

# **NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM**

**Rayane de Castro**

**Orientador: Cláudio Lúcio Mendes**

**Coorientadora: Bruna Carvalho de Avelar**

## **RESUMO**

Os estudos neurocientíficos estão ganhando cada vez mais relevância em outros espaços, como por exemplo a Educação. Com o decorrer dos anos os conhecimentos da neurociência se fazem presentes em diversas áreas, principalmente no âmbito educacional. Sendo assim, este trabalho tem como propósito apresentar as discussões da neurociência, pontualmente da área da neurociência cognitiva atrelada a educação. De modo que os estudos do cérebro possam contribuir no processo de ensino e aprendizagem em contextos educacionais, visto que é importante o conhecimento de como acontecem as aprendizagens, buscando assim oportunizar uma vivência significativa para os educandos. Portanto, o presente trabalho apresenta os conceitos da neurociência cognitiva e seus aportes para a educação, buscando ponderar aspectos sobre como essa ciência faz parte do processo educativo. Ademais, o trabalho considerado uma produção de natureza básica, de abordagem qualitativa e com o objetivo exploratório, dispôs do embasamento de publicações científicas da área da neurociência cognitiva e educação, utilizando de uma revisão bibliográfica e do diário de pesquisa para sua conclusão.

Palavras-chaves: Neurociência, Neurociência cognitiva, Educação, Aprendizagem.

## **INTRODUÇÃO**

Considerada um direito de todos, a Educação engloba as ações do ensinar e aprender, a aplicação dos métodos próprios para assegurar a formação e o desenvolvimento intelectual, físico e moral de um ser humano, de modo a facilitar o processo de aquisição de conhecimentos. Assim, a educação faz-se indispensável e essencial para o indivíduo, pois ela é responsável pela perpetuação, manutenção, transformação e evolução da sociedade (DIAS; PINTO, 2019).

Observada em qualquer campo social, a Educação é um fenômeno que consiste em estratégias educacionais que abarcam discussões e pesquisas direcionadas, ensino, prática e narrativas de histórias e aprendizagem. A vista disso, a Educação é capaz de acontecer em diversos contextos, tanto informais quanto formais, e qualquer experiência que tenha efeito

formativo no modo de agir, pensar ou sentir pode ser considerada educativa. Portanto, a Educação é a base de qualquer corpo social e a ciência que se ocupa em estudar os processos educativos é a Pedagogia (DIAS; PINTO, 2019).

O educar visa a ação de transmitir saberes, como também estimular o raciocínio, aprimorar o senso crítico, as faculdades intelectuais, físicas e morais, conforme citado acima. Consequentemente, o sujeito é um ser que precisa de orientação e informação. Com isso é necessário reflexões sobre os mecanismos utilizados no âmbito escolar para que a prática pedagógica abranja também novas percepções, de forma que os processos de ensino e aprendizagem se adequem ao contexto histórico e social (DIAS; PINTO, 2019). Na busca de novas abordagens para dar base a tais metodologias, o conhecimento da neurociência na área da educação está cada vez mais presente. Muitos profissionais, principalmente os da educação, buscam, cada vez mais, entender como o cérebro aprende com intuito de compreender melhor as conexões neurais e quais os melhores caminhos para permitir e oportunizar as modificações positivas do cérebro (GROSSI et al, 2014).

A neurociência é um ramo da biologia que estuda o cérebro humano, o seu sistema nervoso e suas funcionalidades, além de estruturas, processos de desenvolvimentos e algumas transformações que possam surgir no transcorrer da vida. Essa ciência foi ramificando-se ao longo dos anos, e dentre as áreas abrangidas pela neurociência contemporaneamente estão a medicina, a psicologia, a química, a matemática, as engenharias, a educação entre outras. De suma importância para o desenvolvimento deste trabalho, nos interessam as discussões relacionadas à educação e neurociência, mais precisamente a respeito da neurociência cognitiva e suas aproximações com a aprendizagem (GROSSI et al, 2014).

Por meio de diversas pesquisas metodológicas investigativas, a neurociência cognitiva busca estudar como ocorrem as ações cerebrais relacionadas à cognição nas áreas do cérebro, que são significativas para a Educação. Levando em consideração que as atividades concebidas no sistema nervoso central têm influência no processo de aprendizagem. A neurociência cognitiva ocupa-se do entendimento dos mecanismos biológicos subjacentes à cognição, com foco específico nos substratos neurais dos processos mentais e suas manifestações comportamentais. Dessa forma para uma melhor compreensão dos processos que envolvem a aprendizagem em um todo, é de suma importância o aprofundamento nos aspectos que envolvem a neurociência cognitiva (GROSSI et al, 2014)

A biologia explica o cérebro humano como um órgão que é considerado o núcleo de inteligência e aprendizagem do nosso corpo, sendo a maior parte do encéfalo, constituindo cerca de 80% da massa total. O cérebro é constituído aproximadamente de 86 milhões de

neurônios, e está dividido em duas partes interligadas pelo corpo caloso: o hemisfério cerebral esquerdo e o direito. Por meio do estudo do funcionamento cerebral proporcionado pela neurociência é possível melhorar o desenvolvimento de cada indivíduo (GROSSI et al, 2014).

Todo conhecimento sensorial, motor, memória, aprendizagem, emoção e comportamento dos seres humanos estão sob a ação do sistema nervoso. O sistema nervoso – por meio do seu integrante mais complexo (o cérebro) – possui estruturas que permitem a transmissão, a recepção, a análise e as respostas aos estímulos ambientais. Compreender como essa organização funciona nos ajuda a entender como acontece o processo de pensamento e aprendizagem. Dessa forma, torna-se importante o conhecimento da neurociência, abordando o sistema nervoso, com o objetivo de otimizar as práticas educativas no processo de ensino e aprendizagem (GROSSI, et al, 2014).

O avanço do estudo da ciência do cérebro vem tornando possível uma melhor compreensão de como acontece a aprendizagem humana, bem como os indivíduos reagem a obtenção de novas informações. Esses processos ocorrem no cérebro por meio do processo de fortalecimento ou enfraquecimento das conexões neuronais, as quais têm seus níveis cognitivos alterados a todo o momento em resposta às nossas percepções, aos nossos pensamentos e às nossas ações. Com isso, a aprendizagem abrange fundamentalmente o sistema nervoso de um indivíduo, pertencendo a uma complexa rede responsável por sistematizar os estímulos do ambiente, interpretando-as e dando respostas adequadas a ele (GROSSI, et al, 2014).

A aprendizagem para neurociência está no alcance de conteúdos teóricos relacionados, sobretudo com o sistema do cérebro, nomeadamente nas estruturas do sistema límbico temporomedial, como o hipocampo, a amígdala e o córtex. Compreender como a aprendizagem chega no sistema nervoso por meio de incentivos, da emoção, da motivação, da atenção, da memória e da plasticidade cerebral tem grandes implicações na Educação, podendo contribuir para uma melhor articulação entre os processos de ensino e de aprendizagem (GROSSI et al, 2014).

Dessa forma, levando em consideração os aspectos apresentados, busca-se neste trabalho reunir dados e informações sobre a temática Educação e Neurociência com o propósito de compreender suas relações e, mais especificamente, o estudo da neurociência cognitiva e suas contribuições para a aprendizagem no contexto escolar. Este trabalho de conclusão de curso de Licenciatura plena em Pedagogia da Universidade Federal de Lavras estrutura-se em quatro tópicos. Aborda-se no primeiro item a introdução e definição acerca da educação e neurociência, baseando-se em alguns autores, apresentando a educação, a neurociência e seu crescimento e importância no processo de ensino e aprendizagem, finalizando-se com o

propósito da pesquisa acerca da temática e os procedimentos metodológicos utilizados. O segundo tópico é o desenvolvimento, abarcando a fundamentação teórica, fazendo uma coleta e análise de dados com a apresentação e discussão dos resultados envolvendo a neurociência cognitiva e aprendizagem. No terceiro ponto, situa-se a conclusão do trabalho, no qual se apresenta uma síntese final do conteúdo estudado, esclarecendo a ideia principal da pesquisa e indicando se os objetivos do trabalho foram alcançados. O quarto tópico indica as referências bibliográficas que foram fontes de consulta para realização deste trabalho.

A princípio, a escolha do tema sobre educação e neurociência deu-se por uma questão pessoal, por acreditar na educação, em primeiro lugar, e em segundo por querer inovar no processo de ensino e aprendizagem. Com isso, por meio da neurociência, torna-se possível essa perspectiva de inovação. Sempre fui apaixonada pela área da psicologia cognitiva. No entanto, durante o meu percurso na graduação em pedagogia, me interessei pelo estudo da neurociência, de modo a entender que a psicologia cognitiva e a neurociência têm diferentes focos, contudo, com o mesmo propósito: entender como se dá a aprendizagem.

O estudo do sistema nervoso ocorre por meio de experimentos comportamentais, e do uso de aparelhos como os de ressonância magnética e de tomografia, que permitem observar as alterações no cérebro durante o seu funcionamento. Esse é um dos mecanismos possíveis dentro do âmbito da neurociência que possibilita a compreensão dos processos que envolvem a aprendizagem. Já a psicologia cognitiva interessa-se em interpretar os significados, pautando-se em evidências indiretas para explicar como os indivíduos percebem, interpretam e utilizam o conhecimento adquirido, sem desconsiderar o papel do cérebro (SALLA, 2012).

A educação é uma área que provoca e inspira, tornando-se transformadora e emancipatória ao indivíduo. Ela é compreendida como ponto de partida para a evolução das pessoas e do corpo social, pois aprimora a reflexão e provoca uma consciência crítica da sociedade, dos seus princípios morais e éticos e de suas diferenças, sendo um campo que permite inúmeros cruzamentos de conhecimentos e abordagens (DIAS; PINTO, 2019). É especialmente por isso que escolhi cursar Pedagogia, acreditando que assim seria capaz de contribuir de alguma forma para o desenvolvimento do sujeito e, conseqüentemente, da comunidade.

A seleção do tema para este trabalho deu-se cogitando a junção do estudo da Educação atrelado à Neurociência. Por razão dessa intrínseca relação do conhecimento do cérebro conectado com a pedagogia, que será oportuno para o desenvolvimento e aprimoramento de metodologias que auxiliem os educandos no decorrer do processo de alfabetização e

letramento, com base nos conhecimentos da neurociência e como consequência um pleno aprendizado (GUERRA, 2016).

Na última década do século 20, começa-se a conhecer muito do que sabemos hoje sobre o funcionamento do cérebro. Em consequência, uma atenção especial começou a ser direcionada às possibilidades da neurociência na educação. A neurociência é uma área de estudo relacionada à medicina que trabalha na interface de várias áreas de estudo, e dentre essas áreas se encontra a pedagogia. O que se sugere é uma união dos fundamentos biológicos, cognitivos e pedagógicos para uma melhor compreensão dos processos que envolvem a aprendizagem, auxiliando assim em estratégias que possam ser significativas no âmbito educacional. Nesse contexto, a pesquisa acerca do tema mostrará que o conhecimento da Neurociência na Educação possibilita um melhor desempenho cognitivo por intermédio de estímulos com intencionalidade voltados para as habilidades de cada aprendiz (GROSSI et al, 2014).

A composição deste artigo advém da realização de uma revisão bibliográfica específica voltada para a temática, considerando publicações de periódicos, livros, monografias, artigos indexados, anais de congresso entre outros da atualidade, a partir da utilização de um diário de pesquisa como ferramenta para registrar e concluir o trabalho.

Referindo-se a um estudo metucioso e amplo de publicações de várias áreas do conhecimento, a revisão bibliográfica ou revisão de literatura como também é conhecida, são publicações científicas que dispõem de livros, periódicos, monografias, anais de congressos, artigos científicos entre outros para a sua realização. Isso quer dizer que para um trabalho científico ser efetuado, ele demandará de uma revisão bibliográfica, seja para uma conclusão de curso ou quaisquer outros projetos acadêmicos (MATTOS, 2015).

Antes de definir detalhadamente a concepção de revisão bibliográfica, previamente é preciso compreender o que é o termo revisão e o que é bibliografia, e como se organiza essa união para construção do conceito de revisão bibliográfica e como ele se aplica. Parte-se, então, do que é revisão e posteriormente o que é bibliografia. A descrição de revisão expressa um ato ou efeito de rever algo, realizar uma nova leitura, ou novo exame, conforme definições do dicionário da língua portuguesa. Ou seja, a revisão tem a ver com o relembrar, o rever, o recordar (BASTOS; DESLANDES, 2005).

Já a bibliografia, por sua vez, introduz a ideia de obras escritas, agrupamentos de textos ou listas de documentos, como um conjunto de produções utilizadas para embasamentos de atividades de ensino, pesquisa e extensão. Conforme a conjunção das definições citadas anteriormente, revisão bibliográfica significa então a recapitulação de tudo o que se fala sobre

um assunto, utilizando dados bibliográficos. Portanto, a revisão bibliográfica é a fonte no qual se retira uma determinada informação que está especializada na pesquisa de textos, com a finalidade de estabelecer ferramentas de busca e organização de sistemas apropriados para facilitar o trabalho intelectual (BASTOS; DESLANDES, 2005).

Em suma, a revisão bibliográfica é a base que sustenta qualquer pesquisa científica e o trabalho intelectual. Para se avançar em seja qual for o campo de estudo, pesquisadores e estudantes devem primeiramente conhecer o que já foi desenvolvido por outros estudiosos. É com base na revisão bibliográfica que isso se torna possível, tornando o desenvolvimento do trabalho mais descomplicado, coerente e planejado. Logo, a revisão bibliográfica é o fio condutor para descobrir ou reavivar os princípios fundamentais relacionados às obras investigadas. É importante ressaltar que dentro da revisão bibliográfica há três tipos de definição, que vai de acordo com o método de elaboração escolhido, sendo elas: a revisão bibliográfica narrativa, a sistemática e a integrativa, cada qual com sua elucidação (BASTOS; DESLANDES, 2005).

Desse modo, destacando os tipos de revisão bibliográfica e seguindo a ordem do parágrafo anterior, primeiramente está a revisão bibliográfica narrativa, que é uma revisão que possibilita a discussão e descrição do desenvolvimento de um determinado tema sob o ponto de vista teórico contextual. Elas são publicações mais amplas e de síntese qualitativa, que se organizam basicamente na análise de literatura publicada em livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas, na perspectiva da observação crítica pessoal do autor. A revisão narrativa é estruturada de forma a compor a introdução, o desenvolvimento, com o texto dividido em seções definidas pelo escritor com títulos e subtítulos de acordo com as abordagens do conteúdo, dos comentários e das referências (MATTOS, 2015).

Sendo o contrário da revisão bibliográfica narrativa, a revisão bibliográfica sistemática, é uma revisão traçada para responder uma pergunta em específico. Ou seja, utiliza-se de métodos sistemáticos e explícitos para selecionar, identificar e avaliar criticamente os estudos, analisando e coletando informações. Sua metodologia se resume em: formulação da pergunta, localização dos pontos, avaliação crítica dos estudos, coleta de informações, análise e apresentação dos dados, interpretação das bases, aprimoramento e atualização da revisão. Dessa forma, a estrutura da revisão bibliográfica sistemática tem por objetivo evitar vies ou tendenciosidade no resultado (MATTOS, 2015).

Por fim, encontra-se a revisão bibliográfica integrativa, que é um recurso que proporciona a síntese do conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de conclusões de estudos significativos, na prática. Em outras palavras, a revisão integrativa desenvolveu-se

como uma alternativa para revisar rigorosamente e conciliar os estudos com diferentes metodologias, como por exemplo, um projeto experimental e não experimental, compondo os resultados. Portanto, a revisão integrativa amplia as possibilidades de análises bibliográficas e se dispõe da seguinte forma: o reconhecimento do tema e seleção da hipótese, criação de critérios para inclusão e exclusão de fatos, definição das informações a serem extraídas dos estudos escolhidos, avaliação dos conhecimentos incluídos na revisão integrativa, compreensão dos resultados e a apresentação da revisão/síntese do aprendizado (MATTOS, 2015).

Portanto, a revisão bibliográfica é indispensável na elaboração de projetos científicos, pois ela é o ponto de partida para a edificação de um excelente planejamento de pesquisas e estudos. É por meio da revisão bibliográfica que há a visualização de erros – para que eles sejam evitados –, como também é praticável a realização dos mesmos experimentos que já tiveram resultados positivos em outros trabalhos. Sendo assim, com o emprego da revisão bibliográfica aprofundada, é possível obter uma visão ampla sobre os assuntos desejados e melhorar a confiabilidade e a exatidão dos resultados alcançados (BASTOS; DESLANDES, 2005).

É fundamental a importância de um diário de pesquisa para o desenvolvimento de projetos, principalmente acadêmicos. Derivado do latim, “diarium”, o termo está relacionado a palavra “dia”, assim o diário é um substantivo que remete aquilo que acontece todos os dias. Um diário é um texto de gênero pessoal, no qual uma pessoa relata suas ideias, suas experiências, seus desejos, suas opiniões, seus acontecimentos, seus sentimentos e os fatos do dia a dia. Desse modo, os diários são ferramentas importantes para registrar e criar documentos históricos que revelam uma época. Portanto, os diários são memórias registradas e reflexões de testemunho do que ocorreu em uma determinada ocasião (PEREIRA; SILVA, 2015).

Já a pesquisa é um processo de construção de ideias, com um conjunto de atividades planejadas e orientadas pela busca de conhecimentos novos ou preexistentes, com a finalidade de desenvolver, colaborar, refutar, reproduzir, detalhar, ampliar ou atualizar. Em resumo, a pesquisa gera aprendizagens que servem tanto para o indivíduo ou grupo de pessoas que a realiza, como para a sociedade na qual se desenvolve. Porventura, a pesquisa é utilizada para estabelecer ou confirmar fatos, reafirmar os resultados de trabalhos procedentes, resolvendo novos problemas ou aqueles já existentes, concordando com teoremas e o desenvolvimento de novas hipóteses (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Com base no que foi apresentado anteriormente, entende-se então que diário é um tipo de fala escrita, e que a pesquisa é a procura por conhecimentos. No momento em que há a relação do diário com a pesquisa, gerando o diário de pesquisa, percebe-se a elaboração de um

recurso para a obtenção de informações, para a realização de pesquisas qualitativas e quantitativas. Em outros termos, diário de pesquisa é um procedimento que dá direção para estudos qualitativos e quantitativos (ARAÚJO et al, 2013).

A vista disso, a pesquisa qualitativa fundamenta-se em recolher dados narrativos para compreender certos fenômenos sociais, baseando-se em observações e análises de referências, ou seja, o estudo qualitativo busca compreender a natureza comportamental do objeto analisando. Sua metodologia é de caráter exploratório, sendo que os resultados alcançados não são contabilizados em números exatos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A pesquisa quantitativa é classificada como uma metodologia científica na qual se aplica diferentes técnicas estatísticas para quantificar informações e opiniões de um determinado estudo, tendo por finalidade calcular um problema e entender a sua dimensão. Elas podem se desdobrar em linguagem matemática, atribuindo-se a quantidade de números obtidos nas sondagens realizadas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Simplificando, a pesquisa qualitativa empenha-se em explicar os porquês das coisas investigadas e, em contrapartida, a pesquisa quantitativa busca elucidar questões e problemas mediante processos estatísticos. Logo, a pesquisa quantitativa tem como foco o ato de medir, e a qualitativa o ato de explorar. Basicamente, é isso que difere uma da outra, e ambas têm como efeito o uso do diário de pesquisa (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Acrescenta-se que o diário de pesquisa ajuda no exercício de autoconhecimento, decorrendo de um método para aprimorar a escrita. Nesse sentido, contém registros de conversas informais, análises de campo e manifestações dos interlocutores conforme vários pontos investigados, como também mesmo impressões pessoais do pesquisador que podem se modificar com o passar do tempo. A saber, o diário de pesquisa é uma agenda de registros manuscritos ou digitados que auxilia o pesquisador a se orientar na sua pesquisa com a finalidade de adquirir saberes (ARAÚJO et al, 2013).

Em síntese, o diário de pesquisa tem muito a beneficiar o pesquisador, tornando o seu trabalho e os seus estudos metódicos. Assim é recomendado sua utilização, por ser um preciso instrumento de pesquisa, com um amplo leque de possibilidades. Além de ferramenta de registro, também age como uma fotografia de realidades processuais passadas pelo pesquisador ao longo de seu trabalho. Sua aplicação em pesquisas qualifica-se especialmente por fazer o relato escrito das questões vivenciadas (ARAÚJO et al, 2013).

Como apresentado, é visível a importância de uma revisão bibliográfica vinculada ao diário de pesquisa para a elaboração de trabalhos ou projetos acadêmicos, uma vez que essas duas ferramentas proporcionam a organização, orientação e sistematização do que se pretende

realizar. Sendo assim, ao utilizar essas metodologias, os pesquisadores terão um melhor desempenho na elaboração de suas atividades, visando a facilidade e transparência nos seus objetivos de investigação.

## **DESENVOLVIMENTO**

Englobando várias áreas do conhecimento, a neurociência dedica-se ao estudo do sistema nervoso, buscando a compreensão do funcionamento, desenvolvimento e limitações do cérebro, principalmente o humano, de modo a abranger as disciplinas de matemática, química, física, medicina, biologia, psicologia, pedagogia entre outras. Porém, a inovação das neurociências ocorreu quando os pesquisadores entenderam que a melhor compreensão do cérebro acontecia através da interdisciplinaridade, com a combinação das abordagens tradicionais, produzindo uma nova síntese, uma nova perspectiva no que tange às neurociências (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017)

Assim, diante desse panorama das ciências, procurando explicações sobre os seres humanos, considera-se que nenhum conhecimento é suficiente todos são necessários e devem ser examinados. Na década de 80 do século passado, várias ciências se uniram para constituir as neurociências, sendo elas: neurofisiologia, neuroanatomia, neuropsicologia, neurociência comportamental e neurociência cognitiva (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

De forma a compreender as propriedades sublimes e funções cerebrais, muitos pesquisadores empenham-se em desvendar como funciona o cérebro humano, buscando-se entender de que modo o sistema nervoso age, como um todo ou em partes independentes, e as façanhas nas quais ele é capaz de desenvolver assim como a constituição da mente. Assim sendo, são alguns desses aspectos que vem motivando muitas das pesquisas atuais, o que possibilitará muito conhecimento acerca da neurociência e os processos de aprendizagem. (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

O que conhecemos como mente, na verdade é um grupo de funções desempenhadas pelo sistema nervoso. As ações cerebrais são contidas a todo o comportamento, e não somente aos comportamentos motores simples, como comer e andar, mas a todas as complexas execuções cognitivas que vinculamos ao comportamento que é exclusivo do ser humano, como pensar, falar e produzir elementos. Consequentemente, o intuito do estudo do sistema nervoso é o de dar explicações do comportamento humano em termos da atividade cerebral, de esclarecer como milhares de células neurais sozinhas no cérebro atuam para produzirem o

comportamento e como, por sua vez, elas são motivadas pelos elementos ambientais e até mesmo pelo comportamento observado de outras pessoas (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A neurociência atual, pauta-se acerca das fortes descobertas individuais que as fundamentam, e a cada novo descobrimento, desempenha uma função ao revelar os mistérios do cérebro, e de que maneira este promove os nossos comportamentos e pensamentos. Além disso, o funcionamento do cérebro muda e está em constante transformação desde os últimos 100 anos (MOURAO-JUNIOR et al, 2017).

Assim, relacionando as dimensões do crânio como sendo os traços da personalidade, o primeiro frenologista, acreditava que as saliências encontradas nas superfícies dos crânios refletiam circunvoluções na área do cérebro, e propôs que essas predisposições eram certas características da personalidade que poderiam estar relacionadas as dimensões da cabeça, de modo, que as funções básicas cognitivas como a percepção e a linguagem, eram concebidas e que permaneciam em regiões específicas do cérebro (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

O cientista então, sugeriu ainda que o ponto central para cada função mental, sofria alterações no seu tamanho como resultado do uso, de maneira a identificar o aumento do tamanho do músculo pelo seu exercício. Com isso, essa mudança de tamanho de uma parte do cérebro resultaria na distorção do crânio. Assim, o frenologista, há mais de duzentos anos, foi o precursor da noção de que determinadas funções mentais são realmente situadas em diferentes partes do cérebro. Estudo esse denominado por ele de Localizacionismo Cerebral, porém ele estava enganado em como isso era conseguido pelo cérebro (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Mais tarde, a teoria do frenologista e seus discípulos foi rejeitada e descartada pela comunidade científica, pois vários estudiosos acreditaram ser uma forma de pseudociência e charlatanismo. Mas é preciso reconhecer que os estudos dele têm uma relevância histórica, pois foi sendo suplantada pelos avanços da neurociência e psicologia. Podendo concluir que os frenologistas desempenharam um papel importante, ainda que equivocado, no que se refere aos avanços iniciais da neurociência moderna. Atualmente, é de conhecimento geral que existe uma nítida divisão do trabalho no encéfalo, em que diferentes partes realizam funções distintas (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Em 1861, um neurologista francês, foi creditado por influenciar a comunidade científica a determinar a localização das funções cerebrais. Ele descreveu o caso de um de seus pacientes que possuía problemas na comunicação, e que mais tarde, após sua morte, o exame do seu cérebro revelou uma lesão na região posterior do lobo frontal esquerdo, local hoje conhecido como área da Broca. Baseados em estudos semelhantes ao deste paciente com outros indivíduos

com quadros parecidos, foi possível fazer a conclusão de que esta região do cérebro humano era especificamente responsável pela expressão motora da comunicação verbal (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Assim, com essas descobertas, o trabalho exposto provocou a busca de locais corticais de outras funções comportamentais específicas no cérebro. Dessa forma, em 1870, um psiquiatra e um fisiologista, empolgaram a comunidade científica com a evidência de que a estimulação elétrica de algumas áreas do cérebro, poderiam produzir movimentos característicos dos membros. Nessa revelação, os neuroanatomistas motivaram-se a analisar detalhadamente o córtex cerebral e sua organização celular (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Todavia, no final do século 20, a grande revolução na compreensão sobre o sistema nervoso ocorreu quando dois pesquisadores fizeram descrições minuciosas sobre as células nervosas. Enquanto um descobriu uma maneira de colorir utilizando sais de prata os neurônios e visualizá-los no microscópio evidenciando-se assim sua estrutura, referindo-se a um grupo celular e suas ramificações dendríticas de um lado, e um axônio em forma de cabo do outro. O segundo pesquisador conseguiu de modo separado corar os neurônios, usando uma técnica específica. Assim, tornando-se o primeiro a conseguir identificar a natureza unitária dos neurônios, e também da transmissão de informações elétricas em uma só direção dos dendritos para a extremidade do axônio (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Além disso, no início do século XX, liderado por um anatomista, surgiu uma nova escola de localização cortical. Essa recente instituição procurou as várias áreas funcionais do córtex cerebral, a fim de diferenciá-las, baseando-se nas classificações das estruturas celulares e na organização particular dessas células em camadas. Utilizando do método nomeado citoarquitetônico, observando 52 áreas, funcionalmente distintas no córtex cerebral humano (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Sendo assim, ainda no século 20, já se encontravam evidências inegáveis, anatômicas e funcionais para a existência de muitas áreas distintas no córtex cerebral, e para algumas dessas regiões podiam-se atribuir participação específica em determinadas condutas. Além do mais, no final do ano de 1930, dois cientistas britânicos, comprovaram que estímulos aplicados à superfície de um corpo, produziam atividades elétricas em áreas específicas do córtex. (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017)

O que ocasionou mais tarde, no término de 1950, o uso de pequenos eletrodos para estimular o córtex cerebral de pacientes que em neurocirurgias, estavam acordados, e dessa forma, conseguiu confirmar os estudos descritos anteriormente. O que levou recentemente a descobertas de outras áreas essenciais para a linguagem, evidenciando que as conexões neurais

para a linguagem são maiores do que as delimitadas por antecessores estudiosos (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Concluí, que apesar dos vários estudos, a neurociência continua a surpreender e revelar a complexidade e a especialização do córtex cerebral. De modo que a partir dos anos 90 sucederam inúmeros avanços nos estudos sobre o cérebro humano, considerando esse período como a década do cérebro, e que por meio do desenvolvimento tecnológico e do uso de técnicas como Imagens por Ressonância Magnética Funcional e a Tomografia por Emissão de Pósitrons- IRMf (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Em suma, com os avanços tecnológicos é possível obter de várias maneiras informações mais detalhadas sobre a estrutura e funcionamento do cérebro, como por exemplo, visualizar quais regiões do cérebro permanecem relativamente ativas quando uma emoção, um comportamento ou pensamentos correspondentes acontecem (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Atualmente, já é possível estabelecer em que ponto, e como ocorrem no cérebro os processos cognitivos específicos. Com essas informações pode-se definir a ordem em que diferentes partes do cérebro se ativam quando alguém realiza uma tarefa, ampliando também a percepção para o desenvolver de várias ações detectando quais áreas são afetadas, se são as mesmas partes do cérebro evidenciadas ou se existem diferenças consideráveis (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Compreender de forma aprofundada o desenvolvimento das habilidades mentais é fundamental para entender a organização e o funcionamento da mente humana, visto que com essa compreensão, possibilidades de intervenções vão surgindo. Assim, um avanço comum na neurociência é relacionar a maturação das funções cognitivas específicas com um estágio particular do desenvolvimento neural do ser humano. Desse modo, a diferenciação existente entre as capacidades dos recém-nascidos com as dos adultos é visivelmente percebida. (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Os recém-nascidos não possuem capacidades básicas como: andar, segurar objetos e se comunicar de forma clara e coesa; também não compreendem claramente quando os adultos se comunicam com eles. Dessa forma, existem duas maneiras de elucidar essas diferenças entre adultos e recém-nascidos. Uma é de que os recém-nascidos podem ter todas as aptidões iguais às dos adultos, porém ainda não obtiveram pela experiência, a suas habilidades, e em contraste, os bebês podem distinguir-se dos adultos em capacidades neurais ou cognitivas (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A princípio, a hipótese é que os recém-nascidos possuem um circuito neural completamente formado, e estão apenas à espera das intervenções e dos estímulos ambientais para que o desenvolvimento aconteça. A outra ideia, propõe que os recém-nascidos, enquanto bebês, não possuem estruturas neurais e cognitivas para agirem como um adulto e para esse desenvolvimento acontecer ele precisará englobar mudanças radicais e qualitativas. Essa segunda concepção tem sido bastante aceita pelas teorias do desenvolvimento com base em evidências tanto psicológicas quanto neurais (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

O cientista suíço, Jean Willian Fritz Piaget, apresenta uma teoria clássica de que os recém-nascidos têm uma diferença significativa em relação aos adultos. Ele considera que a aquisição de conhecimentos é um processo e tal como deveria ser estudado de maneira histórica, pois os conhecimentos mudam e evoluem com o passar do tempo. Portanto, esses estudos devem acompanhar essa evolução (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

De acordo com Piaget, no processo de aprendizagem de novos conhecimentos, o sujeito participa ativamente mediante as informações externas que são fornecidas a ele, e as selecionam de modo a dar-lhes sentidos ou filtrá-las. Provavelmente, saber em sua percepção é agir diante da realidade e modificá-las por meio de ações. Nesse caminho, operar não significa sobretudo realizar movimentos e ações externas. Isto seria o caso de pequenas crianças, que necessitam manipular o contexto que as envolvem, para entendê-los. Ou seja, as ações são internas, mentais, mesmo que ainda possam basear-se em objetos concretos. Segundo Piaget “Todas as crianças passam por estágios cognitivos mais ou menos na mesma idade, independentemente da cultura em que vivem. Nenhum estágio pode ser omitido, uma vez que as habilidades adquiridas em estágios anteriores são essenciais para os estágios seguintes” (PIAGET, 1971 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Ademais, as descrições de uma linha do tempo de maturação cognitiva, e com alterações adequadas, se faz útil. O sentido dos estudos da neurociência cognitiva é fazer a relação da linha do tempo do desenvolvimento cognitivo com a do desenvolvimento neural, a fim de esclarecer as bases biológicas da cognição. Portanto, é de suma importância a reflexão e discussão dessa cronologia do desenvolvimento (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

O sistema nervoso é considerado uma rede de comunicações do organismo, ele é constituído por um conjunto de órgãos do corpo humano que possuem a função de captar impulsos do ambiente e interpretá-los e ou arquivá-los, e conseqüentemente elaborar respostas para essas ações as quais podem ser dados na forma de pensamentos, emoções e comportamentos (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Desse modo, o cérebro humano é formado por bilhões de neurônios que estão intimamente conectados, permitindo desde a regulação das funções básicas, como a respiração, até as tarefas mais elaboradas, como por exemplo a obtenção de conhecimentos. Portanto, todas as condutas humanas, sejam elas implícitas ou explícitas, são proporcionadas por essas redes neurais (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

O sistema nervoso se divide em duas partes fundamentais, que são o sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico. A respeito do sistema nervoso central, constitui-se do encéfalo e da medula espinhal, no qual estão envolvidos e protegidos por três membranas. E o sistema nervoso periférico, é composto pelas terminações nervosas (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Até a data do século XIX, os conhecimentos sobre a vida humana partiam da fecundação envolvendo a participação das células dos gametas masculino e feminino. Além disso, e por muitos anos, diversas pessoas acreditavam que a vida começava depois do nascimento (PINHEIRO, 2007 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A solução da questão, natureza biológica e criação, aconteceu no século 19, que levou ao reconhecimento da participação tanto dos aspectos inatos quanto dos fatores ambientais na determinação das características comportamentais e físicas do ser humano. Portanto, ao fazer referência de uma dada característica, como a inteligência, por exemplo, admite-se que ela resulta da interação dos genes herdados com o ambiente em que a criança se desenvolve (PINHEIRO, 1996 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). A ultrapassada discussão entre cultura e natureza têm sido substituídas pelo assunto de como ambas, interagindo nas vivências do sujeito, contribuem para o desenvolvimento e formação do cérebro e para a criação das sinapses (LEDOUX, 2002 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A concepção da consciência de si e dos outros, da capacidade de entender as informações e interações, assim como o conhecimento social, entre tantas outras experiências, só se estabelecem na relação e pela interação com outros sujeitos. Assim, ficamos frente a questão do que é a de explicar a imensa adaptabilidade do cérebro na presença dos ambientes culturais e sociais ao longo da história (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A plasticidade sináptica é atribuída devido às respostas adaptativas do sistema nervoso na presença de estímulos recebidos. Sendo assim, os sistemas no cérebro, na sua grande maioria, são plásticos, isto é, se modificam com a experiência vivida, o que significa que as sinapses envolvidas sofrem alterações por estimulantes ambientais, captados por alguma modalidade de percepção sensorial (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Definida a mais de um século por um fisiologista, o conceito de plasticidade sináptica é uma propriedade fundamental do desenvolvimento, e uma das principais funções cerebrais.

O cérebro é muito sensível ao meio, e a experiência permite a aprendizagem de conhecimentos e de informações pelo sistema nervoso, causando alterações anatômicas em vários locais do encéfalo, e essas modificações transformam a intensidade das conexões neurais (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

As transformações sinápticas acontecem em todos os momentos quando há aquisição de conhecimentos, e elas não estão restritas a algum período do desenvolvimento. Ou seja, durante o decorrer da vida as sinapses alteram-se (KANDEL, 2000 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Portanto, o cérebro adapta-se continuamente ao receber impulsos, e essa plasticidade não se exterioriza somente em comportamentos de memória e aprendizagem. Essas atividades são de fácil visualização no processamento do sistema nervoso e podem ser analisadas de forma mais consistente, que é no principal local que acontece as trocas de informações no cérebro: a sinapse (MOURÃO-JÚNIOR et al,2017).

Representando as ligações entre os neurônios, as sinapses podem ser elétricas e químicas. Sendo assim, na sinapse, um neurônio faz ligamento com outro neurônio, provocando a liberação de mediadores químicos, que são os neurotransmissores. Acredita-se que cada um dos bilhões de neurônios existentes que formam o sistema nervoso é capaz de realizar muitas sinapses individuais, aumentando a complexidade do sistema nervoso (KANDEL 2000 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Diversos estudos, tanto em seres humanos quanto em animais, têm atribuído ao córtex pré-frontal o desenvolvimento das funções cognitivas (FUSTER, 2002 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Nos humanos, 29% no cérebro é o que constitui o córtex pré-frontal. Assim, evidentemente o crescimento desproporcional, uma conclusão legítima de que essa expansão evolutiva do córtex está profundamente ligada com o desenvolvimento das funções cognitivas (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Em suma, a principal função, e também a mais geral em relação ao córtex pré-frontal é a sua organização temporal de ações objetivas, cognitivas ou biológicas (FUSTER, 1997 apud MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Sendo considerada a essência da função do córtex pré-frontal, integralmente, a execução de todas as maneiras das ações, como a movimentação dos olhos, o desempenho intelectual, a somática, o comportamento emocional, e assim por diante (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Além disso, a participação do córtex pré-frontal inclui as tomadas de decisões, na hora de fazer escolhas de alternativas e na execução provisoriamente estruturada das ações, que torna a razão pela qual ele foi considerado o "central-executivo" (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A neurociência transita pela área biológica, e sua natureza interdisciplinar implica a sobreposição e diálogos com campos ou disciplinas de conhecimentos variados. De modo, que em algumas questões relevantes da neurociência, provém na maneira de como os circuitos são formados e operantes anatomicamente e fisiologicamente, a fim de produzirem as funções fisiológicas, como por exemplo, os reflexos, a coordenação motora, a aprendizagem, a memória, as respostas emocionais e a integração dos sentidos. No ponto cognitivo, a neurociência trabalha com questões acerca da maneira como as funções cognitivas são concebidas pelos circuitos neurais (MOURÃO-JÚNIOR et al,2017).

Diante disso, a saber a respeito da neurociência cognitiva, sendo ela a ciência que busca compreender como a função cerebral dá espaço para as atividades mentais, particularmente como as linguagens, percepções e memórias envolvendo a consciência, tendo em consideração os aspectos da regulação e de alteração. Portanto, os conhecimentos da ciência neural hoje em dia é fornecer explicações do comportamento em termos da atividade cerebral, de entender como milhões de células neurais distintas no cérebro atuam para produzir o comportamento e como, elas são estimuladas pelo ambiente (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

A neurociência conduz seu desenvolvimento com intrínsecas, porém inter-relacionados níveis de análise. Vários caminhos são utilizados para a observação de diferentes graus de organização da estrutura e funções cerebrais, conseguindo o entendimento detalhado dos mecanismos cognitivos no cérebro (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017). Assim, à luz da interdisciplinaridade da neurociência cognitiva, a pedagogia tem também utilizado dos conhecimentos dos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem. Portanto, à intensidade que ocorre o amadurecimento e a especialização das redes neurais ao longo do desenvolvimento infantil, o conteúdo aprendido, como por exemplo, nos processos de alfabetização, influencia a organização cerebral (MENDONÇA et al, 2008 apud MOURÃO-JÚNIOR et al,2017).

Existe um relacionamento direto entre a educação e a neurociência, julgando-se a importância do cérebro no processo de ensino-aprendizagem do sujeito. O saber da aprendizagem une de maneira inevitável a neurociência e a educação (GOSWANI, 2004 apud MOURÃO-JÚNIOR et al,2017). A que se encontra em primeira, incide o seu estudo no vínculo através do funcionamento neurológico e a atividade psicológica permitindo o destaque à análise do comportamento, como manifestação última da ação do sistema nervoso. Com isso, a aprendizagem depende da neuroplasticidade cerebral, e pode ser compreendida como uma evolução pelo qual o sistema nervoso reestrutura ativamente suas vias de processamento e desempenho da informação (MOURÃO-JÚNIOR et al,2017).

Sendo assim, muitas expectativas na sociedade foram criadas em relação ao que a neurociência poderia contribuir na educação, sendo que algumas dessas convicções são falsas. O que se deve ponderar, não é como a ciência do cérebro é empregada na prática educativa, mas no que os educadores necessitam saber e como são capazes de serem informados pela investigação neurocientífica (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

De fato, não tem como desassociar a base biológica do comportamento. Contudo, o sistema nervoso é unicamente importante e necessário para que a condição do comportamento, dos pensamentos e dos sentimentos aconteçam. Isso é, no sistema nervoso concentram-se as funções vitais, cognitivas e comportamentais (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Portanto, o papel principal da neurociência é entender as operações do sistema nervoso, e o que se pode afirmar é que os todos os nossos sentimentos, pensamentos e comportamentos provém de estímulos que deliberam e modificam o encéfalo, considerando que o contexto social atuante sobre a estrutura genética é um poderoso agente articulador para que este processo ocorra (MOURÃO-JÚNIOR et al, 2017).

Ao longo da história, o processo de aquisição de conhecimentos é o objeto de estudos de diversas disciplinas, que inicialmente tinham como foco a psicologia, filosofia, pedagogia entre outras ciências afins. Contudo, atualmente este é o elemento central dos processos educacionais, que buscam investigar como o cérebro aprende, e com o auxílio dos desenvolvimentos tecnológicos e científicos isso tem permitido de forma mais abundante a investigação sobre a aprendizagem, especialmente ligadas às estruturas do local deste complexo processo, o cérebro (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Desse modo, os estudos realizados nos diversos campos da neurociência têm produzido contribuições significativas, embora de maneiras específicas, que por vezes não se articulam de forma direta com os métodos educacionais. Todavia, recentemente diversos autores têm se esforçado de modo satisfatório buscando vincular os aportes das ciências ao ambiente educacional (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Logo, fazer uma análise teórica que julga as diversas contribuições que evidenciam as pesquisas científicas dão a neurociência, em especial, a neurociência cognitiva, a compreensão dos processos de aprendizagem relacionados ao campo Educacional. Portanto, é de suma importância a realização de revisões bibliográficas para um vasto entendimento e conhecimento da neurociência e suas ramificações (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Sendo assim, para a formulação de uma melhor compreensão referente às contribuições da neurociência para a Educação, é necessária uma revisão bibliográfica, a fim de que uma

conexão se estabeleça entre as duas áreas permitindo essa correspondência. Dessa forma, essa é a meta em processo nos contextos educacionais, que se empenha em alcançar a relação da neurociência, em particular a neurociência cognitiva que é o objeto de estudo, com a Educação. Assim, alguns estudiosos têm se empenhado para estabelecer esta ligação, levando em consideração as limitações e acréscimos de cada área em termos de linguagem e natureza (GOSWAMI, 2015 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Com suas ramificações distribuídas por disciplinas acadêmicas e científicas, a neurociência forma esse conjunto, que investiga o sistema nervoso, com a sua atenção focada nas atividades do cérebro e seu relacionamento e impactos diante do comportamento (GAGO; ELGIER, 2018 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Desse modo, ela apresenta muitas pesquisas recentes, de origem remota à década de 1960, abarcando características neurobiológicas do comportamento, fundamentadas na psicologia cognitiva, na linguística, na antropologia e na inteligência artificial etc. (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Para mais, durante a última década do século 20, o interesse de estudos nesse conjunto de ciências aumentara significativamente (MARTIN-LOECHES, 2015 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Portanto, a partir da neurociência é possível identificar várias disciplinas e ciências relacionadas, que são reconhecidas como a neuroanatomia, neurofisiologia, neuropsicologia, a neurociência computacional, dentre outras. Do mesmo modo, sua aplicabilidade deu início em outros diferentes campos, como a filosofia, sociologia, arte e até mesmo na educação (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Neste cenário, duas linhas conhecidas ganham destaque no trabalho, relacionada à neurociência e a aprendizagem, que são, a neurociência cognitiva e a neurociência na Educação. A neurociência cognitiva pode ser compreendida como o ramo da neurociência que se dedica ao estudo das relações entre a cognição humana e o sistema nervoso. Em razão disso, é frequentemente descrita como uma área científica que se manifesta da junção de duas disciplinas, que é a psicologia cognitiva na qual estuda as funções mentais superiores e a neurociência que investiga o sistema nervoso (RODOLAR, 2013 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Em contrapartida e apoiada na literatura atual, a neurociência na Educação, é entendida como o ramo que trata de explorar e divulgar a otimização dos processos de ensino e aprendizagem com base no funcionamento do cérebro e nos princípios neurobiológicos que os esteiam (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Enfim, a finalidade da neurociência na educação tem como propósito aplicar os achados neurocientíficos na melhoria

das práticas educacionais, empenhando-se na compreensão de como o cérebro se modifica e se adapta durante a aprendizagem (MORA, 2017, VALÉRIO et al, 2015 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Diante do exposto, destaca-se a forte relação entre os dois campos ligados à neurociência, no qual ambos se concentram na investigação e compreensão de como o cérebro adquire conhecimentos. Portanto, a neurociência na educação e a neurociência cognitiva, podem contribuir muito para proporcionar novas técnicas e melhorar o desenvolvimento cognitivo e os processos de aprendizagem, seus mecanismos de causa, as variáveis que afligem, e uma maneira prática de estudar a eficácia de diferentes pedagogias que movem a um exercício de qualidade (GOSWAMI, 2015 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Além do mais, seria essencial para ajudar a solucionar problemas neurofuncionais que afetam os discentes em todas as etapas do sistema de ensino (BLANCO et al, 2017 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Portanto, para que haja a efetividade no processo de ensino-aprendizagem é fundamental que se assegure a aprendizagem dos educandos levando em consideração os elementos cognitivos, tal como os afetivos, como por exemplo, os interesses dos(as) alunos(as) envolvidos e de que forma essa motivação auxiliará na compreensão dos conteúdos ensinados (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Nesse sentido, a neurociência cognitiva e a neurociência na Educação se estabelecem conforme a literatura moderna, como meios potentes para a otimização do desenho e das estratégias nos estudos empíricos e teóricos dos processos mentais, o encéfalo como pensamento complexo, atenção, memória e percepção (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Ademais, existe uma série de práticas sistematizadas desenvolvidas por pesquisadores diversos da neurociência, no qual propuseram para serem usadas no ambiente escolar.

A neuroplasticidade é a capacidade que os neurônios têm de se moldarem diante da interação com o meio. Ou seja, a plasticidade neural corresponde das diversas capacidades das redes neurais do nosso corpo de se modificarem ao longo do desenvolvimento patológico (GAGO; ELGIER, 2018 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Sendo assim, a neuroplasticidade admite o papel fundamental que os estímulos externos exercem na maturação da atividade genética, possibilitando ao sujeito realizar sua própria restauração por meio da relação dos genomas com a experiência do ambiente. Tendo isso em vista, é importante saber que essas plasticidades dos neurônios são de sucessivas conexões, desconexões e

reconexões, submetidas fundamentalmente de quão consolidadas essas interligações estão e do quanto são empregadas no cotidiano (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Em termos gerais, a neuroplasticidade pode ser definida como a potencialidade do sistema nervoso de se modificar fisiologicamente e anatomicamente para produzir conexões nervosas em resposta a estímulos sensoriais, a aquisição de novas informações, desenvolvimento, disfunção ou perda (GARCÉS-VIEIRA; SUAREZ-ESCUADERO, 2014 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Portanto, a plasticidade do cérebro origina-se a fim de corresponder a processos adaptativos que são resultantes das provocações ambientais (JUSTEL; DIAZ, 2012 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Levando em consideração os antecedentes apresentados, torna-se possível compreender que o ato de educar é dar novos sentidos às possibilidades do cérebro. Dessa forma, ampliando a importância da ação docente no desenvolvimento cognitivo do processo formativo do discente. Isso evidencia que o sucesso educativo não surge de maneira espontânea massificada de uma única modalidade de ensino de carácter reducionista, mas sim de maneira intencional em que a organização educacional deve propiciar a possibilidade de se afinar nas diversas formas de aprendizagem dos seres humanos sob um modelo educacional no bem-estar dos seus integrantes (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Contudo, é importante destacar que mesmo com a educação e a aprendizagem mudando e afetando de forma significativa as bases biológicas do cérebro, outros aspectos que interferem na aquisição de conhecimentos, no desenvolvimento do encéfalo e na formação do ser humano, não podem ser omitidos (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020) Para mais, tanto o contexto escolar em todas as suas dimensões, como o ambiente sociocultural, do dia a dia em que a maior parte dos atores do sistema educacional desenvolvem-se, devem colaborar para o pleno desenvolvimento que a educação busca (BARRIOS, 2016 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Portanto, não se deve focar apenas na relação entre educação e aprendizagem com as bases biológicas e neurais desses processos. É necessário também conhecer e considerar as metodologias para fortalecer os aspectos do ambiente sociocultural que influenciam no desenvolvimento cerebral dos educandos, podendo ser o motivo de desequilíbrios ou lacunas educacionais (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Por meio das emoções, tanto positivas quanto negativas, a neurociência tem demonstrado que elas podem interferir na aprendizagem e memória, de modo positivo ela ajuda a manter a motivação e curiosidade dos sujeitos, gerando condições transcendentais de uma

aprendizagem duradoura e eficaz (MOURA, 2017 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Mas, se forem emoções relativas a experiências negativas de aprendizagem, como a preocupação, o nervosismo, o medo, a raiva, a ansiedade, a tristeza, elas atuarão de modo a formar barreiras no processo de aprendizagem. De maneira específica, as emoções negativas impediriam a ancoragem de aquisição de novos conhecimentos, na mente, devido a liberação do hormônio causador do estresse. De efeito crônico, as situações negativas são capazes de causar distúrbios nos processos cognitivos essenciais para um melhor desempenho escolar, e na aquisição de competências (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Nos conhecimentos neurofisiológicos, as emoções e os sentimentos ativam o hipocampo, área do cérebro que está relacionada à memória e ao aprendizado, ancorando melhor os conhecimentos obtidos. Desse modo, criando memórias emocionais com a mediação da amígdala cerebral. Sendo assim, existe um cruzamento entre a memória e a emoção, no qual resulta em memórias fortemente sustentadas na memória de longo prazo com imensas possibilidades de serem restauradas e conseqüentemente consolidadas (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Influenciando de forma significativa a aprendizagem das pessoas, as emoções condicionam as ações prováveis para alcançá-la (PACHECO et al, 2015 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Igualmente, são as emoções que determinam as tomadas de decisão na área pré-frontal do encéfalo (MELTZER, 2018 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Por isso, se as emoções não ocorrem de maneira agradável, elas afetariam desfavoravelmente a predisposição para aprender novos conteúdos, ou estabelecer contatos com outras pessoas, dificultando os discentes de gerarem conexões distintas com as pessoas (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Como reflexão, a experiência emocional, é relevante pois considera o ensino de si, que envolve os processos afetivos e cognitivos, com isso, a prática docente abrange uma quantidade significativa do trabalho emocional, comprometendo os sentimentos nas interações importantes que acontecem com os alunos, as famílias e colegas (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020). Portanto, no que é referente ao ofício docente, é essencial que desenvolvam a capacidade de agir transformador e autorregulador das emoções na aprendizagem, tanto nos educadores como nos educandos. Logo, todo docente atua como um fator duplo referente a motivação, pois ela pode aumentar, promover ou restringir e desmotivar os alunos, como consequência a essas ações causando insatisfação, frustração e ressentimentos (GONZÁLEZ, 2006 apud ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Todos os conhecimentos da neurociência têm gerado contribuições de extrema importância para entender e procurar melhorias nos processos de ensino-aprendizagem. Hoje em dia, entende-se que o papel dos professores é fundamental dentro do desenvolvimento da formação dos(as) alunos (as), porque não se limita a uma simples transferência de conhecimento, pois as relações que acontecem entre professores(as) e alunos(as) produzem mudanças a níveis biológicos, emocionais e cognitivos (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

Necessariamente, nas condições e circunstâncias atuais de um mundo globalizado, se faz necessário a utilização de estratégias inovadoras que possibilitam aos discentes aprenderem de forma mais eficiente, estimulando os interesses e dando motivações para uma aprendizagem que faça sentido, gerando reflexões. Sendo assim, o processo de aprendizagem deve estabelecer diretrizes que permitam o desenvolvimento dos(as) aluno(as) integralmente, englobando e valorizando aspectos básicos do ambiente escolar, além de manter-se atentos às emoções dos alunos e as estruturas cognitivas na qual fazem parte do processo natural da aprendizagem (ARAYA-PIZARRO; ESPINOZA PASTEN, 2020).

O campo da neurociência cognitiva investiga o diálogo existente entre o cérebro e a aprendizagem, na medida em que os processos cognitivos se efetivam no psiquismo humano. Todavia, esse diálogo entre Educação e Neurociência é perpassado por “ruídos” que, por vezes, são engendrados pelos neuromitos, isso é, pelas “informações equivocadas sobre as descobertas neurocientíficas sendo originados principalmente pela má divulgação científica” (DE SÁ et al, 2020). Assim, com o intuito de amenizar a problemática dessa má divulgação dos saberes científicos, os estudiosos propõem evidenciar a relevância dos docentes entenderem os processos mentais que estão intrinsecamente relacionados à aprendizagem (DE SÁ et al, 2020).

Sendo assim, buscando traçar uma trajetória do campo neurocientífico, os cientistas explicam a origem da terminologia “Neurociência Cognitiva”, proveniente de uma viagem ocorrida em Nova York, realizada no final da década de 1970, na qual constavam um psicólogo, um neurocientista e um fisiologista cognitivo. De modo que, efetuaram um panorama dos estudos e autores importantes para a área, a fim de evidenciar a maneira com que a neurociência cognitiva “se ocupa em investigar como se dão os processos cognitivos complexos no cérebro possibilitando a aprendizagem, isto é, como este [o cérebro] aprende” (KANDEL, 2014; FONSECA; CASSIA, 2012 apud DE SÁ et al, 2020). Ainda abordaram os estudos, brevemente, sobre a teoria da neuroplasticidade, segundo a qual as experiências subjetivas ocasionam alterações anatômicas e funcionais no cérebro (DE SÁ et al, 2020).

Ademais, as pesquisas voltadas para a neurociência aplicada à educação são incontornáveis para que os educadores consigam direcionar suas práticas pedagógicas de forma mais significativa. Com as lentes da neurociência, os professores conseguem olhar para a singularidade de seus alunos, suas dificuldades e seus êxitos de modo mais humano. Nesse sentido, faz-se necessário entender “que existe uma biologia, uma anatomia, uma fisiologia naquele cérebro que aprende, que é único na sua singularidade dentro da diversidade de alunos em sala de aula” (SANTOS, 2011, apud DE SÁ et al, 2020). Desse modo, a neurociência aplicada à educação objetiva conhecer as atividades mentais associadas ao processo de ensino-aprendizagem, tais como as memórias e os pensamentos, propiciando aos educadores uma análise mais nítida acerca de suas metodologias pedagógicas.

À vista disso, as pesquisas neurocientíficas contribuem para a compreensão do processo de aprendizagem, isto é, sobre a forma com que os alunos aprendem e solucionam situações problemas. Portanto, “as considerações neurocognitivas sobre a aquisição de habilidades, das dificuldades de aprendizagem, do nível de desenvolvimento e do perfil cognitivo do aprendiz podem contribuir para a Educação” (DE SÁ et al, 2020).

Nesse sentido, o modo com que a má divulgação científica prolifera distorções interpretativas das pesquisas neurocientíficas, é preciso reafirmar a importância do diálogo entre ciência e sociedade, concretizado a partir da divulgação científica. No entanto, é evidente a problemática da divulgação pouco responsável, na medida em que não basta que as pessoas tenham acesso à informação, mas sim à informação legitimada e criteriosa. Essa questão é fundamental, conforme assinalam os cientistas, pois, não raro, as pesquisas da neurociência são passadas para o corpo social, incluindo os professores, de forma superficial e simplista. Assim, o rigor científico acaba sendo suprimido por “informações equivocadas sobre o funcionamento do cérebro, advindas de interpretações e generalizações incorretas sobre as publicações neurocientíficas” (ARANHA et al, 2015; EKUNI; POMPEIA, 2016; BRUM, 2017 apud DE SÁ et al, 2020, p. 16).

Diante disso, permanece a tese de que os neuromitos são um dos responsáveis pela lacuna existente entre a neurociência e a educação. Por isso, é precípuo que os educadores tenham uma formação pedagógica que os permita conhecer as pesquisas do campo da neurociência cognitiva e, assim, discernir as informações neurocientificamente embasadas daquelas sem fundamentação científica, os neuromitos (DE SÁ et al, 2020).

Por fim, é ratificado o papel incontornável da Neurociência Cognitiva para o desenvolvimento de um processo de ensino-aprendizagem mais significativo. Entretanto, a má divulgação científica causa “ruídos” no diálogo entre a neurociência e a educação, como citado

anteriormente. Além disso, a partir de estudos efetuados, verificou-se que a maior parte dos educadores não demonstram muito conhecimento neurocientífico. Aliás, embora grande parte dos docentes concorde sobre a importância da neurociência cognitiva para a educação, muitos ainda acreditam nos neuromitos (DE SÁ et al, 2020).

Portanto, é necessário que as descobertas neurocientíficas sejam divulgadas por intermédio de palestras, seminários, oficinas, cursos de formação dentre outros meios, de modo que os professores e futuros e a sociedade como um todo, possam acessar “uma fonte confiável de informação e talvez a prevalência de neuromitos na Educação consiga ser reduzida, possibilitando o estabelecimento de uma ponte entre neurociência cognitiva e Educação” (DE SÁ et al, 2020, p. 13).

O empenho no desenvolvimento e otimização das práticas docente é o que muitos profissionais da educação buscam no presente. Além dos professores quererem melhorar as metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem, muitos estudantes também procuram por novas formas de aprender. Assim, tanto professores quanto alunos querem aperfeiçoar seus desempenhos na hora de ensinar e ou aprender (PINHO, 2018).

Desse modo, todo o nosso comportamento, quando pensamos e percebemos depende do nosso sistema nervoso, conduzido pelo cérebro para acontecer ou existir. Portanto, considera-se o elo positivo entre educação e a neurociência na busca pelo êxito nas práticas pedagógicas, visto que as estratégias didáticas que consideram o modo como o cérebro aprende tendem a ser mais efetivas (PINHO, 2018).

As aprendizagens acontecem pelo motivo da existência de mecanismos no cérebro que permitem a realização dos processos relacionados à cognição. As funções cognitivas são responsáveis pela memória, pelo processamento de informações, pela atenção e pelo uso da linguagem. Ela é o resultado das modificações que ocorrem no cérebro em contato com os estímulos do ambiente, alterando suas estruturas e funções em retorno a essas influências. Assim, denomina-se essa comutação de neuroplasticidade (PINHO, 2018).

Posto isso, o âmbito educacional são representações dessas influências, porque através dos estímulos como atividades, exercícios e metodologias usadas pelos educadores neste meio, os processos cognitivos ativam-se, de modo que eles possam ser mais ou menos produtivos de acordo com os objetivos que se pretendem alcançar, a forma como cada tarefa é organizada e como os discentes são preparados para sua execução. Portanto, em cada trabalho desenvolvido em sala de aula busca-se obter algo, logo, influenciando os processos cognitivos. Ou seja, as ações proporcionadas nas salas de aula podem contribuir para o exercício das funções cognitivas dos alunos, ativadas pelo cérebro no processo de aprendizagem (PINHO, 2018).

Consequentemente, desenvolver habilidades, adquirir conhecimentos e aprender, só é permitido porque o cérebro possui a capacidade de modificar-se. A aprendizagem equivale a moldar o cérebro através da prática pedagógica, compreendendo-a como um órgão social. Porém, essa modificação só é possível devido à neuroplasticidade cerebral, permitindo-se modificar de forma permanente ou pelo menos de modo prolongado, na sua forma e função, por meio dos estímulos circundantes (PINHO, 2018). A neuroplasticidade é a parte fundamental no processo de aprendizagem, pois é graças a ela que o cérebro é capaz de alterar-se e armazenar as informações. Sendo assim, considerada a base funcional do desenvolvimento e da memória (LENT, 2015 apud PINHO, 2018).

Desse modo, compreendida como a aquisição dos conhecimentos, a cognição envolve todos os processos de ensinar e aprender, nos quais as informações passam até serem transformadas, armazenadas e em seguida recuperadas. Sendo assim, existe um conjunto de operações no cérebro, que ele realiza, que faz parte do processo de aprendizagem. Portanto, os educadores devem levar em consideração esses procedimentos realizados pelo cérebro, ao fazer seus planejamentos didáticos e conduzirem suas aulas (PINHO, 2018).

Por conseguinte, nomeamos de funções cognitivas as operações que a compõem, que são as funções receptivas, funções retentivas, funções executivas e por fim as funções expressivas, cada qual desempenhando um papel na cognição humana. Desse modo, representando as funções receptivas está a percepção, que é responsável por receber e dar significado às informações. Sendo assim, capaz de associar as informações sensoriais à cognição e memória, de maneira que entendemos os conceitos sobre nós mesmos e do mundo que nos rodeia (PINHO, 2018).

As funções retentivas dizem respeito à memória, de tal modo que existam vários tipos, mas ela pode ser definida de duas maneiras, sendo de longo prazo de curto prazo, responsável pelo armazenamento de informações que possam ser posteriormente acessadas, recuperadas e utilizadas. Por isso, as funções retentivas são diferentes da aprendizagem, na qual corresponde ao processo de aquisição de conhecimentos. Seguem a ela a retenção, que é capaz de ocorrer por períodos longos ou curtos, porém nesses dois processos as informações podem ser esquecidas ou restauradas (PINHO, 2018).

Na escola, ou melhor, na sala de aula, para que a consolidação da aprendizagem suceda, acontece a associação entre o novo conhecimento e o que já se sabe, pois aquilo que está armazenado na memória, que são informações, estão organizadas em forma de mapas no cérebro. Desse modo, é possível o armazenamento de mais informações e sua recuperação com facilidade, se estiverem associadas umas às outras. A emoção é um outro fator que regula a

memória, de maneira a fortalecê-la ou enfraquecê-la. Porque se memoriza com maior eficiência informações ou fatos que possuam uma forte carga emocional, seja ela positiva ou negativa para o sujeito. Além do mais, a atenção é um modulador de memória importante, em razão de lembrar-se com mais clareza episódios e referências marcantes quando focada atenção nesses aspectos (PINHO, 2018).

Pode-se classificar a atenção como sendo explícita, pois ela ocorre quando o foco coincide com a fixação visual, e classificá-la como implícita, quando isso não corresponde. A atenção também pode ser conceituada de acordo com o tempo que ela é mantida ou à forma como é focada em diferentes tarefas ou estímulos. Portanto, a atenção na sala de aula é fundamental a todo o momento, para que os aprendizes tenham um bom desempenho no seu processo de aprendizagem. Desse modo, o docente pode utilizar de procedimentos metodológicos que proporcione o exercício da atenção, levando em consideração que existem diversos fatores que podem influenciar positivamente ou negativamente na capacidade de atenção de uma pessoa, como a complexidade da atividade, seu interesse pela tarefa a ser realizada, seu nível de consciência e seus aspectos afetivos (PINHO, 2018).

Em relação às funções executivas, dizemos que elas são responsáveis pelo processamento da informação. E a atenção faz parte delas, assim como a memória, a ação e o planejamento. São as funções executivas que permitem a nossa interação com o meio, na presença de diversas situações que nos deparamos. Logo, na sala de aula as funções executivas são importantes para a execução de qualquer ação apresentada, pois são fundamentais para a organização, estudo e definição de metas para a aprendizagem (PINHO, 2018).

Por fim, aborda-se as funções expressivas, que englobam a escrita ou ações motoras complexas e a linguagem verbal. Embora exista essa classificação, a linguagem faz parte de todas as demais funções. Processada no cérebro de forma articulada, a linguagem apresenta hierarquicamente níveis de redes específicas para seu processamento. Sendo correspondente às palavras, aos significados, à gramática e ao fonema. Para mais, as emoções, as intenções, o contexto e toda característica do sujeito que articula e produz o discurso e faz uso da linguagem em qualquer situação (PINHO, 2018).

A linguagem é uma característica única dos seres humanos, suas marcas deixaram no cérebro circuitos especializados no seu processamento, sendo a área de Broca e a área de Wernicke. A primeira relacionada à expressão da linguagem e a segunda a sua compreensão. A língua escrita inclusa nela a leitura de textos, não contam com os aparatos próprios do cérebro humano, em função de sua aquisição ter sido mais recente. Dessa forma, ela necessita de ser ensinada, isto é, ela precisa do estabelecimento dos circuitos cerebrais que as sustentem, o que

se faz através da dedicação e exercícios. De modo que estruturas encarregadas por outras funções sejam usadas para o desenvolvimento da linguagem escrita. Portanto, o ato de aprender a ler modifica permanentemente a forma do nosso cérebro (PINHO, 2018).

Dessarte, por meio dos nossos pensamentos organizamos nossas funções cognitivas, levando em consideração o que está armazenado em nossa memória, as nossas perspectivas e objetivos para o amanhã. Dessa maneira, somos capazes de estabelecer meios comportamentais para guiar nossas ações de um jeito flexível e mais objetivo, que possibilita no final, chegar à meta desejada (PINHO, 2018).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo baseou-se em conceitos da neurociência, mais especificamente a neurociência cognitiva, e sua interface com a Educação, discutida por autores que se dedicaram aos estudos neurocientíficos, como as funções cognitivas ativadas pelo cérebro em qualquer processo de aprendizagem. Também apresentou conteúdos relacionados à temática.

A neurociência está disposta em vários campos de investigação, no qual cada um é conceituado de acordo com o estudo do encéfalo. Incorporada nesses campos está a neurociência cognitiva, que se ocupa de entender os processos cognitivos no cérebro, de modo que exista uma intensa relação com as metodologias educacionais, principalmente em torno da aprendizagem. Por isso, os estudos neurocientíficos são importantes para a atuação docente, pois entender as funcionalidades do cérebro humano na sua biologia, fisiologia e anatomia, têm-se contribuições significativas para o direcionamento das práticas pedagógicas.

Isso é, o pilar da neurociência cognitiva são os processos das funções cognitivas no cérebro, com o propósito de compreender as suas capacidades mentais. Assim, a neurociência cognitiva demanda por meio de diversos métodos investigativos, explorar como se dão as atividades mentais relacionadas à cognição em áreas cerebrais importantes para a Educação. Tendo em consideração que as atividades desenvolvidas no sistema nervoso influenciam no processo de aprendizagem, por meio de estímulos ambientais.

Assim, a atual literatura científica refere-se às contribuições da neurociência para a compreensão dos processos de aprendizagem, como também das áreas da neurociência como a neurociência cognitiva, resultam das contribuições específicas que facilitam o entendimento desses processos. Portanto a neurociência na educação apresenta uma nova disciplina que se propõe a aproveitar os subsídios da neurociência para o aprimoramento das práticas educacionais e, assim, otimizar o processo de ensino e aprendizado.

Logo, é perceptível a necessidade do aprimoramento ou desenvolvimento de novas metodologias para o processo de ensino e aprendizagem, visto que a sociedade está em constante evolução e as práticas pedagógicas devem acompanhar esse desenvolvimento, a fim de suprir as carências dos seres humanos. Sendo assim, as escolas têm um papel fundamental no progresso do corpo social, pois é nela que construímos aprendizados essenciais para a vida e conhecimentos do mundo que nos rodeia.

Portanto, a neurociência cognitiva é a área específica envolvida no estudo das capacidades mentais mais complexas, entre elas o processo de aprendizagem que é a transformação do comportamento a partir da experiência que se faz pela manifestação de fatores ambientais, neurológicos e relacionais. Mesmo sendo julgada como uma nova ciência, a neurociência está conseguindo salientar as funções do cérebro na aprendizagem.

Embora seja evidente que a neurociência é indispensável para a área da educação, é necessário compreender que esse estudo não soluciona todos os problemas escolares, nem apresenta metodologias para que os estudantes aprendam efetivamente. A neurociência é referência para a construção de estratégias pedagógicas que viabilizem a aprendizagem de acordo com o funcionamento do cérebro com fundamentos em alguns conceitos abordados pela neurociência cognitiva, como memória, atenção, emoção entre outros. O estudo sobre neurociência pode ser considerado um importante recurso para tratar cientificamente os processos de ensino e aprendizagem, considerando os aspectos cognitivos vinculados ao sistema nervoso.

Nessa perspectiva, o objetivo central desta pesquisa foi investigar a neurociência cognitiva e suas contribuições para a aprendizagem. Com isso, pelas informações produzidas e analisadas, pode-se concluir que os conhecimentos da neurociência cognitiva são fundamentais para a educação, e que ela contribui de forma considerável para a aprendizagem, visto que as contribuições dessa ciência norteiam o papel docente e as práticas educativas para que possibilitem a realização de aprendizagens significativas. E pela importância do assunto, sugere-se ampliar as pesquisas, com o propósito de identificar de que modo a neurociência está adentrando nos ambientes escolares.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAYA-PIZARRO, S. C.; ESPINOZA PASTEN, Laura. Contribuições das neurociências para a compreensão dos processos de aprendizagem em contextos educacionais. **Objetivos. representar**, v. 8, n. 1, e312, maio de 2020. Disponível

em:[http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2307-79992020000200013&lang=pt](http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992020000200013&lang=pt). Acesso em: 01 set. 2021.

DIAS, E. PINTO, F. C. F. Educação e Sociedade. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v.27, n.104, p. 449-455, jul./set. 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ensaio/v27n104/1809-4465-ensaio-27-104-0449.pdf>>. Acesso em 28 de Mar, de 2021.

DO PINHO, L. S. (2018). Neurociência cognitiva na sala de aula: estratégias de ensino de Língua Espanhola. **Letras De Hoje**, 53(1), 80-88. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fale/article/view/28663>>. Acesso em: 1 de set. 2021.

GROSSI, M. G. R. et al. Uma Reflexão Sobre a Neurociência e os Padrões de Aprendizagem: a importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, Maceió, v. 6, n. 12, p. 93, dec. 2014. ISSN 2175-6600. Disponível em: <<http://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/759>>. Acesso em: 16 de nov. 2019.

GROSSI M. G. R, LEROY, F. S., ALMEIDA, R. B. S. Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. **Revista Abakós**, v. 4, n. 1, p. 34-50, Belo Horizonte, 2015. (periódicos da PUC Minas). Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/view/P.2316-9451.2015v4n1p34>>. Acesso em: 16 de nov. 2019.

GUERRA, B. L. **O Diálogo entre a Neurociência e a Educação: Da Euforia aos Desafios e Possibilidades.** Disponível em: <[https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto\\_teste.pdf](https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/arquivo/texto_teste.pdf)>. Acesso em 16 de nov. 2019.

MOURÃO-JÚNIOR, C. A.; OLIVEIRA, A. O.; FARIA, E. L. B. Neurociência cognitiva e desenvolvimento humano. **Temas em Educação e Saúde**, Araraquara, v. 7, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/tes/article/view/9552/6316>>. Acesso em: 1 de set. 2021.

SÁ, A. L.; NARCISO, A. L.C.; FUMIÃ, H. F. **Neurociência cognitiva e Educação**: análise sobre a prevalência de neuromitos entre os docentes de Matemática e das demais áreas do conhecimento atuantes na SRE de Carangola-MG. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/36426>>. Acesso em: 1 de set. 2021.

SALLA, F. Neurociência: como ela ajuda a entender a aprendizagem. **Nova Escola**. Edição 253, 15 de junho de 2012. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/217/neurociencia-aprendizagem>>. Acesso em 28 de Mar, de 2021.