

NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO: UM SABER NECESSÁRIO

NEUROSCIENCE IN EDUCATION: A NECESSARY KNOWLEDGE

Maria do Carmo Gonçalves da Silva Lima*

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo analisar o papel da neurociência como um saber necessário para a compreensão de como se processa o ensino-aprendizagem na mente do educando. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e de análise de artigos, teses e dissertações que versam sobre o tema. O artigo aponta para a evolução da compreensão acerca do desenvolvimento do cérebro e, nesse sentido, sobre o conhecimento da neurociência e sua implicação na educação. Diante das novas descobertas, há cada vez mais o entendimento de que a compreensão de como acontece a aprendizagem no cérebro humano, se faz necessária para que o processo ensino-aprendizagem possa ter objetivos claros, bem definidos, com a utilização de metodologias adequadas para o eficaz desenvolvimento das funções cerebrais dos educandos. Para que o aluno avance em seu processo de aprendizagem, é necessário que se utilize métodos didáticos que proporcionem condições para o favorecimento dessa aprendizagem. Assim, a compreensão a respeito da neurociência torna-se imprescindível para a eficiência da prática docente.

Palavras-chave: Neurociência. Educação. Aprendizagem.

ABSTRACT

This article aims to analyze the role of neuroscience as a necessary knowledge to understand how teaching-learning takes place in the student's mind. It is a bibliographic research and analysis of articles, theses and dissertations that deal with the theme. The article points to the evolution of understanding about brain development and, in this sense, about the knowledge of neuroscience and its implication in education. In view of the new discoveries, there is an increasing understanding that the understanding of how learning takes place in the human brain is necessary so that the teaching-learning process can have clear, well-defined goals, with the use of appropriate methodologies for the effective development of students' brain functions. In order for the student to advance in his learning process, it is necessary to use didactic methods that provide conditions to favor this learning. Thus, the understanding of neuroscience becomes essential for the efficiency of teaching practice.

Keywords: Neuroscience. Education. Learning.

* Universidade Estadual de Maringá – UEM. mcgs.lima@hotmail.com

Introdução

O conhecimento acerca da neurociência tem crescido de maneira vertiginosa nas últimas décadas. Cada vez mais se tem conhecimento de como se processa a fantástica máquina que é o cérebro humano. Diante disso, um grande número de pesquisadores, das mais diferentes áreas têm buscado conhecer como se dá o desenvolvimento do cérebro, dentre estes estão os educadores. Assim, esta pesquisa busca reunir os diferentes estudos na área da educação e da neurociência, no sentido de compreender a relação entre essas duas áreas do conhecimento.

O objetivo deste estudo é investigar o papel da neurociência como um saber necessário para a compreensão de como se processa o ensino-aprendizagem no educando. No alcance desse objetivo, elencamos como objetivos específicos: Compreender o processo de evolução do conhecimento acerca do cérebro humano. Analisar as implicações da neurociência na educação. Analisar a contribuição da neurociência para a prática pedagógica.

Neste estudo foram elencados autores cujas produções trazem esclarecimentos de como se deu o conhecimento acerca do cérebro, e autores que versam sobre a relação entre a neurociência, a educação, e as possíveis práticas pedagógicas relacionadas a neuroplasticidade cerebral. Portanto, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, cuja finalidade é responder como se dá a relação entre a neurociência e a educação, e qual a necessidade deste conhecimento para o processo ensino-aprendizagem.

Espera-se que esta pesquisa contribua para o campo educacional, no sentido de trazer subsídios para a compreensão dos processos educacionais e a relação com a neurociência.

Neurociência: aspectos introdutórios

A neurociência é uma área do conhecimento científico que agrupa os conhecimentos da neurologia, psicologia, e biologia e tem como objetivo esclarecer como funciona o sistema nervoso central (SNC), e suas ações no corpo humano (BARTOSZECK, 2009). O pesquisador Gilberto Gonçalves de Oliveira (2014, p. 14) também afirma que o conhecimento do cérebro humano, em toda a sua complexidade, não cabe apenas a um determinado campo da ciência e que: “Assim, a neurociência se integra a outras ciências numa rede que amplia as informações e constrói um conhecimento que parece não se esgotar”. Desta forma, segundo o autor, o termo

neurociência pode ser entendido “como um conceito transdisciplinar ao reunir diversas áreas de conhecimento no estudo do cérebro humano”.

Embora tenha havido nos últimos anos grande interesse por parte dos educadores em compreender a ligação entre a neurociência e a educação, há também muitos questionamentos que a neurociência ainda não pode esclarecer, devido a precocidade das investigações entre educação e neurociência.

Os primeiros estudos acerca da neurociência remota ao século XVIII. Segundo o pesquisador Luiz Samuel Tabacow (2006, p. 58), nesse período acreditava-se que [...] “o sistema nervoso funcionasse como uma glândula que secretava seus fluidos que seriam conduzidos pelos nervos e pela medula espinhal para a periferia do corpo”. Foi somente no final do século XIX e começo do século XX, que os cientistas Camillo Golgi e Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), descreveram a teoria neuronal. Tabacow (2006, p. 58) descreve que esses cientistas desenvolveram “[...] uma maneira de corar os neurônios com sais de prata visualizando no microscópio sua estrutura”. Essa descoberta tornou-se uma revolução para a época, trazendo luzes para o conhecimento científico acerca do funcionamento do cérebro, na premissa de uma base biológica para o funcionamento do sistema nervoso (TABACOW, 2006).

Diante das novas descobertas, a ciência foi redirecionada. Oliveira (2014) afirma que o neurônio ficou conhecido como a unidade básica do sistema nervoso, mas ainda se acreditava que o neurônio não se regenerava ou se reproduzia, e que não haveria neurogênese na fase adulta do indivíduo. De acordo com as pesquisas da época, ao nascer, o ser humano já teria o número de neurônios estabelecidos e que, ao envelhecer, haveria uma perda constante de neurônios limitando o funcionamento do cérebro.

Gilberto Gonçalves de Oliveira (2014, p. 15) esclarece que:

Acreditava-se que o cérebro humano alcançasse seu desenvolvimento e crescimento máximo entre 20 e 30 anos. Após este período, haveria um declínio intelectual relacionado à perda neuronal. Reforçou-se a premissa de que a infância e adolescência seriam as melhores fases para se aprender e que a vida adulta não seria uma etapa adequada para a aprendizagem.

Nas décadas posteriores, essas ideias foram questionadas e diversos pesquisadores chegaram à conclusão de que o fator idade, não é por si só um impedimento para a aprendizagem. No entanto, outros fatores como: o estado da saúde, nível socioeconômico, deficiência de estímulos, também podem estar relacionados ao declínio da aprendizagem na fase adulta. Oliveira (2014) esclarece ainda que, o que se tem comprovado é que, o

período entre o nascimento e a adolescência, novos circuitos neuronais serão construídos por meio da interação com o meio e de estimulação adequada. Após esse período, há uma desaceleração neuronal no adulto. Todavia, os circuitos neuronais não cessam devido à neuroplasticidade dos neurônios.

Diante das novas descobertas, as pesquisas atuais apontam que:

Há um refinado sincronismo entre como o cérebro se desenvolve e o que modela seu crescimento e maturação. É evidente desde a primeira infância que estrutura e as conexões do cérebro são realmente esculpidas por numerosas influências ambientais e biológicas. Como o centro do pensamento, emoção, planos de ação e autorregularão da mente e do corpo, o cérebro passa por um longo processo de crescimento, que de fato dura a vida inteira. Este desenvolvimento é mais intenso nos primeiros anos de vida, crescendo rapidamente através da infância, até a adolescência e no adulto jovem, e continua com diferentes fases de crescimento e mudança por toda a vida adulta (ESLINGER, 2000, p. 3)

No final do século XX, compreendeu-se também que o neurônio é uma célula capaz de modificar-se “[...] estrutural e funcionalmente, após lesões, provocando uma reorganização cerebral que atenda cada fase do indivíduo. O cérebro é entendido como um sistema aberto, auto-organizável, que funciona em circuito de rede” (OLIVEIRA, 2014, p. 15).

O professor Amauri Bartoszeck (2009, p. 1) explica que:

Os circuitos neuronais são responsáveis pelas funções básicas do nosso sistema nervoso bem como de outros animais. No caso humano determinam como nos comportamos como indivíduos. Nossas emoções vivenciadas como medo, raiva e as situações prazerosas da vida originam-se da atividade dos circuitos neuronais do cérebro. Nossa habilidade de pensar e armazenar lembranças depende de atividades físico-químicas complexas que ocorrem nos circuitos neuronais.

O século XX foi denominado de a “Década do Cérebro”. Pois, foram dispensados, investimentos e ações para o desenvolvimento de pesquisas sobre o estudo do cérebro humano, trazendo inovações para a ciência. Assim, segundo Oliveira (2014), a neurociência passou a ser um assunto de grande interesse em diferentes áreas do saber, inclusive no âmbito educacional. No sentido de que a neurociência possa contribuir com aspectos relacionados ao ensino e a aprendizagem.

Compreendendo que o cérebro não para e de que as funções cerebrais são ativadas por meio de circuitos, passou-se ao entendimento de que é através dos estímulos do ambiente que o cérebro é moldado. Assim, os estímulos promovem a formação de sinapses e, nesse sentido, quanto mais estímulos mais sinapses são ativadas, tornando-as

mais intensas. E esse é o papel desempenhado pela educação: proporcionar estímulos por meio do ensino e, conseqüentemente, promover novas e mais intensas sinapses na mente do educando (BARTOSZECK, 2009). No entanto, o autor esclarece que para haver sinapses que provoquem alteração no cérebro, o ensino precisa ser bem-sucedido. E isto vai depender em grande medida da formação do professor, da metodologia utilizada, da natureza do currículo, do contexto da sala de aula, da família do indivíduo, da sociedade, dentre outros fatores.

A esse respeito, o pesquisador Guilherme Brockington (2011, p. 20-21) afirma:

[...] estudos recentes revelaram que o ato de aprender está acompanhado de diferentes modificações cerebrais. Segundo tais pesquisas, as atividades das redes neurais influenciam e guiam os modelos de cognição [...]. Desta forma, compreender estes modelos pode conduzir a um melhor e mais profundo entendimento dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Neste contexto, entende-se a aprendizagem como o fortalecimento ou enfraquecimento das conexões neuronais, as quais têm seus padrões conectivos alterados a todo o momento em resposta aos estímulos externos, às nossas percepções, pensamentos e ações.

No entanto, de acordo com Bartoszeck (2009), a neurociência não introduz novas estratégias educacionais, mas fornece elementos para compreensão de como se processa a aquisição do conhecimento no cérebro, ou seja, como o cérebro aprende.

Diante disso, devemos compreender o que as pesquisas revelam acerca da relação entre a neurociência e a aprendizagem e como os educadores podem se apropriar das novas descobertas para promoverem um ensino de qualidade que estimule com eficiência a aprendizagem dos alunos.

A neurociência como instrumento para a aprendizagem

Como vimos até aqui, as pesquisas realizadas a tempos têm demonstrado de modo crescente como acontece o desenvolvimento do cérebro e a relação entre estímulos e sinapses, ensino e aprendizagem. De acordo com a literatura atual, a relação entre a aprendizagem e as mudanças que ocorrem estão intimamente relacionadas, tornando-se essencial haver estímulos para a aquisição do conhecimento. Assim, de acordo com Brockington (2011), quando acontece a aprendizagem, ocorre também alterações e conectividade entre os neurônios, por meio das sinapses ou do reforço das conexões. Nesse sentido, promover um ensino eficaz e de qualidade, permite provocar diretamente alterações nas funções cerebrais do educando.

Nas análises de Oliveira (2014, p. 16): “O conhecimento, por parte do educador, do neurodesenvolvimento permite a utilização de teorias e práticas pedagógicas que levem em conta a base biológica e os mecanismos neurofuncionais, otimizando as capacidades do seu aluno”. O autor ainda afirma que conhecer o processo de maturação cerebral da criança é fundamental para a inserção de um determinado conteúdo que seja apropriado para a faixa etária que o educando se encontra.

Nesse sentido Consenza (2011 *apud* OLIVEIRA, 2014, p. 16) esclarece:

O sistema nervoso é o primeiro sistema a surgir entre a terceira e a quarta semana após a fecundação. O amadurecimento do neurônio promove a formação de sinapses. O cérebro do recém-nascido é pobre em sinapses, mas o cérebro infantil possui uma quantidade exagerada de sinapses que continua 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. É o fenômeno da sinaptogênese.

O conhecimento acerca dos períodos de amadurecimento e processamento de sinapses, levou os pesquisadores a considerar que há momentos mais susceptíveis para a aquisição da aprendizagem e outros menos susceptíveis. Essas mudanças estruturais do cérebro, foram denominadas de períodos críticos para aprendizagem. A princípio considerou-se que, uma vez perdida a oportunidade de aprender no período crítico, não haveria mais como ocorrer o aprendizado (BARTOSZECK, 2007).

A esse respeito o professor Amauri Bartoszeck (2007, p. 11) afirma:

A maioria dos neurocientistas atualmente acredita que os “períodos críticos” não são tão rígidos e inflexíveis. Interpretam como períodos “sensíveis” pelo que passa o cérebro na sua capacidade de ser alterado e moldado pelas experiências ao longo da vida. Estímulos como manipulação de objetos, e sons como o da fala humana, estão disponíveis em quase todos os meios ambientes. É desconhecido se existem períodos críticos para o conhecimento transmitido culturalmente, como aqueles responsáveis pela leitura e aritmética.

Os pesquisadores Lopes e Maia (2007, p. 130) nas análises que fizeram a respeito do tema afirmam: “O processo de aprendizagem é influenciado por vários fatores que determinam que uma idade é a adequada para aprender uma habilidade e outra para aprender outra habilidade”. Todavia, Oliveira (2014) argumenta que existem outros fatores determinantes para o processo de aquisição da aprendizagem como: a maturação da criança, o desenvolvimento, as experiências de aprendizagem, a motivação e o interesse da criança.

Acredita-se que um ambiente rico em estímulos favoreça o desenvolvimento cerebral da criança e que a compreensão das fases desse desenvolvimento do cérebro,

principalmente em crianças e adolescentes permita a eficiência da transmissão e internalização da informação com maior qualidade.

Ana Alvarez e Ivana de Carvalho Lemos (2006, p. 182) confirmam que, a aprendizagem requer a contribuição do ambiente social:

A aprendizagem não é uma simples absorção passiva de conteúdo. Para que ela se concretize é preciso a interação de uma rede de complexas operações neurofisiológicas e neuropsicológicas que associam, combinam e organizam estímulos fornecidos pelo meio e a eles deem as respostas mais adequadas, assimilações e fixações que possibilitem futuras evocações. Além da contribuição do meio ambiente para a aprendizagem, devem-se considerar os processos cognitivos internos, isto é, como o indivíduo elabora os estímulos recebidos, sua capacidade de integrar informações e processá-las, formando uma complexa rede de representações mentais, que possibilite a ele resolver situações problema, adquirir conceitos novos e interpretar símbolos diversos.

Para que essa habilidade aconteça na mente do educando, se faz necessária a intervenção pedagógica adequada capaz de promover no indivíduo objetivos, planos e metas capazes de estimular as funções psicológicas superiores para o desenvolvimento pleno de suas capacidades cerebrais. Isso por si só, não depende unicamente do educador, mas também de condições que favoreçam o educando a potencializar suas capacidades.

Segundo a pedagoga Anne Madeliny de Souza e o psicólogo Ricardo Nogueira (2017, p. 325):

As estratégias de aprendizagem que têm mais chances de obter sucesso são aquelas que levam em conta a forma do cérebro aprender, sendo importantes respeitar os processos de repetição, elaboração e consolidação. Como também faz diferença utilizar diferentes canais de acesso ao cérebro e de processamento da informação.

Assim, elencamos a seguir uma tabela elaborada pelo professor Amauri Bartoszeck, a respeito de como o cérebro aprende em determinado ambiente de sala de aula.

Tabela 1. Princípios da neurociência com potencial aplicação no ambiente de sala de aula

Princípios da neurociência	Ambiente de sala de aula
1. Aprendizagem & memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem.	Aprendizagem sendo atividade social, alunos precisam de oportunidades para discutir tópicos. Ambiente tranquilo encoraja o estudante a expor seus sentimentos e ideias.
2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.	Aulas práticas/exercícios físicos com envolvimento ativo dos participantes fazem associações entre experiências prévias com o entendimento atual.

3. O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.	Ajuste de expectativas e padrões de desempenho às características etárias específicas dos alunos, uso de unidades temáticas integradoras.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	Estudantes precisam sentir-se “detentores” das atividades e temas que são relevantes para suas vidas. Atividades pré-selecionadas com possibilidade de escolha das tarefas, aumenta a responsabilidade do aluno no seu aprendizado.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem. Situações que reflitam o contexto da vida real, de forma que a informação nova se “ancore” na compreensão anterior.	Situações que reflitam o contexto da vida real, de forma que a informação nova se “ancore” na compreensão anterior.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.	Promover situações em que se aceite tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências. Uso de resolução de “casos” e simulações.
7. O cérebro responde, devido a herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento através das artes visuais, música e dramatizações.

Fonte: Bartoszek (2009, p. 4).

Conforme afirmamos anteriormente, segundo o professor Amauri Bartoszek, a pesquisa em neurociência não tem por objetivo introduzir novas estratégias educacionais, mas nortear o trabalho docente para melhor entendimento de como se dá o processo de aprendizagem no cérebro. Diante disso, a pesquisadora Luciana Hoffert Castro Cruz (2016, p. 9), também elenca dez passos para melhor aprendizagem dos alunos, de acordo com as pesquisas em neurociência.

- Introduzir o material a ser aprendido fazendo ligações com o que é sabido.
- Criar situações semelhantes à vida real.
- Criar oportunidades de rememoração e de novas associações.
- Utilizar trabalhos em grupos seguidos de exposição pelos alunos.
- Aprender fazendo.
- Utilizar técnicas mnemônicas, ou seja, que auxiliam a memória, como a música, rimas.
- Dividir as atividades em intervalos.
- Introduzir o novo, o intenso e o pouco usual.
- Utilizar tempo de relaxamento entre as atividades.
- Levar em conta a necessidade de consolidação da memória.

Cruz (2016, p. 8) também afirma que “[...] as estratégias pedagógicas devem utilizar recursos que sejam multissensoriais, para ativação de múltiplas redes neurais que estabelecerão associação entre si”. De acordo com a pesquisadora, quanto mais as

informações dadas pelo educador forem repetidas “[...] a atividade mais frequente dos neurônios relacionados a elas, resultará em neuroplasticidade e produzirá sinapses mais consolidadas”.

Entretanto, a pesquisadora explica que o processo de aquisição da aprendizagem não depende unicamente dos neurônios e das atividades neurais, mas também, do estado de saúde de cada indivíduo. Cruz (2016, p. 8) elabora cinco fatores que contribuem para o desenvolvimento de um cérebro saudável:

1. A prática regular de exercícios físicos que sejam prazerosos a quem os realiza. Estes exercícios podem ser caminhadas, dança, natação, musculação, etc;
2. Alimentação balanceada, incluindo proteínas, carboidratos, gorduras, sais minerais e vitaminas;
3. Sono tranquilo, regular e satisfatório;
4. Bom humor e otimismo ao se viver;
5. Manter a mente em funcionamento, aprendendo algo novo a cada dia.

Diante dessas abordagens, Souza e Alves (2017), defendem que os educadores podem se beneficiar dos conhecimentos neurocientíficos para planejarem suas estratégias metodológicas, no sentido de promover maior desenvolvimento das atividades neuronais a partir de atividades elaboradas para essa finalidade. Nesse sentido, “Os conhecimentos científicos agregados à educação podem interferir de maneira mais efetiva nos processos de ensino e aprendizagem” (SOUZA; ALVES, 2017, p. 327).

Na concepção de Moacir Gadotti (2008), quando se pensa em educação de qualidade e, em nossa análise, educação interligada a neurociência, temos adiante um grande desafio. Pois, é necessário haver mudanças urgentes tanto nos parâmetros curriculares da educação, quanto na metodologia dos cursos de formação dos professores, que não abrangem adequadamente as novas pesquisas na neurociência, o que torna a formação dos profissionais ultrapassada em relação ao conhecimento científico da atualidade. Na afirmação de Souza e Alves (2017, p. 321):

A sociedade atual está diretamente relacionada aos avanços tecnológicos quanto ao acesso às informações, seja de fatos, seja de conhecimentos e técnicas, o que gera a necessidade de uma educação que vise uma cultura de aprendizagem que propicie uma formação adequada a essa nova realidade. O principal desafio da educação é a complexidade do processo de ensino-aprendizagem, pois para seu desenvolvimento e aperfeiçoamento faz-se necessário um sistema educacional democrático e atualizado que assuma o compromisso de fomentar um cenário real de aprendizagem, atendendo as exigências da sociedade moderna.

Assim, espera-se que as políticas atuais que coordenam os diferentes segmentos educacionais, compreendam a relevância do estudo da neurociência para a educação e para a sociedade que estamos inseridos, no sentido de promoverem mudanças concretas na ordem estrutural do sistema educacional brasileiro, que proporcione o planejamento de novos métodos de ensino centrados na aprendizagem do educando; na formação adequada e atualizada do professor que o capacite a provocar no aluno uma aprendizagem significativa e que o habilite a desenvolver de maneira plena todas as suas capacidades intelectuais.

Considerações finais

O presente trabalho buscou analisar o estudo da neurociência e sua ligação com a educação na atualidade. Compreendemos que a neurociência é uma área que integra outras ciências tendo como objetivo esclarecer como funciona o sistema nervoso central (SNC) e suas atividades no corpo humano.

Analisamos que, embora o estudo acerca da neurociência e educação, terem avançado vertiginosamente nos últimos anos, há ainda muitos questionamentos a serem esclarecidos e os estudos feitos até então não se limitam diante das novas descobertas.

Diante dessa análise, procurou-se discorrer sucintamente, acerca de como se deu os primeiros conhecimentos em relação ao desenvolvimento cerebral e sua relação com os aspectos ensino-aprendizagem. Em nossa análise, discutimos sobre a descoberta das redes neurais, especificamente os neurônios e as sinapses que se processam na aquisição do conhecimento. Assim, analisamos a importância dos estímulos do ambiente para que novas conexões neurais sejam processadas, em um ininterrupto processo de mielinização e plasticidade cerebral. Para que esses processos aconteçam, diferentes fatores tornam-se imprescindíveis na vida do indivíduo. Alimentação adequada, exercício físico, repouso, aprender algo novo, são alguns fatores que contribuem para a manutenção de um cérebro saudável e, assim, do desenvolvimento pleno e eficaz da aprendizagem.

O estudo da neurociência proporciona a união entre a ciência e a prática educacional. No entanto, as políticas educacionais precisam ser planejadas no sentido de incluir no currículo dos cursos de formação dos professores, disciplinas que viabilizem as novas descobertas e a relação entre a educação e a neurociência. Como também, faz-se necessário implementar no sistema educacional, estudos vinculados a prática relacionada à neurociência para que os alunos tenham condições de construir significados

ao que lhes está sendo ensinado, numa inter-relação entre aprendizado e o mundo real. Desta forma, o conhecimento terá sentido e novas conexões neurais serão estabelecidas, num contínuo processo de conhecer, consolidar, resultando em neuroplasticidade para formação de novas sinapses, através do ato do ensino e aprendizagem.

Referências

ALVAREZ, A.; LEMOS, I. C. **Os neurobiomecanismos do aprender:** a aplicação de conceitos no dia-a-dia escolar e terapêutico. **Revista de Psicopedagogia**, São Paulo, v. 23, n. 71, p. 181-190, 2006.

BARTOSZECK, A. B. **Neurociência dos seis primeiros anos:** implicações educacionais. Disponível em: http://www.sitedaescola.com/ferramentas/dokeos/courses/NAPNE/document/NEURO6PRIMEIROS_Artigo.pdf?cidReq=NAPNE. Acesso em: 8 abr. 2020.

BARTOSZECK, A. B. **Neurociência na Educação:** há implicações educacionais? 2009. Disponível em: http://www.sitedaescola.com/ferramentas/dokeos/courses/NAPNE/document/Neuroci%Eancia_na_Educa%E7%E3o_PARTE1_doc_18-08-07.pdf?cidReq=NAPNE. Acesso em: 8 abr. 2020.

BROCKINGTON, G. **Neurociência e Educação:** investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. 2011. 202 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CRUZ, L. H. C. **Bases Neuroanatômicas e Neurofisiológicas do Processo Ensino e Aprendizagem.** 2016. Disponível em: http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6744/1/PRODU%C3%87%C3%83OTECNICA_Neuroci%C3%AanciaEduca%C3%A7%C3%A3oCerebro.pdf. Acesso em: 8 abr. 2020.

ESLINGER, P. J. **Desenvolvimento do Cérebro e Aprendizado.** 2000. Disponível em: <http://www.cerebromente.org.br/n17/men/brain-developmentp.htm>. Acesso em: 15 abr. 2020.

GADOTTI, M. **Boniteza de um sonho:** ensinar-e-aprender com sentido. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2008.

LOPES, A. R. M.; MAIA, J. A. R. Períodos críticos ou sensíveis: revisar um tema polêmico à luz da investigação empírica. **Rev. Paul. Educ. Fís**, São Paulo, p. 128-40, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/eef/uploads/arquivo/v14%20n2%20artigo3.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

NORONHA, F. **Contribuições da Neurociência para a Formação de Professores.** Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/4590/1/Contribuicoes-Da-Neurociencia-Para-A-Formacao-De-Professores/pagina1.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociências e os processos educativos**: um saber necessário na formação de professores. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2014.

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

TABACOW, L. S. **Contribuições da Neurociência Cognitiva para a formação de professores e pedagogos**. 2006. Disponível em:
http://www.bibliotecadigital.puccampinas.edu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=46. Acesso em: 20 abr. 2020.