principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é muito maior que com o produto; o significado que as pessoas dão as coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (LÜDKE; ANDRÉ, 2007).

Sobre o conceito de revisão bibliográfica narrativa, trata-se de uma análise crítica, meticulosa e ampla sobre as publicações correntes em uma determinada área do conhecimento. Nesse sentido, a seleção criteriosa de uma revisão de literatura pertinente ao problema significa familiarizar-se com textos e, por meio destes, reconhecer os autores e seus estudos realizados anteriormente a respeito do problema pesquisado (TRENTINI; PAIM, 1999).

A revisão bibliográfica narrativa procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS; PINTO, 2001).

A revisão bibliográfica narrativa coloca o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto. Neste sentido, por meio do método de revisão bibliográfica narrativa, é possível fazer uma reflexão sobre o tema por meio de uma nova abordagem, resultando em conclusões inovadoras

(LAKATOS; MARCONI, 2007).

A finalidade da revisão bibliográfica narrativa é induzir o contato pessoal entre o pesquisador e as teorias, por meio da leitura, conduzindo-o à interpretação própria (DEMO, 2018).

A revisão bibliográfica narrativa não utiliza critérios explícitos e sistemáticos no processo de busca e análise crítica da literatura e, além disso, a busca pelos estudos por meio dessa metodologia não é sinônimo de esgotamento sobre as fontes de informações, e também não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas. A seleção dos estudos e a interpretação das informações por meio da revisão bibliográfica narrativa podem estar sujeitas à subjetividade dos autores, e é adequada para a fundamentação teórica de trabalhos de conclusão de curso no ambiente acadêmico, tais como: artigos, monografias, dissertações e teses (BIBLIOTECA DANTE MOREIRA LEITE, 2018).

Considerações Finais

No ambiente educacional, os estudantes devem sentir-se motivados, bem como devem ter boas experiências emocionais. Estas questões não se apresentam dissociadas, mas ocorrem em simultâneo no cérebro humano. O que se espera da escola é que se busque desenvolver atividades que ativem circuitos específicos condizentes com a aprendizagem. Os conteúdos devem ativar áreas específicas relacionadas ao prazer para que os alunos se sintam motivados e direcionem a sua atenção para o que está se apresentado. A escola deve apresentar um clima amistoso, pautado na camaradagem e relações que prezem pela estabilidade das emoções, haja vista que um ambiente pacífico encoraja o aluno a compartilhar suas emoções e pensamentos.

. Os conteúdos tratados devem ser claros e com objetivos estabelecidos para que os alunos possam compreender a aplicabilidade destes em um mundo concreto, para que desta forma possam cada vez mais utilizar as áreas pré-corticais do cérebro relacionadas com funcionamento executivo, possibilitando deste modo desenvolvimento cognitivo

A maturação do sistema nervoso central vai acontecendo gradualmente em nível fisiológico e estrutural e depende em grande medida das experiências. Deste modo, as atividades devem apresentar um *continuum* que respeitem um estágio

cognitivo atual, mas que incitem o desenvolvimento.

Existem certos períodos compreendidos como ótimos para a aquisição de certos tipos de aprendizagem. Assim sendo os planos de aula de aproveitar estes momentos para potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos. A infância é marcada por intensa curiosidade e exploração e estas questões devem ser trabalhadas pelos professores. Em linhas gerais, deve-se adequar as atividades às especificidades características de cada faixa etária.

As memórias significativas são aquelas que causam alteração nas cadeias dos neurônios. Para que uma memória seja retida ela deve estar relacionada com conteúdos que sejam importantes. Deste modo é primordial que os alunos se sintam envolvidos pelo o que está sendo proposto em sala de aula, para tanto os temas tratados devem ser relevantes e contextualizados à realidade destes. Uma forma para estabelecer esta questão diz respeito à realização em conjunto com os estudantes da pré-seleção das atividades que serão trabalhadas, como forma para aumentar a responsabilidade e o envolvimento com os conteúdos.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração diz respeito ao preparo emocional do professor, assim como da valorização e disponibilização de recursos necessários para que possam ser desenvolvidas as atividades de modo adequado. Estar em um ambiente compreendido pelo docente como hostil ou não estruturado de modo a suprir as suas necessidades pode gerar frustração, ansiedade, agressividade e em última instância fazer com que se aflorem no ambiente de aula emoções negativas que podem atrapalhar o processo de ensino-aprendizagem.

Como discutido no presente estudo, é importante que haja o intercâmbio entre as neurociências e a educação para que os fenômenos relacionados aos processos de aprendizagem sejam de conhecimento comum entre os profissionais da área. Para tanto, recomenda-se que mais estudos que tratam da relação entre as neurociências e a educação sejam desenvolvidos.

Referências

AGUIAR, V. M. *et al.* **A memória de longo prazo modulada pela memória de curto prazo.** 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/paideia/v18n40/10.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2024.

ALVAREZ, A.; LEMOS, I.C. **Os neurobiomecanismos do aprender**: a aplicação de conceitos no dia-a-dia escolar e terapêutico. 2006. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862006000200011>. Acesso em: 30 set. 2024

AAMODT, S. Wang, S. **Bem-vindo ao cérebro do seu filho**: como a mente se desenvolve desde a concepção até a faculdade. São Paulo: Cultrix, 2013.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências**: Desvendando o sistema nervoso. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008

BORTOLI, B; TERUYA, T. K. Neurociência e educação: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**; v. 7, n. 1, pp. 70-77, 2017.

BIBLIOTECA DANTE MOREIRA LEITE. **O que é Revisão da Literatura?** p. 2. Instituto de Psicologia. USP – Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ip.usp.br/portal/images/biblioteca/revisao.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2024.

CAPOVILLA, A. G. S.; ASSEF, E. C. S.; COZZA, H. F. P. (2007). Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. v. 6, n. 6, jun. pp. 51-60. **Aval. Psicol.**, 2007

CARVALHO, F. A. H. **Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente**. 2010. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-77462010000300012&lang=pt>. Acesso: 30 set. 2024.

CORREIA, R. L.; COSTA, S. L.; AKERMAN. M. **Processos de ensinagem em desenvolvimento local participativo**. 2017 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/inter/v18n3/1518-7012-inter-18-03-0023.pdf>>. Acesso: 30 set. 2024.

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

DEMO, P. **Aprendizagens e Novas Tecnologias**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/famat/viali/doutorado/ptic/textos/80-388-1-PB.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2024.

DIAS, A. P. B. H. *et al.* **Neurociências e desenvolvimento cognitivo**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

DOMINGUES, M. A. **Desenvolvimento e aprendizagem**: o que o cérebro tem a ver com isso? Canoas: Ulbra, 2007

ESLINGER, P.J. **Desenvolvimento do cérebro e aprendizado**. 2003 Cérebro&Mente - Disponível em: <http://www.cerebromente.org.br/n17/mente/brain-development_p.htm>. Acesso em: 02 out. 2024.

GAZZANIGA, M. *et al.* **Neurociência cognitiva**: a biologia da mente. 2a ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GENTILE, P. Lembre-se: sem memória não há aprendizagem. **Nova Escola**; n. 163, p. 43-47, jun./jul. São Paulo, 2003.

GREENBERG, J. S. **Administração do Estresse**. São Paulo: Manole, 2002.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**; v. 4, n. 4, pp. 01-10, 2011.

HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro nosso de cada dia**. Rio de Janeiro: Casa Editorial, 2002

IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011

LEIBIG, S. **Neuroeducação para educadores**. São Paulo: All Print, 2010.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios?**: conceitos fundamentais de neurociência. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 10. ed. São Paulo: EPU, 2007.

LIPP, M. N. **Manual do Inventário de Sintomas de Stress para Adultos (ISSL)**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2005.

MAIA, H. **Neuroeducação: a relação entre saúde e educação**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011

MARTINS, G. A.; PINTO, R. L. **Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MEDEIROS, M; BEZERRA, E. L. Contribuições das neurociências ao processo de alfabetização e letramento em uma prática do Projeto Alfabetizar com Sucesso. v. 96, n. 242, abr. p. 26-41. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.** Brasília, 2015

Melo, S. R. *et al.* Introdução ao estudo do sistema nervoso. *In*. **Neuroanatomia: pintar para aprender**. São Paulo: Roca, 2013

MELLO JUNIOR, W. *et al.* **Neurobiologia da aprendizagem escolar**. 2. CONGRESSO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES - 12. CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES. 2011. Águas de Lindóia. Anais 2. Congresso Nacional de Professores - 12. Congresso Estadual sobre Formação de Educadores. São Paulo: UNESP; PROGRAD, 2014. p. 4691-4700 Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/141587>>. Acesso em: 02 out. 2024

METRING, R. **Neuropsicologia e Aprendizagem: Fundamentos Necessários Para Planejamento do Ensino**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência do aprendizado. São Paulo:

Senac, 2003.

OLIVEIRA, G. G. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário para a formação de professores. **Educ. Unisinos**; v. 18, n.1, pp. 13-24. São Leopoldo, 2014.

PINKER, S. **Como a mente funciona**. 3. ed. São Paulo: Companhia das letras, 2013.

RELVAS, M. P. **Neurociência e educação**: potencialidades dos gêneros humanos na sala de aula. 2a ed. Rio de Janeiro: Wak, 2010

SANT'ANA, D. M. G. Plasticidade neural: as bases biológicas da aprendizagem. *In*. **Mente, cérebro e consciência**: um confronto entre a filosofia e ciência. Jundiaí: Paco Editorial, 2015

SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. R. **Memória**: da mente às moléculas. Porto Alegre: Artmed, 2003.

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em Enfermagem**. Uma Modalidade Convergente-Assistencial. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

VARGAS, G. M. B. *et al.* **Neuroeducação**: a relação entre saúde e educação. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

ZARO, M. A. *et al.* Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciências e Cognição**; v.15, n.1, p.199-210, 2010.