

Artigos originais

CONTRIBUIÇÕES DAS NEUROCIÊNCIAS PARA O DESENVOLVIMENTO E APRENDIZAGEM HUMANA

Original Articles

NEUROSCIENCE CONTRIBUTIONS TO HUMAN DEVELOPMENT AND LEARNING

Norma Lucia Neris de Queiroz*

normaluciaqueiroz@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/8631782989504532>

Sidelmar Alves da Silva Kunz**

sidel.gea@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/2599412050029994>

Daniela Kedna Ferreira Lima***

danylima@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/4474457712851250>



CAMINE: Cam. Educ. = CAMINE: Ways Educ., Franca, SP, Brasil - eISSN 2175-4217

– está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



RESUMO

Este artigo é uma contribuição que reconhece a importância da neurociência para o processo de desenvolvimento e aprendizagem humana. Definimos como objetivos conceituar e discutir as abordagens da neurociência no processo de desenvolvimento e aprendizagem, bem como refletir acerca das contribuições

* Doutora em Psicologia (Instituto de Psicologia/Universidade de Brasília - UnB); Mestre em Educação (Faculdade de Educação/UnB); Graduada em Pedagogia (Faculdade de Educação/UnB) e Letras (Instituto de Linguística/UnB). Atualmente Professora Substituta - Faculdade de Educação (presencial).

** Pesquisador do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Doutor em Educação (UnB) e Mestre em Geografia (UnB). Licenciado em Pedagogia (UEG), Licenciado em Geografia (Universidade Estadual de Goiás - UEG) e Licenciando em Letras Português (Universidade Católica de Brasília - UCB). Especialista em Supervisão Escolar (Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM) e Especialista em Ontologia e Epistemologia (Faculdade Unyleya).

*** Atualmente atua como Assistente Social efetiva no Centro de Referência Especializado de Assistência Social (CREAS) da Prefeitura Municipal de Iporá. Especialista em Ensino Interdisciplinar em Infância e Direitos Humanos pela Universidade Federal de Goiás- Regional Catalão/UFG. Possui Especialização/Residência Multiprofissional na área de Hematologia e Hemoterapia no Hospital das Clínicas de Goiânia HC-UFG/EBSERH. Especialista em Gênero e Diversidade na Escola Pela Universidade Federal de Goiás- Regional Catalão/UFG. É Bacharel em Serviço Social pela Universidade Federal de Goiás - Regional Goiás/UFG.

da neurociência que buscam educar pela atenção, percepção, memória e emoções no processo de desenvolvimento e aprendizagem. Nesse sentido, fizemos uma narrativa acerca da neurociência e sua aplicabilidade na escola e na sala de aula e apresentamos, também, algumas estratégias pedagógicas para serem aplicadas no cotidiano escolar. Nossa pesquisa foi desenvolvida por meio de buscas bibliográficas em livros, artigos publicados em revistas científicas do meio editorial e acadêmico e materiais disponíveis *online*, entre outros. As considerações finais revelam que os professores que conhecerem o funcionamento do sistema nervoso podem desenvolver melhor seu trabalho além de poder desenvolver estratégias de aprendizagem e intervir na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes.

Palavras-chave: neurociências. desenvolvimento humano. aprendizagem humana. prática pedagógica.

ABSTRACT

This paper is a contribution that recognizes the importance of neuroscience for the process of human development and learning. We defined as objectives to conceptualize and discuss the approaches of neuroscience in the process of development and learning, as well as reflect on the contributions of neuroscience that seek to educate by attention, perception, memory and emotion in the process of development and learning. In this sense, we made a narrative about neuroscience and its applicability in school and in the classroom and we also presented some pedagogical strategies to be applied in the school routine. Our research was developed through bibliographic searches in books, articles published in scientific journals of the editorial and academic environment and materials available online, among others. Final considerations reveal that teachers who know the functioning of the nervous system can develop their work better, in addition to being able to develop learning strategies and intervene in the zone of proximal development of students.

Keywords: neurosciences. human development. human learning. pedagogical practice.

INTRODUÇÃO

Este artigo busca evidenciar as principais contribuições acerca da neurociência no processo de desenvolvimento e aprendizagem humana, na ótica da Psicologia contemporânea.

Traçamos como objetivo geral deste estudo conceituar e discutir as abordagens da neurociência no processo de desenvolvimento e aprendizagem humana e como objetivo específico, refletir acerca das contribuições da neurociência que busca educar pela atenção, percepção, memória e emoções no processo de desenvolvimento e aprendizagem. Como metodologia,

utilizamos a pesquisa bibliográfica e documental para fundamentar tais asseverações.

Inicialmente, abordamos as contribuições da neurociência para o desenvolvimento e a aprendizagem humana, especialmente, o processo que busca educar pela atenção, percepção, memória e emoções (GARDNER, 1999).

A neurociência é uma ciência nova, mas apresenta bases sólidas para a compreensão da aprendizagem, tendo como foco o debate acerca do Sistema Nervoso Central (SNC), dado “[...] que existe uma anatomia e uma fisiologia em um cérebro que aprende.” E isso dialoga com o debate educacional. “A neurociência [nos ajuda compreender a estrutura, o funcionamento e o] patológico do comportamento humano no que diz respeito à memória, o humor, a atenção ao sono e ao comportamento geral.” (ABREU, 2012, p. 41).

Sinalizamos, também, algumas estratégias pedagógicas que podem promover a aprendizagem dos estudantes, privilegiando a ética, a consciência social, a percepção, a atenção, a memória e a emoção dos aprendizes, visando, quando necessário, atender de forma equânime às necessidades dos estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem como por exemplo, dislexia. Consideramos como estratégias de aprendizagem, qualquer técnica ou método, tudo aquilo que os professores planejam e utilizam para proporcionar condições de aprendizagem aos estudantes em sala de aula e na escola de forma geral.

Os professores que conhecerem o funcionamento do sistema nervoso podem desenvolver melhor seu trabalho e fundamentar sua prática diária com reflexos no desenvolvimento dos estudantes. Além de intervir de forma mais efetiva nos processos de ensino e aprendizagem de todos eles, especialmente, os estudantes que apresentam alguma dificuldade para aprender, mesmo que tenham direitos a adaptações no currículo escolar (CONSENZA; GUERRA, 2011).

Deste modo, cabe ao professor cunhar estratégias de aprendizagem e intervir na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes e se apropriar de uma prática pedagógica que desperte a potencialidade de cada estudante de forma singular.

Por fim, sinalizamos algumas considerações finais que se fazem necessárias para este estudo e não para pesquisa em si e esperamos que este artigo possa contribuir de forma significativa para instigar outros autores a investigar e explicar também sobre esta temática proposta.

DISCUTINDO A NEUROCIÊNCIA NA ESCOLA E NA SALA DE AULA

Neste tópico, destacamos que se faz necessário, inicialmente, elucidar sobre o que vem a ser a neurociência para então adentrarmos na sua correlação com as contribuições no desenvolvimento e aprendizagem humana. De acordo com Oliveira (2014, p. 14) a neurociência

[...] tem raízes que somente a partir do século XIX, quando começaram a florescer. Entre os profissionais envolvidos com essa área em neurociência, os professores vêm despertando para a necessidade de se compreender eventos biológicos relacionados ao desenvolvimento e à aprendizagem que acontece na cultura.

A definição de neurociência trazida por Oliveira (2014) reafirma que essa ciência vem se estruturando desde o século XIX com questionamentos que buscam elucidar o desenvolvimento humano biológico, articulado à cultura.

Almeida (2010) ressalta que o Sistema Nervoso Central (SNC) é uma parte de extrema importância para ser humano, uma vez que é por meio dele que se recebe e transmite informações para todo o organismo. Trata-se do “Quartel General” das atividades do nosso corpo. Constitui-se de duas partes principais: o encéfalo (composto pelo cérebro, cerebelo e tronco encefálico) e a medula espinhal (parte mais alongada do SNC) e localiza-se dentro do esqueleto axial, embora os nervos penetrem o crânio ou a coluna vertebral.

Nesse sentido Cosenza e Guerra (2011 *apud* OLIVEIRA, 2014, p. 16) nos esclarece que o SNC é:

[...] o primeiro sistema a surgir entre a terceira e quarta semana após a fecundação humana. O amadurecimento do neurônio promove a formação de sinapses. O cérebro do recém-nascido é pobre em sinapses, mas logo o cérebro infantil consegue construir uma quantidade exagerada delas que continuam aumentando até o início da adolescência. Nesse período, iniciam-se os processos regressivos com a finalidade de reorganizar a estrutura cerebral. A capacidade de aprender está relacionada à quantidade de sinapses.

Para Malloy-Diniz *et al.* (2010, p. 342), “[...] a neurociência se preocupa com a complexa organização cerebral, que trata da relação entre cognição e comportamento e a atividade do SNC em condições normais e patológicas.” Em face dessa posição, como pode ser conceituada a neurociência?

É possível afirmar que a neurociência é um campo que se ocupa em estudar o funcionamento do sistema nervoso, desvendando sua estrutura, o desenvolvimento e a aprendizagem humanos e as eventuais alterações que ocorrem ao longo da vida. Buscamos conhecer, também, seus encantos, bem como desmistificar conceitos e linguagens, adentrando em uma direção desafiadora no universo do aprender. Com isso, foi ficando mais claro que tomar posse do funcionamento cerebral é entender como o conhecimento se organiza, e, portanto, torna-se uma tarefa respeitável ao redimensionamento do ser humano (REZENDE, 2008).

Na visão de Kandel *et al.* (2014), a neurociência tem como objetivo majoritário a compreensão do modo com que os fluxos de sinais elétricos por intermédio dos circuitos neurais dão origem ao que é denominado como mente (associado ao entendimento de como agimos, percebemos, pensamos, lembramos e aprendemos). Herculano-Houzel (2009) ilumina esse debate nos esclarecendo que a neurociência é uma ciência nova, mas que vem proporcionando mudanças significativas na forma de perceber o funcionamento cerebral, caracterizando-se, assim, como uma forma diferenciada de olhar. Os estudos da neurociência exploram as áreas do sistema nervoso.

Nesse tocante, recorremos a Bartoszeck (2006, p. 1) que define a neurociência como;

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

Conhecer a neurociência pode nos ajudar a entendermos melhor como acontecem as nossas aprendizagens, dado que esse conhecimento pode subsidiar no sentido de saber como o cérebro aprende e assim dar uma conotação educacional, buscando quais são as melhores construções e

articulações para que o estudante aprenda mais e melhor. Isso porque a aprendizagem está inteiramente relacionada ao desenvolvimento do cérebro e os estudos de Fischer e Rose (1998) sinalizaram que o cérebro é moldável aos estímulos da cultura. Isso porque o que temos nesse cenário é um entendimento de que há uma plasticidade cerebral em que os estímulos culturais colaboram para que os neurônios constituam novas sinapses, em outros termos, trata-se da ativação de sinapses tornando-as mais presentes.

A neurociência trata de aspectos relacionados ao sistema nervoso e suas funcionalidades, assim como, as estruturas e seus processos de desenvolvimento. A neurociência é o entrecruzamento de áreas como Biologia, Fisiologia, Medicina, Psicologia e Pedagogia, entre outras que se interessam em aprofundar o conhecimento acerca do sistema nervoso (estrutura, função, desenvolvimento, evolução e disjunções).

Nessa perspectiva, a neurociência é uma fonte importante para se compreender como o sujeito aprende, considerando que a aprendizagem se processa no cérebro e resulta da experiência de modificações nele. As informações constituídas no sistema nervoso são processadas por células nervosas especializadas denominadas neurônios.

A neurociência apresenta bases sólidas para a compreensão da aprendizagem, tendo como foco o debate acerca do sistema nervoso central. Dado que existe uma anatomia e uma fisiologia em um cérebro que “aprende”. E isso dialoga com o debate educacional. Essa ciência pode nos ajudar a entender acerca da estrutura, funcionamento e patologias do desenvolvimento humano no que diz respeito à percepção, à memória, ao humor, à atenção, ao sono e ao comportamento em geral. Oliveira afirma que a neurociência se constitui como a:

[...] ciência do cérebro e a educação como ciência do ensino e da aprendizagem e ambas têm uma relação de proximidade porque o cérebro tem uma significância no processo de aprendizagem da pessoa. Verdadeiro seria, também, afirmar o inverso: que a aprendizagem interessa diretamente o cérebro. (OLIVEIRA, 2014, p. 14).

Os autores Rato e Caldas (2010, p. 627) complementam esta ideia, quando afirmam que

[...] embora a ideia de que a investigação neurocientífica pode influenciar a teoria e prática educacionais já não é mais uma novidade. Atualmente, com as novas descobertas científicas, a neurociência e a educação voltam a cruzar caminhos

Já Oliveira (2014, p. 14) destaca que “[...] há entraves que podem ser apontados para esta aproximação como, por exemplo, a limitação em demonstrar cientificamente como a mente e o cérebro funcionam.”

Na contramão, o autor Fischer (2009, p. 1 *apud* OLIVEIRA, 2014, p. 14-15)

[...] discorda dos autores que consideram prematura a ideia de relacionar a educação com a neurociência. Este autor defende a ideia de que a investigação da neurociência em contextos educativos abriria um leque de possibilidades de descobertas tanto em biologia básica quanto dos processos cognitivos, relacionados ao desenvolvimento e à aprendizagem [humanos].

Fischer (2009) propôs como base para a pesquisa educacional a articulação entre Biologia, Neurociência, desenvolvimento e educação.

Para a ocorrência da aprendizagem muitas condições influenciam como é o caso da dimensão social (que pode ser interpretada como sendo as interações entre as pessoas, a cultura, o nível socioeconômico que permite entender os acessos e as limitações dos sujeitos), psicológica (relacionada a nossa maturidade e estabilidade emocional, em especial, a percepção, a atenção, a memória e a emoção) e a motora (atinente à nossa organização mental relativa aos cinco sentidos e a maturação concernente ao crescimento e a evolução).

Nesse sentido, apontamos os seguintes fatores que influenciam no aprendizado. Podemos relacionar as conexões entendidas aqui como sinapses, as experiências no campo sensorial, a capacidade de dar atenção a fatos, pessoas e objetos, a estimulação para perceber, compreender comportamentos e ações, o desenvolvimento afetivo que permite um maior grau de envolvimento e interação, a maturação e a maturidade e a modificabilidade cognitiva.

Tendo como sustentação posições defendidas em Carvalho e Campos Júnior (2019), Moreira e Oliveira (2019), Albuquerque e Oliveira (2019), Macedo (2005), Nunes e Silveira (2009) e Morales (2005), pontuamos os fatores a seguir como aqueles que promovem alterações na aprendizagem: fatores relacionados à composição orgânica; uso de drogas ilícitas e lícitas que podem significar a redução de substâncias essenciais para o processo de ramificações neurais e com isso se estabelece prejuízos para áreas específicas do cérebro com impactos que resultam em transtornos, distúrbios, dificuldades e perturbações de desenvolvimento do humano.

A gestação precoce é indicada, ainda, como prejudicial no que tange à aprendizagem, uma vez que a futura mãe fica dividida em relação aos cuidados com o bebê e na maioria das vezes, o processo de aprender fica em segundo plano e futuramente sobre essa criança. Além disso, pode resultar em danos para a aprendizagem às condições de habitabilidade associadas às questões sanitárias e de higiene precária assim como, a alimentação com ausência de um padrão nutricional suficiente para atender às necessidades vitais a contento.

Potencial de aprendizagem possui, também, uma carga importante na herança genética que quando combinada com o patrimônio social e cultural exerce uma relevância fundamental na aprendizagem humana, dado que esses fatores são igualmente de grande relevância.

A pessoa que é privada de atividades lúdicas e psicomotoras pode apresentar danos em sua capacidade de aprender já que são fundamentais para o processamento de um novo conhecimento; outro aspecto importante para dificultar a aprendizagem pode ser a presença ou conviver com uma cultura de intenso potencial repressivo ou agressivo, uma vez que repercute em processos de encolhimento da capacidade de aprender.

A neurociência é muito importante para a educação, pois diante das questões levantadas entre educadores no sentido de pensar como fazer os estudantes aprenderem. Nessa perspectiva, é essencial conhecer a biologia cerebral e suas relações com as dimensões: cognitiva, emocional, afetiva e motora para constituir um grande aliado na construção de conhecimentos que colaboram para a estruturação de posturas pedagógicas. Precisamos nos valer,

na pedagogia e demais áreas do conhecimento de bases científicas para podermos compreender melhor o processo de aprendizagem dos estudantes.

Ponderamos que as dimensões do desenvolvimento humano dialogam intimamente com o debate acerca das dimensões que se deve considerar para pensar o aprendizado e a sua relação com a neurociência para que se consiga de modo mais holístico alcançar a integralidade do sujeito, com respeito às suas particularidades (COLL *et al.*, 1995, 2004).

Algumas contribuições foram fundamentais para o avanço da neurociência. Nesse tocante, sinalizamos avanços nesse campo, desde o século XIX, com Fritsch e Hitzig (2009), pois para esses autores, por meio de estímulos cerebrais, perceberam que todo cérebro responde a mudanças efetivas. Nessa mesma direção, Ramón e Cajal (1890) afirma que os estímulos são travados por meio de sinapses neurais.

Destacando os ensinamentos de Kandel (1982), o pai da neurociência, que leciona no sentido de que somos produtos das nossas sinapses e refletimos o que aprendemos e o que lembramos ao mesmo tempo. Esse autor defende que nem tudo se explica por conflitos psíquicos nem por neurotransmissores alterados, ou seja, o cérebro é capaz de transformar-se, curar-se e mudar-se, logo, ele é capaz de construir novas maneiras de aprender e consolidar novas conexões.

Esse olhar de Kandel (1982) nos ilumina em direção ao rompimento dos rótulos presentes nos ambientes escolares que culminam em posturas não inclusivas. A partir da compreensão dos sistemas nervosos, podemos perceber o funcionamento do cérebro e isso nos ajuda a entender as possibilidades humanas de reagir a estímulos que nos dá novas condições para a escrita, fala, leitura e cálculos matemáticos.

A partir de novas plataformas de compreensão do comportamento humano, o professor pode se valer de elementos que os subsidiam na construção de estratégias de ações de cunho pedagógico com fundamentos em achados científicos relacionados e como se processam os pensamentos, a memória, o planejamento das ações, as habilidades e as formas motoras que são condicionadas na sala de aula e na escola, em geral.

As contribuições dos médicos Broca e Wernicke (ZURIF *et al.*, 1993; SHAPIRO *et al.*, 1993) confirmaram que a linguagem se processa no córtex cerebral. Os cientistas Ramón y Cajal (1890), estabeleceram que cada célula nervosa é única, distinta e individual e que respondem a estímulos e são conectadas por sinapses. Em 1970, desenvolveram-se técnicas produzidas por imagens que ofereciam informações fisiológicas e patológicas. Ressaltamos como técnicas revolucionárias nesse conjunto, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética.

A neurociência contribui para com os professores com interessantes subsídios relacionados à discussão de como se estruturam fisiologicamente em nosso cérebro a memória, o sono, a linguagem, o esquecimento, a atenção, a afetividade, o movimento, o medo e o humor. Essa plêiade de conhecimentos agrega para a compreensão da ação pedagógica. Esse conhecimento é, também, fundamental para a ação pedagógica.

Com isso, é possível constatar que há várias possibilidades de aprender, então, existem, também, várias formas de ensinar. Nesse sentido, a neurociência traz a ideia de sujeito cerebral que significa tratar o sujeito como único para poder incluí-lo. O nosso cérebro sofre alterações à medida que o estudante é submetido a novas possibilidades de exposição. E, assim, constitui-se a plasticidade cerebral. Essa compreensão é crucial para a história do educando, pois quanto mais conhecemos o cérebro, melhor poderemos educá-lo.

O educando é aquele que pensa, dialoga e usa a linguagem como ferramenta essencial para o aprendizado. Dessa forma, é essencial olharmos para a singularidade do sujeito cerebral na pluralidade da sala de aula, considerado a partir da perspectiva coletiva. É a diversidade ou pluralidade dentro da singularidade. Dado que os nossos cérebros são únicos, porém sofrem alterações em função dos processos de ensino e aprendizagem. É o ator principal na estimulação do sujeito do século XXI. Em razão disso, faz-se necessário entender as dimensões, necessidades, expectativas, capacidades, limitações, afetos e emoções, em síntese, as particularidades do funcionamento cerebral para usar a favor dos estudantes.

O estudo da neurociência considera o conhecimento acerca das funções cerebrais a peça chave para estimular o desenvolvimento cognitivo saudável, segundo Pantano e Zorzi (2009). Nessa mesma direção, os estudos de Fonseca (2008, p. 322) vão reforçar essa ideia quando a autora afirma que a

[...] educação cognitiva tem como finalidade proporcionar ferramentas psicológicas que permitam maximizar a capacidade de aprender a aprender, aprender a pensar e refletir, aprender a transferir e generalizar conhecimentos, aprender a estudar e a comunicar-se.

Sabemos que o estudante tem o direito de desenvolver cada vez mais seu potencial cognitivo (BRASIL, 1996).

APRESENTANDO ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PARA CONQUISTAR OS “NEURÔNIOS” NA SALA DE AULA

Neste tópico, iremos apresentar estratégias pedagógicas que podem promover a aprendizagem dos estudantes, privilegiando a ética, consciência social, percepção, atenção, memória e emoção dos estudantes. Mas, o que são estratégias pedagógicas?

Como ponto de partida para pensar as estratégias pedagógicas, selecionamos a concepção do psicólogo russo Luria (2008), citada por Sousa e Alves (2017, p. 322) que considera o cérebro como:

[...] um sistema biológico que está em constante interação com a cultura, ou seja, as funções mentais superiores são desenvolvidas durante a evolução do sujeito, da história social e do desenvolvimento de cada indivíduo. Pode-se dizer que se tem aqui o conceito de plasticidade cerebral. Compreendendo-se que o cérebro humano possa revitalizar (neuroplasticidade), têm-se outras possibilidades para trabalhar o processo de ensino e aprendizagem, já que o cérebro é dinâmico, tem a capacidade de mudar em resposta aos desafios da sociedade moderna. Essa visão permite mudanças nas ações dos educadores compreendendo que nada é determinante, podendo-se obter resultados cada vez melhores a partir de novas práticas pedagógicas.

Diante das considerações figuradas no item que trata acerca da neurociência e do posicionamento de Luria (2008 *apud* SOUSA; ALVES, 2017, p. 322), na citação em apreço, entendemos que o

[...] reconhecimento das implicações do funcionamento do cérebro, com suas estruturas e regiões como lobos e sulcos no processo de aprendizagem, que ainda não são levadas em consideração em muitos estudos e na formação [inicial e continuada dos professores] [...].

Nesse sentido, destacamos a importância de retratar as estratégias pedagógicas que os profissionais podem fazer uso em suas ações docentes no ato de ensinar direcionadas à aprendizagem dos estudantes.

Assim sendo, compreendemos como estratégias de aprendizagem técnicas ou métodos tudo aquilo que os professores planejam e utilizam para propiciar as condições de aprendizagem dos estudantes em sala de aula e na escola. De acordo com Teixeira e Alliprandini (2013, p. 280), estratégias de aprendizagem podem ser “[...] definidas como sequências de procedimentos ou atividades que se escolhem com o propósito de facilitar a aquisição, o armazenamento e/ou a utilização da informação [para promover a aprendizagem].” Geralmente, quando essas estratégias são planejadas junto com estudantes dão resultados mais positivos (DEMBO, 1994).

Boruchovitch (1999) afirma que é possível utilizar estratégias de aprendizagem a todos estudantes

[...] a todos os alunos a expandir notas de aulas, a sublinhar pontos importantes de um texto, a monitorar a compreensão na hora da leitura, usar técnicas de memorização, fazer resumos, entre outras estratégias. Resultados de pesquisas revelam que o treinamento em estratégias de aprendizagem tem sido bem sucedido de modo geral, pois é capaz de produzir tanto uma melhora imediata no uso das estratégias envolvidas, quanto no rendimento escolar geral dos alunos. (Garner, Hare, Alexander, Haynes & Winograd, 1984; Pressley & Levin, 1983; Weinstein & Mayer, 1985).

Para Boruchovitch (1999) são, ainda, escassas as pesquisas brasileiras sobre os impactos das estratégias de ensino sobre o desempenho da aprendizagem.

A pesquisadora Boruchovitch (1999) defende que um dos principais objetivos da escola é propiciar ao estudante o manejo de gerenciar e autorregular sua própria aprendizagem. Se ele não utiliza, ainda, estratégias necessárias para sua aprendizagem, um dos objetivos do ensino deve ser, portanto, ajudá-lo a adquiri-las. Nessa direção, cabe ao professor implementar estratégias

pedagógicas que proporcionem ao estudante o desenvolvimento de habilidades próprias de estudo, facilitando assim, a aquisição de conhecimentos (BORUCHOVITCH, 1999).

Com isso, concordando com os autores citados anteriormente, que ressaltam que uma das tarefas da escola é oportunizar aos estudantes o acesso aos conteúdos já elaborados pela humanidade para que eles se humanizem. Facci (2004), fundamentado na teoria de Vygotsky (1998), defende a importância da participação do professor no processo ensino e aprendizagem, uma vez que ele é o mediador entre o estudante e o conhecimento. Portanto, cabe ao professor criar estratégias de aprendizagem e intervir na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes e conduzir sua prática pedagógica que desperte a potencialidade de cada um dos estudantes.

A mediação do professor implica, necessariamente, ensinar, uma vez que a zona de desenvolvimento proximal da teoria vygotskiana, compreende que ao lembrar, sugerir e elogiar por exemplo, pode contribuir para orquestrar e estruturar atividades pedagógicas do estudante sob a orientação de alguém que seja mais experiente (adulto ou criança mais experiente). Sendo assim, ao ajudar o estudante a estruturar suas atividades, estamos auxiliando esse estudante a fazer “coisas” que ele não podia fazer sozinho até o momento da atividade. A esse momento, Vygotsky (1998) chamou de nível de desenvolvimento potencial. Já o nível que a criança consegue se familiarizar com as exigências da tarefa e resolver o problema sozinho de forma autônoma, o autor nomeou de nível de desenvolvimento real (VYGOTSKY, 1998).

Vygotsky (1998) “[...] afirma que essas atividades externas e sociais são gradualmente internalizadas pela criança, conforme ela passa a regular sua própria atividade intelectual.” Além disso, as estratégias são importantes para

[...] impulsionar o desenvolvimento das competências cognitivas, mediante a formação de conceitos e desenvolvimento do pensamento teórico, como também os meios pelos quais os alunos podem melhorar e potencializar sua aprendizagem. Refere-se ao saber como fazer, para estimular as capacidades investigadoras dos alunos, ajudando-os a desenvolver competências e habilidades mentais. (SOUSA; ALVES, 2017, p. 324).

Sendo assim, Libâneo (2004) aponta que uma prática pedagógica a serviço de uma pedagogia voltada para a formação de sujeitos pensantes e críticos deve privilegiar estratégias pedagógicas que oportunizem os estudantes internalizar conceitos, desenvolver competências e habilidades do pensar, assumir postura crítica para lidar com a realidade, resolver problemas, tomar decisões e formular estratégias de ação.

Com isso, as estratégias de aprendizagem podem desempenhar um papel essencial na vida escolar dos estudantes. Nesse sentido, Macedo (2005, p. 46) lembra-nos que para “[...] alcançarmos uma escola para todos é necessário que revisemos antigos padrões de ensino e situemos a relação pedagógica e os objetivos educacionais em todos os sentidos.”

Considerando os processos psicopatológicos e os transtornos mentais traçamos algumas estratégias pedagógicas que podem auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes que mais apresentam: ansiedade, depressão infantil e na adolescência, esquizofrenia, transtorno bipolar, de déficit de atenção e hiperatividade, obsessivo-compulsivo e do espectro autista (Transtorno do Espectro Autista - TEA), também conhecido como Desordens do Espectro Autista (DEA) ou Condições do Espectro Autista (CEA) do neurodesenvolvimento.

Nessa perspectiva, os professores precisam elaborar atividades pedagógicas adequadas que deem possibilidades aos estudantes, a partir de suas singularidades, desenvolverem-se e aprenderem. De-Nardin e Sordi (2007), a partir do estudo realizado sobre as formas de atenção do professor em sala de aula e suas implicações para a aprendizagem dos estudantes, orientam que a prática pedagógica deve inserir atividades que proporcionem a problematização de situações e sua resolução, levantamento de hipóteses, bem como experiências práticas, envolvendo situações de conhecimento e interações com a realidade dos estudantes.

Outras estratégias pedagógicas importantes para a aprendizagem desses estudantes são aquelas que utilizam jogos pedagógicos, métodos de associação de informações, imagens e brincadeiras, envolvendo os cinco sentidos como orienta Cosenza e Guerra (2011) sobre os seguintes jogos e brincadeiras: bingo de letras, sílabas e palavras, quebra cabeça e jogos de encaixes.

Entre as estratégias de aprendizagem, o professor mediador, no contexto de sala de aula, pode optar por aquelas que possibilitam oportunidades de sucesso para a aprendizagem do estudante como, por exemplo, aquelas que usam perguntas abertas feitas no início da aula e a resposta é dada ao final, pois elas facilitam o desenvolvimento da atenção sobre o tema ou assunto que será discutido na aula conforme destacam Rotta, Ohlweiler e Riesgo (2006).

Outra estratégia nessa linha incentiva os processos de elaboração, revisão e consolidação de uma atividade por exemplo, a produção de um texto para um estudante que vivencia o Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH). Nesses casos, é importante trabalhar a produção do texto em etapas para que sinta confiança que dará conta de resolver cada uma das etapas. É interessante sinalizar ao estudante que as etapas poderão ser cumpridas e ele será capaz de concluir a atividade total, eliminando, assim, situações de frustrações, as quais são vivenciadas muito frequentemente por ele em seu dia a dia.

Sendo assim, o professor pode orientar estratégias pedagógicas que ajude seu melhor processamento, pois a memória de curto prazo, muitas vezes, não consegue processar tudo que é exigido dela e em alguns momentos, torna-se necessário limitar os estímulos e privilegiar os conhecimentos que devem ser aprendidos (COSENZA; GUERRA, 2011). Lembrando que o cérebro se dedica a aprender aquilo que ele entende como significativo como ressaltam Cosenza e Guerra (2011). Por outro lado, Ohlweiler (2006, p. 45) nos lembra que “[...] a memória é essencial em todos os processos de aprendizagem e seus distúrbios não permitem reter as informações.”

Para atender às necessidades dos estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem, faz-se necessário proceder adaptações no currículo da escola, diferenciando-o atividades padronizadas para auxiliar o processo de aprendizagem do estudante disléxico que será mais beneficiado se tiver aulas mais oralizadas e com uma quantidade menor de textos escritos. Que estratégias pedagógicas o professor poderá criar para sua prática para atender a todos os estudantes?

Sugere-se, nesse caso, ao professor dê mais tempo ao estudante disléxico, quando este precisar executar atividades escritas. Mas ele poderá, ainda, modificar a didática ou o tipo de material - aulas mais oralizadas e menos textos escritos, considerando que esses procedimentos didáticos tanto atendem às necessidades do estudante disléxico quanto não prejudicará os estudantes que estão construindo sua aprendizagem sem obstáculos.

Quando se trata da aprendizagem, existem alguns princípios e padrões comuns que podem ser adequados para todos estudantes, mas existem também situações específicas (individuais, resultantes da experiência vivida por cada um) que o professor precisa conhecer as dificuldades para agir de maneira diferenciada (NUNES; SILVEIRA, 2009).

Por outro lado, sabe-se, nos dias de hoje, que as emoções podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes de forma significativa e o estresse tem efeito contrário. Cabe ao professor colaborador na produção da consciência e memória, trocar a dispersão pela atenção consciente. Nessa perspectiva, Tunes, Tacca e Bartholo Júnior (2005, p. 691), ressaltam que a

[...] vivência na escola perpassa por um processo significativo, despertando o desenvolvimento integral do indivíduo e as múltiplas inteligências implicam novos paradigmas para a educação, pois afirmam que os alunos são construtores do seu conhecimento.

Com isso, o estudante deve ser considerado em seu contexto geral, e este possui outras inteligências e o professor, o mediador do processo de aprendizagem, portanto, não é um transmissor de informações prontas e o estudante um reproduzidor dessas informações. A teoria das inteligências múltiplas revela a nós educadores que os sujeitos humanos possuem diferentes tipos de inteligências e diversas possibilidades para compor atividades diversificadas (ANTUNES, 1998, 2014).

Cosenza e Guerra (2011) afirmam ainda que é importante o professor compreender com clareza quais os problemas dos estudantes, pois assim ele poderá criar estratégias que influenciarão no processo de aprendizagem como por exemplo, estudantes com dificuldades de concentração, ele pode colocar o estudante para sentar-se na primeira fileira, próximo a sua mesa para manter o

contato visual mais constante e manter a sala de aula mais silenciosa com menos estímulos e quando for trabalhar com grupos, inserir esse estudante em um dos grupos que costumam se engajar bem nessas atividades. Observa-se que essas estratégias têm trazido resultados positivos para todos os estudantes.

Pfromm (1997, p. 36) destaca a

[...] importância da motivação para que uma ação seja iniciada e sustentada. O envolvimento e a persistência nas tarefas escolares são essenciais e mostram adequadamente esta característica da motivação relacionada à iniciação e à sustentação de um comportamento.

O envolvimento também possibilita a aquisição de novos conhecimentos e habilidades de forma qualitativa, ou seja, estudantes motivados demonstram interesse pelas tarefas e geralmente trabalham com mais vontade. Portanto, é essencial que o professor crie planejamentos de ensino que mantenham a motivação da turma.

Em síntese, observa-se que as dificuldades de aprendizagem não são situações isoladas e para fazer a diferença na vida dos estudantes que apresentam essas dificuldades, é imprescindível compreendê-las para propor estratégias adequadas tanto para os estudantes com dificuldades quanto os que não estão com essas dificuldades, como por exemplo, trabalhar o mesmo conteúdo de diversas formas, tais como: textos de diversos gêneros, filmes, brincadeiras, entre outras estratégias.

À GUIA DAS CONSIDERAÇÕES

Neste artigo, privilegamos esmiuçar sobre os objetivos traçados no início deste artigo, buscando conceituar e discutir as abordagens sobre a neurociência e a importância dela no processo de desenvolvimento e aprendizagem veiculados nos dias de hoje.

Refletiu-se, ainda, acerca das contribuições da neurociência que busca educar pela atenção, percepção, memória e emoções no processo de desenvolvimento e aprendizagem de acordo com Fonseca (2016).

Assim sendo, assinalamos algumas estratégias pedagógicas que podem ser criadas pelo professor para atender aos estudantes, especialmente, aqueles que apresentam dificuldades de aprendizagem e sirvam, também, aos estudantes que seguem seu processo de aprendizagem sem obstáculos.

Consideramos que é necessário tecer alguns norteamientos que possam fazer o professor repensar e reinventar sua prática pedagógica no cotidiano, privilegiando o tipo, o modo e o sentido com que fazem as perguntas aos estudantes em sala de aula.

Destacamos que é imprescindível usar de metodologias diversificadas que não só o texto e a escrita, para despertar o interesse e a fixação da aprendizagem que se dá para cada pessoas de uma forma, considerando o desenvolvimento do cérebro, os aprendizados não serão mútuos ou idênticos, mais sim complementares em cada sujeito singular.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. I. A. **Dislexia: aprender a aprender**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência da Educação) - Escola Superior de Educação Almeida Garrett, Lisboa, 2012.

ALBUQUERQUE, G. C.; OLIVEIRA, R. C. Conhecimento dos professores sobre a aprendizagem da linguagem escrita. **Pesquisa e Prática em Educação Inclusiva**, Manaus, v. 1, n. 2, p. 214-228, 2019.

ALMEIDA, L. B. **Introdução à neurociência: arquitetura, função, interações e doença do sistema nervoso**. Forte da Casa: Climepsi Editores, 2010.

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das inteligências**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. São Paulo: Papirus, 1998.

BARTOSZECK, A. B. Neurociência na educação. **Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita**, Curitiba, v. 1, p. 1-6, 2006.

BAU, C. H. Genética da aprendizagem. *In*: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.). **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 59-64.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BORUCHOVITCH, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 1999. Disponível no endereço: <https://www.scielo.br/j/prc/a/3RxKbjT7k9bdC5dFQmnyJbH/?lang=pt>. Acesso em: 25 set. 2019.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF: Planalto, 1996.

CARVALHO, C. G.; CAMPOS JUNIOR, D. J.; SOUZA, G. A. D. B. Neurociência: uma abordagem sobre as emoções e o processo de aprendizagem. **Revista Universidade Vale do Rio Verde**, Betim, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2019.

COLL, C. *et al.* **Desenvolvimento psicológico e educação**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 3 v.

COLL, C. *et al.* **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educacionais especiais e aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 1995. v. 3.

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

DE-NARDIN, M. H.; SORDI, R. O. Um estudo sobre as formas de atenção na sala de aula e suas implicações para a aprendizagem. **Psicologia & Sociedade**, Recife, v. 19, n. 1, p. 99-106, 2007.

DEMBO, M. H. **Applying educational psychology**. 5th ed. New York: Longman, 1994.

FACCI, M. G. D. **Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor?** Um estudo crítico-comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vygotskyana. Campinas, SP: Autores Associados, 2004.

FISCHER, K. W. Mind, brain, and education: building a scientific groundwork for learning and teaching. **Mind, Brain, and Education**, [New York], v. 3, n. 1, p. 3-16, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x>. Acesso em: 11 abr. 2014.

FISCHER, K. W.; ROSE, S. P. Growth cycles of the brain and mind. **Educational Leadership**, Washington, DC, v. 56, n. 3, p. 56-60, 1998.

FONSECA, V. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 33, n.102, p. 365-384, 2016.

FONSECA, V. **Cognição, neuropsicologia e aprendizagem**: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FRITSCH, G.; HITZIG, E. Electric excitability of the cerebrum (Über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns). **Epilepsy & Behavior**, San Diego, v. 15, n. 2, p. 123-130, 2009.

GARDNER, H. **Inteligência**: um conceito reformulado. São Paulo: Objetiva, 1999.

GRAEFF, F. G. Ansiedade, pânico e o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, São Paulo, v. 29, suppl. 1, p. 53-56, 2007.

HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro em transformação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009

JALLES, C. M. C. R. **O efeito de instruções sobre estratégias metacognitivas de crianças pré-escolares em solução de problema geométrico**. 1997. 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1997.

KANDEL, E. *et al.* **Princípios de neurociências**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

KANDEL, E. The origins of modern neuroscience. **Annual Review of Neuroscience**, Palo Alto, v. 5, n. 1, p. 299-303, 1982.

LIBÂNIO J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, p. 5 - 24, 2004.

MACEDO, L. **Ensaios pedagógicos**: como construir uma escola para todos? Porto Alegre: Artmed, 2005.

MOGRABI, G. J. C. Considerações sobre a teoria do cérebro triuno e sua relevância para uma filosofia da mente e das emoções. **Veritas**, Porto Alegre, v. 60, n. 2, p. 222-241, 2015. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/veritas/article/view/21861/13729> Acesso em: 2 out. 2019.

MALLOY-DINIZ, L. F. *et al.* **Avaliação neuropsicológica**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MORAES, A. P. Q. **O livro do cérebro**. São Paulo: Duetto, 2009.

MORALES, R. Educação e neurociências: uma via de mão dupla. *In*: REUNIÃO DA ANPED, 28., 2005, Caxambú. **Anais...** Caxambú: Anped, 2005. GT 13.

MOREIRA, C. Neurônio. **Revista de Ciências Elementar**, Porto, v. 1, n. 1, p. 1-3, out./dez. 2013. Disponível em: https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_1_num_1_06_art_neuronio.pdf
Acesso em: 4 out. 2019.

MOREIRA, A. R.; OLIVEIRA, C. P. R. A importância da neurociência no processo de ensino-aprendizagem da modalidade ciclismo indoor. **Paidéia**, Belo Horizonte, v. 13, n. 20, p. 53-67, 2019

NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, R. N. **Psicologia da aprendizagem**: processos, teorias e contextos. Brasília, DF: Liber Livros, 2009.

OLIVEIRA, G. G. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v. 18 n. 1, p.13-24, jan./abr. 2014.

OHLWEILER, L. Fisiologia e neuroquímica da aprendizagem. *In*: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.) **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 43-57.

PANTANO T.; ZORZI J. L. **Neurociência aplicada à aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso, 2009.

PFROMM, S. N. **Psicologia da aprendizagem e do ensino**. São Paulo: EPU, 1997.

RAMÓN Y CAJAL, S. Aquelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle épinière dupoulet? **Anatomischer Anzeiger**, Deerfield Beach, v. 5, n. 21/22, p. 631-639. 1890.

RATO, J. R.; CALDAS, A. C. Neurociências e educação: realidade ou ficção? *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO EM PSICOLOGIA, 7., 2010, Braga. **Actas ...** Braga: Universidade do Minho, 2010. p. 626-644. Disponível em: <https://repositoriocientifico.uatlantica.pt/bitstream/10884/652/1/Artigo%20Neuroci%C3%A7%C3%A3o%20JRR%20ACC%2010.pdf>. Acesso em 11 set. 2019.

REZENDE, M. R. K. F. **A Neurociência e o ensino-aprendizagem em ciências**: um diálogo necessário. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2008.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.) **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SHAPIRO, L. P. *et al.* Verb-argument structure processing in complex sentences in Broca's and Wernicke's aphasia. **Brain and Language**, Orlando, v. 45, n. 3, p. 423-447, 1993.

SOUSA, A. M. O. N. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 34, n. 105, p. 320-331, 2017.

TEIXEIRA, A. R.; ALLIPRANDINI, P. M. Z. Intervenção no uso de estratégias de aprendizagem diante de dificuldades de aprendizagem. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 279-288, jul./dez. 2013.

TUNES, E.; TACCA, M. C. V. R. BARTHOLO JÚNIOR, R. S. O professor e o ato de ensinar. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 126, p. 689-698, 2005

VOLPI, J. H. Separações e aproximações no início da vida. **Psicologia Corporal**, Curitiba, v. 14, p. 1-5, 2013. Disponível em: <http://www.centroreichiano.com.br/artigos/Artigos/Separacoes-e-aproximacoes-no-inicio-da-vida-VOLPI-Jose-Henrique.pdf> Acesso em: 2 out. 2019.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WOOD, D. **Como as crianças pensam e aprendem**: os contextos sociais do desenvolvimento cognitivo. São Paulo: Loyola; 2003.

ZURIF, E. *et al.* An on-line analysis of syntactic processing in Broca's and Wernicke's aphasia. **Brain and Language**, Orlando, v. 45, n. 3, p. 448-464, 1993.