

CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS À EDUCAÇÃO E À APRENDIZAGEM: ESBOÇANDO CONCEITOS E PRÁTICAS

Adriano Rosa da Silva

Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestrando em Educação pela Universidade de Lisboa (ULisboa). Licenciado em Pedagogia pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Especialista em Psicopedagogia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e em Neurociências Aplicadas à Aprendizagem pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7228184007145445>

RESUMO

Introdução: o estudo buscou mostrar como o conhecimento e a compreensão acerca dos mecanismos cerebrais envolvidos na cognição possibilita orientar, mais efetivamente, a escolha de ações mais apropriadas, cujo efeito é a aprendizagem. **Objetivo:** destacar algumas contribuições do conhecimento teórico-científico sobre as contribuições das neurociências ao campo educacional e às práticas que nele ocorrem. **Métodos:** optou-se pela pesquisa qualitativa descritiva, com vistas a investigar o tema proposto, por meio de revisão bibliográfica e abordagem descritiva qualitativa, de modo que o estudo se apoiou em dados qualitativos acerca do objeto analisado, tendo por objetivo suscitar debates e interpretações. Nessa direção, buscou-se o referencial teórico de estudiosos do tema, como Izquierdo, Lent, Guerra, Herculano-Houzel e Relvas, a título de exemplo. **Resultados:** revelou-se uma visão de como o cérebro humano aprende e de como se pode tirar proveito desse conhecimento no processo de aprendizagem. **Conclusão:** o estudo possibilitou chegar a resultados acerca da aprendizagem humana à luz da perspectiva cognitivista, sendo de fundamental importância conhecer o funcionamento do cérebro para uma aprendizagem efetiva e significativa.

Palavras-chave: Educação. Neurociências. Aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

O tema central desta pesquisa diz respeito à relação entre neurociências e educação, à luz das teorias contemporâneas da aprendizagem, sendo importante conhecer o funcionamento do cérebro durante o processo de ensino e aprendizagem. Sem perder de vista que a aprendizagem é possivelmente um importante processo por que passam todos os seres humanos, de tal modo que se pode dizer que praticamente tudo o que homens e mulheres fazem precisa ser entendido pelos demais, abordam-se, nessa pesquisa, algumas aproximações entre as neurociências, mais especificamente, a neurociência cognitiva, e a teoria de aprendizagem de Piaget, o qual pontua que o meio ambiente é um fator importante no processo de aquisição da aprendizagem do ser humano (LEFRANÇOIS, 2008). Lançando luz sobre o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes, que levem em conta o funcionamento do cérebro e a influência do ambiente no desenvolvimento cognitivo, conforme apontam autores como Rosa (2014) e Guerra (2011).



Nessa linha de interpretação, este estudo tem por propósito destacar as questões afetas à neurociência cognitiva e às bases neurocientíficas da aprendizagem, a partir da reflexão teórica de alguns autores da literatura técnica da área. Vale sublinhar que essa reflexão sobre um novo saber baseado nos conhecimentos neurocientíficos direcionados à aprendizagem humana é importante devido à possibilidade de se entender como as pessoas organizam seus processos cognitivos, bem como de reconhecer as diferenças entre essas organizações, tal como expõem Silva e Bezerra (2011), Lent (2019) e Relvas (2014). Nesta via, com o fito de delimitar o escopo da investigação, o estudo tentou mostrar que “o aprofundamento acerca do que é neurociência permite o entendimento de que o processo da aprendizagem acontece no cérebro” (RELVAS, 2014, p. 146).

2 MÉTODOS

Importa considerar que se optou pela abordagem da pesquisa qualitativa descritiva¹, por meio de revisão bibliográfica acerca do tema concernente à neurociência aplicada à educação e à aprendizagem, sendo de fundamental importância conhecer o funcionamento do cérebro para uma aprendizagem efetiva e significativa. Para elucidar essas questões, buscou-se referencial teórico mediante material bibliográfico atinente a essa temática. À vista disso, observou-se a importância da escolha de procedimentos de investigação atinentes à pesquisa qualitativa e da organização de dados de investigação que estejam alinhados com os pressupostos teóricos analisados. Nessa senda, o uso de um *corpus* documental, composto por artigos, livros e teses, corroborou, pois, uma abordagem interpretativa que buscou se basear em dados descritivos.

Nesse horizonte, destacam-se as interlocuções entre neurociência e psicologia cognitiva, com uma abordagem interdisciplinar, tendo como alguns dos principais autores utilizados nessa pesquisa, teóricos como Lent (2010; 2019), Cosenza e Guerra (2011), Herculano-Houzel (2010; 2017), Relvas (2005; 2014) e Izquierdo (2004; 2010), a título de exemplo. Nessa ótica, à luz das diferentes correntes de pensamento estudadas, cabe destacar que se considerou todos os pontos de vista relevantes encontrados na literatura especializada sobre a temática. Assim, por não se ter a pretensão com esse estudo em esgotar as possibilidades de discussão sobre o assunto, foram destacados alguns pontos e levantados aspectos considerados relevantes acerca dessa temática, o que permitiu chegar a resultados e conclusões que podem servir para aprofundamentos em pesquisas futuras.

¹ Entende-se por pesquisa qualitativa aquela que privilegia a análise de microprocessos, por meio do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo e analítico dos dados coletados (MARTINS, 2004, p. 1).



3 RESULTADOS

No caso particular desse estudo, cabe aqui pontuar que, como a neurociência permite o entendimento dos processos que ocorrem no cérebro², faz-se necessário um diálogo criativo entre a neurociência cognitiva e a educação, pois quando aprendemos sobre o cérebro, nos preparamos para o processo de construção do saber e do mundo (RATEY, 2001). Isso, sobretudo, porque, atualmente, “a neurociência já dispõe de um conjunto sólido de evidências científicas que podem contribuir para o campo da educação” (AMARAL e GUERRA, 2002, p. 15).

Nessa esfera, conforme apontam Cosenza e Guerra (2011), a neurociência tem trazido importantes contribuições no que diz respeito ao conhecimento das bases biológicas da aprendizagem, influenciando a atividade do professor no seu processo de ensino. Para os autores, portanto, a aprendizagem e a educação vinculam-se ao desenvolvimento do cérebro, em que novas sinapses são ativadas em resposta aos estímulos do ambiente. Importa considerar que, de acordo com Lent (2019), “dentre as várias disciplinas que podem estabelecer vínculos com os problemas da educação, talvez a que tem maior potencialidade de repercussão conceitual e prática é a neurociência” (p. 7).

Considerando as questões expostas acerca dessas concepções que ora se descortinam, cabe ressaltar que esse campo multidisciplinar permite a compreensão de que um estímulo gera uma nova informação, chegando ao encéfalo por meio das conexões sinápticas entre um neurônio e outro, a partir das memórias pré-fixadas, fazendo com que a aprendizagem tenha maior embasamento e significado, haja vista que, à luz das contribuições teóricas de Amaral e Guerra (2022), “a neurociência possibilita uma abordagem mais científica dos processos de ensino e aprendizagem” (p. 47).

Nessa ótica, importa considerar que a neurociência educacional “desenvolve pesquisas e aborda temas e questões que têm relação com aprendizagem e possíveis contribuições para a educação” (AMARAL e GUERRA, 2022, p. 41). Ademais, cabe ressaltar que, para essas autoras retromencionadas, antes do avanço da pesquisa neurocientífica, a única forma para a compreensão dos processos de desenvolvimento e aprendizagem era puramente “por meio da observação do comportamento humano e da sua relação com o meio” (p. 43).

À vista disso, consoante com Relvas (2014), “o conhecimento sobre a neurociência pode auxiliar a identificar cada indivíduo como único e também para descobrir a regularidade, o desenvolvimento e o tempo de cada um” (p. 201), já que cada indivíduo é único e singular, tendo o seu próprio ritmo e tempo de aprendizagem. Nessa dinâmica, a fim de prescrutar essas questões conceituais postas em análise, vale sublinhar a importante contribuição de que a neurociência

² A neurociência é uma ciência natural que investiga, descreve e interpreta dados e descobre os princípios da estrutura e do funcionamento cerebral, proporcionando a compreensão dos processos mentais e comportamentos observados (AMARAL e GUERRA, 2002, p. 47).



é a moderna disciplina científica que se inicia final o século XIX pela confluência de várias disciplinas ditas básicas: a anatomia, a histologia, a bioquímica, a biologia molecular, com outras tantas disciplinas ditas profissionais (ou “clínicas”), a neurologia, a neuropatologia, a psicologia, e psiquiatria. A essas juntaram ainda a inteligência artificial, a informática robótica, vários ramos da matemática e da física (HERCULANO-HOUZEL, 2010, p.18).

A partir dessa base teórica e analítica, urge salientar que a neurociência, na contemporaneidade, vem se destacando nas áreas de pesquisas interdisciplinares. Nessa medida, para Consenza e Guerra (2011, p. 143), as neurociências são ciências naturais que estudam princípios que descrevem a estrutura e o funcionamento neurais, buscando a compreensão dos fenômenos observados. Nessa direção, no campo educacional, tem como foco de estudo as funções mentais, ou seja, o funcionamento do cérebro humano, contribuindo de forma significativa para o processo de aprendizagem.

Conforme esse argumento, Herculano-Houzel (2010) aponta que o aprendizado se relaciona com a modificação do cérebro em virtude da experiência, isto é, corresponde à capacidade do cérebro se modificar de tal forma que ele passa a agir de uma maneira diferente de acordo com a sua experiência anterior. Acerca dessa concepção, a palavra aprendizagem, segundo Lent (2019), “envolve um indivíduo com o seu cérebro, captando informações do ambiente, guardando-as por algum tempo e, eventualmente, utilizando-as para orientar seu comportamento subsequente” (p. 13).

A partir dessa base teórica, é incontornável a compreensão de que os estudos das neurociências têm como cerne os neurônios e suas moléculas constituintes, bem como os órgãos do sistema nervoso e suas funções específicas, assim como as funções cognitivas e o comportamento humano resultante, tal como se observa nos estudos de Kandel, Schwartz e Jessel (2003). Com efeito, a neurociência vive hoje um processo de grandes descobertas científicas³ e as redes de comunicação em massa permitem que esses conhecimentos sejam divulgados para toda a população e até mesmo ampliados por meio de estudos de outros pesquisadores.

À luz da perspectiva de análise de Guerra (2011), urge salientar que esses conhecimentos podem permitir o estabelecimento e fortalecimento da aprendizagem e a consolidação das conexões sinápticas nos circuitos neuronais por meio da estimulação e do entendimento sobre as funcionalidades do cérebro. Ainda assim, existem questionamentos a serem respondidos por novas pesquisas acerca do encéfalo, dada a sua importância e complexidade. Destaca-se, pois, como pano de fundo desse contexto, a definição de neurociência, área em constante atualização, como o conjunto das disciplinas que estuda o sistema nervoso

³ O desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas de neuroimagem, eletrofisiologia, neurobiologia molecular, bem como os achados no campo da genética e da neurociência cognitiva possibilitaram um grande avanço do conhecimento nessa área, em que pese as limitações técnicas e éticas acerca da compreensão dos processos cognitivos em sua globalidade (COSENZA e GUERRA, 2011, p.142).



e a relação entre as funções cerebrais e mentais, por meio de variados métodos, tal como assevera Herculano-Houzel (2010).

Segundo a autora em tela, a história da neurociência remonta seus primeiros experimentos há 2500 anos (a. C.). quando foi utilizada a técnica da trepanação, que se constitui de uma abertura de orifícios no crânio, um procedimento cirúrgico para tratar transtornos como epilepsia, perpassando a história da humanidade até os nossos dias, quando cientistas conseguiram reproduzir padrões neurais de uma pessoa em outra, tendo sido a primeira transmissão direta de “pensamentos” entre dois seres humanos (HERCULANO-HOUZEL, 2010).

Convém ainda destacar, sob a ótica de Firmino e Braz (2020), que a neurociência contempla outras ciências ampliando informações e construindo conhecimentos que parecem não se esgotar. Essa ciência reúne três áreas, a neuropsicologia, neuroanatomia e neurofisiologia, buscando compreender o comportamento e suas funções, assim como também explicar os mecanismos fisiológicos subjacentes. A neurociência vem se construindo no campo científico como uma ciência de aplicabilidade interdisciplinar.

Sobre a abordagem interdisciplinar em neurociências, a neurociência contemporânea, na visão de Lent (2010), “tem uma abordagem diversificada, trazendo diferentes visões constituindo mais uma alternativa de estudo para alunos que se interessam pelos fenômenos intrigantes do cérebro” (p.02). Nesse prisma, a neurociência da aprendizagem, em termos gerais, é o estudo das formas pelas quais o cérebro aprende. Com base nesse ponto de vista, é possível pensar numa interlocução entre neurociência e educação, isto é, numa interferência positiva dos conhecimentos neurocientíficos na ação educativa, por meio do estudo da estrutura, do desenvolvimento, da evolução e do funcionamento do sistema nervoso, sob um enfoque plural, isto é, tanto biológico, quanto neurobiológico e psicológico, voltado para a aquisição de informações, resolução de problemas e mudanças de comportamento. De modo que a aproximação entre Neurociências e Educação pode corresponder em melhor compreensão do processo de aprendizagem. Desse modo, oferecer situações de aprendizagem fundamentadas em experiências ricas em estímulos e fomentar atividades intelectuais pode promover a ativação de novas sinapses (DEMO, 2001, p. 50).

Dado o exposto, com base em Goulart (2015), tem-se como uma subdivisão da neurociência, como o estudo científico do cérebro e do sistema nervoso, a assim denominada neurociência cognitiva, a qual aborda os processos cognitivos⁴, tais como, memória e atenção, que envolvem o pensamento e suas

⁴Os processos cognitivos são aqueles sistemas mentais que regem as atividades diárias do ser humano, tais como, ler, escrever, conversar, planejar. Alguns sistemas comportam outros sistemas, agregando complexidade na geração de um comportamento. O sistema cognitivo da linguagem, por exemplo, envolve o mecanismo de falar, ler e escrever, ativando diferentes estruturas cerebrais. Esses diferentes sistemas cognitivos têm como base distintas operações mentais, as quais estão relacionadas a redes neurais de áreas cerebrais específicas. Os mesmos autores citados complementam que a aprendizagem progride mediante fluxos dinâmicos de trocas, análises e sínteses autorreguladoras cada vez mais complexas. Diante disso, considera-se que o processo de aprendizagem vai além do simples acúmulo de informações, pois consiste na reestruturação, por meio de mudanças estruturais advindas de ações e interações (POSNER e RAICHLE, 2001).



complexas relações com as estruturas da linguagem, a aprendizagem e as influências do mundo exterior, mediando o desenvolvimento sociocultural no processo histórico do indivíduo.

Nessa linha de entendimento, cabe destacar que o conhecimento resultante de estudos nessa área pode colaborar para aprimorar o entendimento de como se dá a aprendizagem e a construção de processos mentais cada vez mais elaborados. Do que resulta que a combinação entre os conhecimentos da neurociência, educação e psicologia com a compreensão das estruturas e funcionamento do cérebro para facilitar a aprendizagem, remetendo-se ao conceito de “neuroeducação” (MAIA, 2014).

O que põe em relevo o caráter interdisciplinar da neuroeducação, como uma ciência específica, de acordo com Tokuhamas-Espinosa (2011), como campo que atua na interseção entre os estudos dos neurocientistas sobre a cognição e as estratégias aplicadas aos processos pedagógicos. A partir dessa base analítica, podemos dizer, portanto, que a neuroeducação surgiu da intersecção das áreas da neurociência, psicologia e pedagogia, permitindo um novo olhar para buscar compreender as questões relacionadas ao desenvolvimento cerebral, ao funcionamento dos processos cognitivos e à aprendizagem humana, correspondendo, conforme Lent (2019), “aos estudos que relacionam a atividade cerebral com a aprendizagem e a educação em geral” (p. 7).

Por conseguinte, cabe ressaltar que essas contribuições teóricas acerca da neuroeducação são importantes para o estudo do desenvolvimento humano, mas precisam ser analisadas com a devida cautela, haja vista que as tecituras dialógicas entre a neurociência e a educação nem sempre têm sido proveitosas para interpretar os fenômenos que se presentificam no ambiente escolar porque, à luz de Amaral e Guerra (2022), “em muitos casos, as evidências científicas são de difícil interpretação e não se conectam diretamente com o dia a dia da sala de aula” (p. 15).

A ideia de existência de uma disciplina chamada neuroeducação, pode levar a uma expectativa equivocada, haja vista que o cérebro não explica tudo sobre a educação. As descobertas da neurociência não resolvem todos os problemas da educação. Devem, no entanto, ser consideradas como bases explicativas sobre as quais se organizam outros níveis mais globais, que envolvem as relações interpessoais e sociais (LENT, 2019, p. 9).

Com isso, podemos considerar que esse campo multifacetado e atravessado por diferentes correntes teóricas possui estudos voltados aos conhecimentos sobre a relação entre a aprendizagem e o cérebro, focando nas habilidades cognitivas e funções executivas. O conhecimento das funções executivas, como atenção, memória e percepção, também é explorado pelas neurociências. Nessa medida, em consonância com Lent (2019), na primeira infância, os estímulos dessas funções no córtex pré-frontal, possibilita um desenvolvimento saudável ao longo da vida do sujeito.



4 DISCUSSÃO

No caso particular desse estudo, importa considerar que a neurociência oferece conhecimentos ligados à aprendizagem e ao desenvolvimento humano, tal como asseveram Moraes e Torre (2004). O que significa dizer que os sujeitos aprendem quando expressam novos conhecimentos ou comportamentos por meio de um processo de aprendizagem (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 141). Desse modo, é imperioso concordar com Assman (2001), quando assevera que a aprendizagem é adquirida e construída por toda a vida, porém, existem períodos que são especialmente mais receptivos e outros que dependem da experiência humana.

Estudos no campo da Neurociência Cognitiva enfatizam que o indivíduo, permanentemente em busca de respostas para as suas percepções, pensamentos e ações, tem suas conexões neurais em constante reorganização e seus padrões conectivos alterados em todo momento, mediante processos de fortalecimento ou enfraquecimento de sinapses. Desse modo, como no cérebro, há neurônios prontos para a estimulação, a atividade mental estimula a reconstrução de conjuntos neurais, processando experiências (IZQUIERDO, 2004).

Vale sublinhar que a neurociência cognitiva busca compreender como os processos cognitivos são elaborados funcionalmente pelo cérebro humano, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem, da linguagem e do comportamento, tal como apontam Maturana e Varela (2001). Destacando-se como temas de estudo, entre outros, os mecanismos da atenção e memória, aprendizagem, emoção, linguagem e comunicação. Assim, segundo Ratey (2001), este campo de estudo tem colaborado para a compreensão dos processos de aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo do ser humano. Ao considerar a neurociência cognitiva, cujo foco de atenção é a compreensão das atividades cerebrais e dos processos de cognição, tem-se que a aprendizagem humana decorre do processamento e elaboração das informações oriundas das percepções no cérebro.

Nessa medida, considerando as contribuições de Relvas (2005), a neurociência cognitiva tem como escopo, em especial, as capacidades mentais mais complexas ou funções mentais superiores, como a linguagem e a memória, sendo que essa última tem sido indicada como um dos principais alicerces da aprendizagem humana. Considera-se que as funções mentais superiores são cognitivamente importantes para a aprendizagem, pelo fato de favorecer uma relação intrínseca com a linguagem e por permitir a mediação das funções intelectuais (IZQUIERDO, 2004). A esse respeito, uma informação pode levar o indivíduo a desenvolver estratégias cognitivas a fim de reorganizar e retomar o equilíbrio na construção do conhecimento.

Nesta via, um conhecimento mais aproximado da forma de funcionamento do processo de aprendizagem permite uma compreensão mais adequada de seus resultados. Complementando essa ideia, o referido autor salienta que o conhecimento científico produzido pela neurociência deve ser dirigido àqueles

que, de algum modo, colaboram no desenvolvimento cognitivo dos sujeitos da aprendizagem (POZO, 2002). Nessa senda, oportunizar a compreensão de como o cérebro se estrutura e funciona pode vir a dar condições mais adequadas para se estimular cognitivamente os indivíduos e, de certa forma, possibilitando que eles tenham suas capacidades melhor exploradas, tendo em vista que, na visão de Relvas (2014) “a neurociência é a grande responsável pelas descobertas do funcionamento do sistema nervoso, em especial, do cérebro” (p. 201).

Em face do exposto, as diferenças percebidas na forma de desenvolvimento, estão mais relacionadas à mediação do contexto social do que com os aspectos biológicos⁵. Esse princípio surge da concepção de que o desenvolvimento das funções psíquicas superiores se desenvolve socialmente. À vista disso, segundo Cosenza e Guerra (2011), esse desenvolvimento é possível mediante as relações que cada sujeito estabelece com o meio em que vive, e, portanto, pode se dizer que ele é singular. Nesta perspectiva, as tentativas de generalizações quanto ao desenvolvimento não se justificariam, uma vez que este processo não é linear nem tampouco igual para todos, já que depende das experiências vividas e dos sentidos a elas aplicados, tal como enfatiza Relvas (2005).

Nessa linha de entendimento, concernente ao aprendizado, a neurociência cognitiva tem muito o que ensinar, a começar pelas respostas que fornece a determinados questionamentos e interrogações, como o significado do que é aprender para o cérebro, bem como a definição dos fatores que influenciam e o que pode facilitar esse aprendizado, segundo os estudos de Goulart (2015). Sob tal perspectiva, aprender para a neurociência cognitiva é a modificação do cérebro com a experiência, ou seja, o cérebro se modifica de tal maneira que passar a agir de uma maneira diferente de acordo com as experiências anteriores por que passou (HERCULANO-HOUZEL, 2017). Nesse aspecto, constitui-se tarefa importante explorar e estimular o potencial de aprender, visando oportunizar um melhor desempenho na aprendizagem⁶.

Essa base analítica permite compreender que a evolução do conhecimento produzido sobre o cérebro se constitua numa das principais alternativas para compreender a complexidade cognitiva humana. E a aprendizagem requer competências para lidar de forma organizada com as informações novas, ou com aquelas já armazenadas no cérebro, a fim de realizar novas ações. Assim, para Relvas (2014), a aprendizagem tem íntima ligação com o desenvolvimento do cérebro, o qual é moldável aos estímulos do ambiente. Nesse ângulo, não perdendo de vista, conforme situam Cosenza e Guerra (2011), que o cérebro é a parte mais importante do sistema nervoso, pois é por meio dele que tomamos consciência das informações, comparando-as com nossas vivências e expectativas.

⁵ Cabe ressaltar que além das leis físicas ou biológicas, também influem na educação os aspectos sociais, que incluem, entre outras, as interações entre os sujeitos, a dinâmica do processo ensino-aprendizagem e a relação da instituição educacional com a família e a comunidade (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 143).

⁶ As experiências de aprendizagem por meio de práticas intencionais, quando bem fundamentadas, geram alterações na estrutura do indivíduo (ASSMAN, 2001).



Ganhando relevância nesse debate a relação entre aprendizado, ligado ao desenvolvimento cerebral, e memória, que, segundo Lent (2019), “é a capacidade de codificar, estocar e recuperar informação, enquanto apenas o processo de estocagem é identificado como aprendizagem” (p. 13). De sorte que, de acordo com recentes pesquisas neurocientíficas, o aprendizado e a memória são fases diferentes do mesmo mecanismo progressivo e contínuo. Em vista disso, urge salientar que a memória, uma das funções cognitivas mais complexas, classifica-se quanto ao tempo de retenção das informações que varia de acordo com diferentes fatores e quanto à sua natureza.

Nesta via, vale sublinhar que a memória não pode ser dissociada da aprendizagem, pois através da conservação das experiências anteriores é estabelecida uma noção que confronta a experiência anterior com a experiência presente. Analisando a memória, desde estímulos sensoriais até o processo final de pensamento (BEE, 2011). Assim, de acordo com Lent (2019), “o conceito de aprendizagem superpõe-se amplamente com o de memória, embora ambos devam ser distinguidos, considerando a memória como o processo global e a aprendizagem apenas como o estágio de aquisição” (p. 13).

Tendo em vista que a educação tem por finalidade o desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos, sendo mediada por um processo que envolve a aprendizagem, cabe aqui pontuar, segundo a autora supracitada, que educar nessa perspectiva da psicologia cognitiva e da neurociência, significa propiciar situações de cuidado, além de representar a possibilidade de se ter momentos para as brincadeiras e aprendizagens, orientadas de forma integrada, contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento das pessoas em seu processo de educabilidade, sendo importante propiciar espaços educativos ricos de estímulos desde os primeiros anos da escolarização. Sobre isso, são nessas primeiras atividades educativas “que as sementes das habilidades sociais e da personalidade são plantadas” (BEE, 2011, p. 456).

Nesse ângulo, cabe ao professor preocupar-se com a organização e aplicação de atividades que sejam válidas para os alunos, cabe a ele, também, estar preparado para propiciar aos alunos uma aprendizagem contextualizada, ou seja, considerando as suas singularidades e características próprias, posto que “quem ensina, muda o cérebro do outro. Estratégias pedagógicas são estímulos que levam à reorganização de conexões cerebrais, produzindo conhecimentos, habilidades e atitudes” (AMARAL e GUERRA, 2022, p. 91). Por conta disso, o processo de formação humana engloba toda forma de educação dos sujeitos, ou seja, manifesta-se na família, na comunidade, na sociedade e na cultura onde vivem, bem como em instituições escolares próprias, como apontam autores como Moreira (2021) e Illeris (2013).

Com efeito, as instituições educacionais se constituem como um dos contextos de desenvolvimento motor, social, simbólico, emocional e cognitivo. Sob esse prisma, o importante é que a instituição seja concebida como mais um ambiente de socialização e não meramente como uma instituição substituta da família. Assim, para Illeris (2013), a escola complementa e integra a família e a comunidade ao oferecer ao educando o que ele precisa para se desenvolver em todos os aspectos. Dito de outro modo, “a pessoa, na



verdade, é um todo cognitivo-afetivo-motor, e a modificação em um dos aspectos afeta os demais. Daí dizer-se muitas vezes que a aprendizagem é global” (FALCÃO, 1986, p. 109).

Nesse horizonte, a aprendizagem⁷ é, antes de tudo, uma questão muito complexa, e não existe uma definição única geralmente aceita para o conceito. Pelo contrário, observa-se o desenvolvimento constante de um grande número de teorias mais ou menos singulares ou sobrepostas, algumas delas referindo-se a visões mais tradicionais, outras tentando explorar novas possibilidades e modos de pensar. Também vale observar que, embora a aprendizagem seja tradicionalmente compreendida como a aquisição de conhecimento e habilidades, atualmente, o conceito cobre um campo muito maior, incluindo outras distintas dimensões. Assim, “a aprendizagem é o processo onde o cérebro responde aos estímulos do ambiente, ativando sinapses e tornando-as mais “acentuadas”, possibilitando o indivíduo a recorrer à informação e usá-la no presente” (FIRMINO e BRAZ, 2020, p. 1007).

Acerca dessa concepção, é bastante difícil obter uma visão geral da atual compreensão sobre o tema da aprendizagem, conforme Moreira (2021, p. 7). Nessa esfera, a aprendizagem, apesar de ser universal e ocorrer durante toda a vida, não é, portanto, algo simples de se compreender (ILLERIS, 2013, p. 49]. Nos estudos sobre o tema, chegou-se a conclusões diferentes sobre o que é fundamental para compreender o processo de aprendizagem. E isso justifica, em parte, o surgimento de diferentes teorias para explicar a aprendizagem⁸. Nessa ótica, Maia (2014) põe em relevo que “aprender é uma capacidade que se desenvolve ao longo da vida, exigindo o aparato biológico e a prontidão neurocognitiva” (p. 12).

Nessa linha de entendimento, é na interação/ relação com o meio que os sujeitos se desenvolvem, construindo e reconstruindo seus conhecimentos e suas hipóteses sobre si mesmos e sobre o mundo que os cerca (PIAGET, 1976). Interessa considerar que todo conhecimento é uma construção resultante das ações dos sujeitos que aprendem, desse modo, o acesso aos conteúdos escolares não se reduz somente a aprender conceitos e teorias, mas sim a fazer uso dos mesmos, reconhecendo a sua função e fazendo também uso social deles. Nesse esquadro, as experiências de aprendizagem intencionais estimulam reflexões sobre os pensamentos, sentimentos e ações, num processo construtivo, à luz da perspectiva teórica de autores, dentre os quais, Assman (2001) e Falcão (1986).

Em linhas gerais, cabe ressaltar que o corpo é o ponto de partida para a construção do conhecimento e desenvolvimento intelectual, de modo que é por meio do movimento, concebido como aspecto essencial

⁷ A aprendizagem ocorre a partir da reorganização de sinapses, de circuitos e de redes de neurônios, interconectados e distribuídos por todo o cérebro, o que envolve e também promove o desenvolvimento de funções mentais, tais como atenção, emoção, motivação, memória, linguagem e raciocínio lógico-matemático (AMARAL e GUERRA, 2022, p. 36).

⁸ De um modo geral, uma teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas. Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona (MOREIRA, 2021, p. 12).



de integração com o mundo, que o sistema nervoso vai se elaborar e se estruturar, favorecendo a organização da vida mental, já que o trabalho com o corpo permite aos sujeitos perceberem com todas as suas potencialidades e entenderem-se emocionalmente. Sob esse prisma, o papel da educação ganha relevância para a formação integral dos alunos, pois há um maior desenvolvimento quando bem estimulados, numa escola bem estruturada, por meio dos jogos e do autoconhecimento, levando-os a possuir maior interação com o seu “eu corpóreo”, sabendo utilizá-lo de forma adequada (FERREIRA, 2015).

À guisa de conclusão, o aprendizado envolve processos complexos e determinadas condições e oportunidades adequadas. Sendo assim, nessa importante função do ponto de vista biológico o Sistema Nervoso (SN) é a figura fundamental para que ocorra a aprendizagem. A atuação do professor como mediador tem por finalidade estimular nos alunos a vontade de aprender; observando continuamente as reações deles, dando orientações quando necessário. Logo, a aprendizagem se torna efetiva quando essa mediação acontece no cotidiano escolar, como bem reforça Maia (2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À vista de tudo o que foi exposto, o que significa levar em consideração as questões postas em debate, ficou patente que, apesar das limitações impostas para o estudo, a pesquisa buscou ressaltar as interfaces entre o neurodesenvolvimento e a aprendizagem à luz da perspectiva teórica da neurociência, campo de investigação que passa por significativo avanço, onde se percebeu a importância de se possibilitar condições favoráveis para o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, com vistas a se concretizar possibilidades de uma aprendizagem significativa, sabendo-se que o ato criador e o recriador são imanentes à atividade humana (VYGOTSKY, 1998). A esse respeito, existem muitas estratégias que envolvem a cognição e isso pode contribuir como fator de motivação para uma aprendizagem significativa. Tornando a atividade de ensinar mais prazerosa e os espaços de aprendizagem mais estimuladores.

Saber como aprendemos, conhecer as funções mentais envolvidas na aprendizagem, os períodos receptivos, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as potencialidades e as limitações do sistema nervoso, as dificuldades para aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas pode contribuir, de forma significativa, para a compreensão de um conjunto de questões relativas ao cotidiano escolar (AMARAL e GUERRA, 2022, p. 36).

Em linhas gerais, ratifica-se que este trabalho analisou que, na escola, o trabalho pedagógico pautado no desenvolvimento humano integral deve propiciar a ampliação das experiências já construídas pelos alunos, possibilitando o conhecimento e a construção de novas formas de pensar, já que nas suas experiências eles formulam hipóteses, exploram e reconstróem conceitos. Sob essa ótica, é inatacável a assertiva de que o conhecimento das descobertas da neurociência pode trazer contribuições para todos os atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem (ROSA, 2014). Logo, é imperioso concordar



com os autores retromencionados nesse estudo quando asseveram que o professor e o aluno devem se relacionar de modo autônomo, abrindo a chance na dimensão maior possível de se formar homens e mulheres críticos, criativos atualizados e competentes para o enfrentamento dos desafios que o mundo propõe.



REFERÊNCIAS

- AMARAL, Ana Luiza N., GUERRA Leonor B. Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem. Brasília: SESI/DN, 2022.
- ASSMANN, Hugo. Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente. Petrópolis: Vozes, 2001.
- BEE, Helen. A criança em desenvolvimento. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- COSENZA, Ramon M., GUERRA, Leonor B. Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DEMO, Pedro. Saber pensar. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- FALCÃO, Gérson Marinho. Psicologia da aprendizagem. 3. ed., - São Paulo: Ática, 1986.
- FERREIRA, Carlos A. de M. A função do brincar na educação e na clínica psicomotora. 1º Congresso Internacional da Rede Latino Americana de Universidades com Formação em Psicomotricidade. Rede Fortaleza de Psicomotricidade. Fortaleza, 2015.
- FIRMINO, Laís C. da S.; e BRAZ, Maria Natália dos S. Neurociência: uma revisão bibliográfica de como o cérebro aprende. Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia. v. 14, n. 53, p. 999-1009, dezembro/2020.
- GOULART, Íris Barbosa. Psicologia da Educação: Fundamentos Teóricos e Aplicações à Prática Pedagógica. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- GUERRA, Leonor Bezerra. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. Revista Interlocução, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.
- HERCULANO-HOUZEL, Suzana C. Neurociências na Educação. Belo Horizonte, MG: Ed. Cedic, 2010.
- HERCULANO-HOUZEL, Suzana C. A vantagem humana: como nosso cérebro se tornou superpoderoso. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.
- ILLERIS, Knud. Teorias contemporâneas da aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2013.
- IZQUIERDO, Ivan A. Questões sobre memória. São Leopoldo: Unisinos, 2004.
- IZQUIERDO, Ivan A. A arte de esquecer: cérebro e memória. 2. ed. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2010.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; e JESSEL, T. M. Princípios de Neurociências. 4. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- LEFRANÇOIS, Guy. Teorias da aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- LENT, Roberto. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
- LENT, Roberto. O cérebro aprendiz: neuroplasticidade e educação. 1. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2019.



- MAIA, Heber. Neuroeducação e ações pedagógicas. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak editora, 2014.
- MARTINS, Heloisa Helena T. de Souza. Metodologia Qualitativa de Pesquisa. Em foco: Pesquisa sociológica e metodologia qualitativa. Educ. Pesqui. 30 (2), ago, 2004.
- MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MORAES, Maria Cândida; e TORRE, Saturnino de la. Sentipensar: fundamentos e estratégias para reencantar a educação. Petrópolis: Vozes, 2004.
- MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. 3. ed. São Paulo: E.P.U., 2021.
- PIAGET, Jean; e INHELDER, B. A psicologia da criança. Difel, 1976.
- PILETTI, Nelson. Psicologia educacional. 17. ed. 10. imp. São Paulo: Editora Ática, 2009.
- POSNER, Michael I.; RAICHLE, Marcus E. Imagens da mente. Porto: Porto Editora, 2001.
- POZO, Juan Ignacio. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- RATEY, John J. O cérebro: um guia para o usuário. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- RELVAS, Marta Pires (org.). Fundamentos biológicos da Educação. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2005.
- RELVAS, Marta Pires (org.). Que cérebro é esse que chegou à escola? As bases neurocientíficas da aprendizagem. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak editora, 2014.
- ROSA, Cátia Pereira da. Neurociência: uma aliada no processo de aprendizagem escolar. Sananduva, 2014.
- SILVA, Mário Medeiros da; e BEZERRA, Edileuza de Lima. Contribuições das neurociências ao processo de ensino-aprendizagem. V Colóquio Internacional: Educação e Contemporaneidade. São Cristóvão-SE, 2011.
- TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey Noel. Why mind, brain, and education science is the “new” brain-based education. Article published in New Horizons in Education. Jan, 2011.
- VYGOTSKY, Lev Semenovich. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1998.