



As Contribuições da Neuroeducação para a Aprimoramento e Resolução de Problemas de Aprendizagem

Maria Paula Silvestre Campelo¹; Francisco Renato Silva Ferreira² João Batista Monte de Oliveira³; Pedro João Cavalcante Júnior⁴; João Gabriel Cordeiro de Brito⁵; Sidney Medeiros de Oliveira⁶

Resumo: Os avanços tecnológicos e o aumento dos estudos e pesquisas sobre a neurociência cognitiva, tem retornado descobertas promissoras, dentre as quais destacam-se o descobrimento de como são feitas as conexões neurais relacionadas com o processo de aprendizagem, como a plasticidade cerebral, que diz respeito as modificações que ocorrem no SNC devido ao processo de aprendizagem, sendo uma forma de processo adaptativo que possibilita que o indivíduo aprenda. A neuroeducação contribui positivamente para o ramo educacional, pois permite a formulação e aplicação métodos educacionais condizentes com as individualidades, bem como a devida implementação de atividades e outros projetos para que sejam aplicados de formas mais efetiva, ao passo que permite focar e intervir de forma adequada e no momento certo.

Palavras-chave: Neuroeducação; Aprendizagem; Neurociência.

The Contributions of Neuroeducation to the Improvement and Resolution of Learning Problems

Abstract: Technological advances and the increase in studies and research on cognitive neuroscience, have returned promising discoveries, among which stand out the discovery of how the neural connections related to the learning process are made, such as brain plasticity, which it concerns the changes that occur in the CNS due to the learning process, being a form of adaptive process that allows the individual to learn. Neuroeducation contributes positively to the educational field, as it allows the formulation and application of educational methods consistent with individualities, as well as the proper implementation of activities and other projects so that they are applied in more effective ways, while allowing them to focus and intervene in a more effective way. at the right time.

Keywords: Neuroeducation; Learning; Neuroscience.

¹ Mestre em Ciências da Educação pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) Lisboa- PT, possui graduação em Gestão de Recursos Humanos, pós-graduação em Gestão Estratégica de Pessoas pela Faculdade Leão Sampaio (2011/2012) e especialização em Docência do Ensino Superior pela FAFOPA- Faculdade de Formação de Professores de Araripina-PE. paulascampelo@hotmail.com;

² Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Saúde do Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (MePESa/UNILEÃO). Especialista em Educação Especial/Educação Inclusiva/Altas Habilidades (FAVENI). Especialista em Educação Especial e Treinamento Desportivo (DOMALBERTO). Especialista em Docência do Ensino Superior (UniFIP). Graduando em Pedagogia pelo Centro Universitário Unifaveni (UNIFAVENI). Graduação-licenciatura em Educação Física pelo Centro Universitário Dr. Leão Sampaio (UNILEÃO). Graduação-bacharelado em Educação Física pela Faculdade de Piracanjuba (FAP). Professor de Educação Física na Secretaria de Educação do Município de Juazeiro do Norte-CE. Pesquisador do Laboratório Interdisciplinar de Estudos e Extensão Universitária em Educação Inclusiva e Violência (LIEVI). Correio Eletrônico: norf20@hotmail.com;

³ Graduado Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e Especialista em Educação Ambiental, ambas pela Universidade Regional do Cariri (URCA). Graduado em Pedagogia pela UNIFACVEST. Cursando especialização em Docência do Ensino Superior pela FAVENI joaobb@hotmail.com;

⁴ Licenciatura em Matemática pela Universidade Regional do Cariri – URCA. pedrojoaojoao@hotmail.com;

⁵ Enfermeiro, graduado pelo Centro Universitário Leão Sampaio – UNILEÃO, Especialista em caráter de Residência em Saúde Mental pela ESP/CE, Especialista em Terapia Intensiva e Saúde da Família pela Universidade Vale do Acaraú – UVA, e-mail: joabritocordeiro@hotmail.com;

⁶ Graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutorado em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina do ABC - São Paulo. Pós-Graduação em Docência do Ensino Superior pela Faculdades Integradas de Patos - PB. Pós-Graduação em Educação Física Escolar, pela FIC- Faculdades Integradas de Cruzeiro. Pós graduação em Fisiologia do Exercício e grupos especiais, pela Unileão Centro Universitário., Professor de Educação Física do Município de Caririçu-CE. meolli@hotmail.com.

Introdução

No mundo contemporâneo, o educador tem sido cada vez mais demandado das mais diferentes formas na tarefa de educar, o que tem exigido mais esforços para atender as essas demandas que lhes são impostas, envolvendo desde uma boa formação e preparação teórica, até a constante atualização profissional e reciclagem do profissional da educação.

Indubitavelmente, a aprendizagem é importante em toda e qualquer etapa da vida dos indivíduos ser humano, desde as idades iniciais até a formação mais avançada. Nesse meio, a neurociência tem se revelado ser promissora quando aplicada na educação, uma vez que aplica os saberes acerca do Sistema Nervoso Central (SNC) – sendo este responsável por quase tudo, desde comportamentos e pensamentos até a apresentação de emoções e realização de movimentos -, ao campo educacional, visando melhorar os processos educativos tanto quanto a sua eficiência quanto a sua eficácia.

Nesse sentido, a neurociência, tem fornecido meios de melhorar a qualidade de vida da sociedade, por meio da disponibilização de tratamentos efetivos e variados para distúrbios neurológicos que os indivíduos podem desenvolvem, assim, tem contribuído significativamente para o tratamento de diversos transtornos e doenças mentais, incluindo aquelas relacionadas aos problemas educacionais.

Os avanços tecnológicos e o aumento dos estudos e pesquisas sobre a neurociência cognitiva, tem retornado descobertas promissoras, dentre as quais destacam-se o descobrimento de como são feitas as conexões neurais relacionadas com o processo de aprendizagem, como a plasticidade cerebral, que diz respeito as modificações que ocorrem no SNC devido ao processo de aprendizagem, sendo uma forma de processo adaptativo que possibilita que o indivíduo aprenda (ROTTA; OHLWEILLER; RIESGO, 2007). Ainda, a neurociência traz diversas contribuições em relação ad formas de estimular o processo de aprendizagem de maneira mais efetiva dentro da educação.

A neurociência é baseada, principalmente, na intenção de compreender a forma como se desenvolvem os mecanismos cerebrais e o desenvolvimento de novas potencialidades do indivíduo, analisando como estímulos externos interferem no cérebro e no processo de aprendizagem, verificando a interação do sujeito com o ambiente externo e as respostas bioquímicas e moleculares decorrentes dessa interação.

Nesse meio, a neuroeducação consiste em ramo de estudo que busca integrar os achados da neurociência às necessidades educacionais, como forma de potencializar a aprendizagem,

assim como de melhorar as potencialidades dos educandos. A neuroeducação está fundamentada na promoção de pesquisas científicas relacionadas a educação e ao desenvolvimento de métodos capazes de melhorar as práticas pedagógicas e, conseqüentemente, um melhor ensino e aprendizagem.

Com base nisso, o presente artigo objetiva as contribuições da neuroeducação para o processo de ensino-aprendizagem, demonstrando que este não se trata de forma mágica de solucionar todo e qualquer problema relacionado com a educação, mas sim de ferramenta, com base científica, útil para o aprimoramento do aprendizado, assim como de estímulo adequado e diferenciado das potencialidades dos estudantes.

Breve histórico do conhecimento humano e do aprendizado

Na modernidade, Kant (1724-1804) recupera as ideias de Descartes (1596-1650) sobre conhecimento, que envolve um sujeito epistêmico -que se trata de um sujeito “que conhece”- liberto da metafísica, pois agora a mente humana é tratada como instrumento útil e eficaz de sintetização e organização das informações obtidas por meio dos sentidos e do contato com o mundo, a partir do uso de mecanismos lógicos da própria mente.

Trata-se de uma concepção demasiadamente inovadora para a época, chamada pela literatura de "revolução copernicana" na área da filosofia (MARTINI, 2006), estava diretamente relacionada com novas descobertas envolvendo a compreensão acerca do funcionamento da mente, da produção de conhecimento e a metodologia científica, verificando haver uma relação biológica entre a gênese de conhecimento e a mente humana (ZARO et al., 2010).

A literatura costuma indicar Jean Piaget (1973, 1987) como o pioneiro desse pensamento, que transforma qualitativamente a abordagem do aprendizado do ser humano, que passa de uma especulação para uma pesquisa empírica, ao descrever sobre a formação do pensamento e do arcabouço de conhecimentos do ser humano, em um estudo sobre a epistemologia genética.

No referido estudo, o cientista analisa as estruturas mentais, suas naturezas e complexidades, verificando como estas se comportam ao longo das etapas de todo o aprendizado que o indivíduo passa em sua vida. Jean Piaget iniciou seu estudo analisando seus próprios filhos e posteriormente passou a estudar um quantitativo maior de crianças, sendo, ao final, capaz de identificar as principais etapas de um processo de aprendizagem. Segundo o estudioso, esse processo possui termo inicial com a percepção do mundo pela criança e

caminha, ao longo do amadurecimento dando ensejo a construções mentais lógicas, formais e abstratas, que processadas em conjunto permitem que o indivíduo processe informações mais complexas.

O cientista elaborou um esquema no qual descreveu como seria a base do processo permanente de aprendizado que ocorre na mente do ser humano, que envolve três etapas principais, sendo elas: (i) a de assimilação, quando o indivíduo se depara com novas informações; (ii) de acomodação, em que as novas informações se relacionam ao arcabouço cognitivo que o indivíduo já possuía; e de (iii) equilíbrio, na qual ocorre um novo arranjo das estruturas cognitivas existentes, em razão das transformações provocadas pelo contato das novas informações com as já existentes.

O referido esquema, sem dúvidas, pode ser considerado um modelo correto, contudo é inevitavelmente incompleto, pois apenas descreve um processo simplificado e básico de aquisição, consolidação e lembrança de memórias, aos olhos da neurofisiologia (ZARO et al., 2010). No entanto, as observações de Jean Piaget serviram de suporte para grandes e complexas interpretações pedagógicas, que estruturam o modelo do pensamento disseminado na atualidade, inclusive aqueles relacionados com processos de ensino-aprendizagem (MARTINI, 2006).

Um dos modelos inspirados pelas ideias de Jean Piaget é o construtivismo¹, que se trata de teoria que considerada de extrema relevância a participação do estudante no processo de construção dos seus conhecimentos. Sendo este um modelo que não é considerado com apto a cobrir integralmente as necessidades científicas acerca da pesquisa educacional contemporânea, principalmente em relação ao ensino superior, que é detentor de mais variáveis e maior complexidade. Essa limitação talvez diga respeito ao fato dos alunos do ensino superior, em sua grande maioria, já serem adultos, ultrapassando a faixa etária de estudo de Jean Piaget.

Com base nas novas exigências educacionais, que decorrem principalmente do uso massivo de tecnologias na área da educação, assim como pela nova concepção acerca das diferentes necessidades estudantis, tanto cognitivas e motoras, quanto afetivas e culturais da sociedade, bem como de cada área de conhecimento em particular, a literatura tem apontado a neuroeducação como terreno fértil para o desenvolvimento de uma pesquisa multidisciplinar e

¹ Trata-se método inspirado nas ideias de Jean Piaget, baseado no estímulo à curiosidade, pois visa incentivar o aluno a buscar respostas a partir dos conhecimentos que já possui, bem como com base na interação com os outros alunos. Assim, o construtivismo consiste em proposta de ensino na qual o aluno deve participar ativamente de seu próprio aprendizado, com uso da experimentação, pesquisa em equipe, estímulo a solucionar suas dúvidas e ao desenvolvimento do raciocínio crítico (PEREIRA).

dinâmica, capaz de oferecer soluções para os desafios decorrentes do processo de ensino e aprendizagem (ZARO et al., 2010).

A Neuroeducação

A literatura aponta Show e Stewart (1972) e Gardner (1974) como os principais estudiosos da neuroeducação (*apud* TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008), sendo este último bem conhecido no Brasil devido a sua teoria sobre inteligências múltiplas² (GARDNER, 2001, 2005). Esses autores, estabeleceram os princípios-chave da neuroeducação, dentre os quais está a noção de que inexistem dois cérebros idênticos, não só em razão das diferenças congênicas, como também das experiências vivenciadas por cada um.

Sheridan et al (2005) também possuem um papel relevante quanto ao estudo da neuroeducação, sendo os principais responsáveis por identificarem os problemas práticos existentes nas escolas contemporâneas, que envolviam as áreas da neurologia, psicologia e educação, concomitantemente; que podiam ensejar problemas de funcionalidade, e até de ética, na instituição.

Como situação problemática exemplificativa, tem-se: (i) o caso da realização de tomografias computadorizadas nos alunos, que tem sido levada pelos pais dos estudantes como forma de encontrar uma forma de intervenção mais eficaz no desenvolvimento intelectual do educando; (ii) a possibilidade de aplicação do *dopping* intelectual³, que consiste no uso de fármacos capazes de potencializar a atenção e a capacidade de concentração; e pela (iii) contratação de neurocientistas pela indústria de desenvolvimento de softwares educacionais.

Isso apenas revela que as exigências da sociedade atual, indicam a necessidade da criação da profissão de neuroeducador. Inclusive, em 2007, Howard Gardner já havia identificado que faltava um elo entre os ramos da neurologia, psicologia e educação, sendo este elo fundamental para fins de formar profissionais neuroeducadores (SHERIDAN et al., 2005).

² A referida teoria, de autoria do psicólogo Howard Gardner, foi um verdadeiro contrapeso ao paradigma da inteligência única. Ela propunha que a vida humana exige o desenvolvimento de várias inteligências, mantendo a definição de que a inteligência se trata da capacidade de resolver problemas ou de fazer coisas importantes. Ao final, o psicólogo identificou oito tipos de inteligências, sendo elas: naturalista, linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal e sinestésica, intrapessoal e interpessoal (SOUZA, 2015).

³ A utilização de drogas, por pessoas saudáveis, com o objetivo de melhorar o funcionamento das suas funções cerebrais, bem como aprimorar seu desempenho cognitivo, tem sido chamado de *dopping* intelectual (TRIGUEIRO, 2015).

Essas três áreas estão tão relacionadas, que podem se unir formando a neuropsicopedagogia, neuropsicologia e psicopedagogia, como se pode observar no quadro abaixo:

	Neuropsicopedagogia	Neuropsicologia	Psicopedagogia
Bases	Neurociência + Psicologia + Pedagogia	Neurociência + Psicologia	Psicologia + Pedagogia
Instrumentos de avaliação	Faz uso de testes não privativos (instrumentos que podem ser utilizados tanto pela Psicologia quanto por outras profissões), realizando avaliação, intervenção e acompanhamento do indivíduo com dificuldades de aprendizagem, transtornos, síndromes ou altas habilidades que causam prejuízo na aprendizagem escolar e social.	Faz uso de instrumentos especificamente padronizados avaliando as funções neuropsicológicas (habilidades de atenção, percepção, linguagem, raciocínio, abstração, memória, aprendizagem, habilidades acadêmicas, processamento de informações, visuoconstrução, afeto, funções motoras e executivas).	Faz uso de métodos, instrumentos e recursos próprios para a compreensão do processo de aprendizagem, cabíveis na intervenção.
Atuação	Atua na avaliação, intervenção, acompanhamento, orientação de estudos e no ensino de estratégias de aprendizagem.	Atua no diagnóstico no tratamento e na pesquisa da cognição, das emoções, da personalidade e do comportamento sob o enfoque da relação entre estes aspectos e o funcionamento cerebral.	Atua em Educação e Saúde que se ocupa do processo de aprendizagem considerando o sujeito, a família, a escola, a sociedade e o contexto sócio-histórico, utilizando procedimentos próprios, fundamentados em diferentes referenciais teóricos
Semelhanças	Natureza Multiprofissional, inter e transdisciplinar e o estudo do desenvolvimento humano e dos processos de ensino e aprendizagem.		

Fonte: RUSSO, 2015 *apud* HENNEMANN, 2015.

A consequência dessa observação do conjunto de novas necessidades da sociedade, foi importante para que os pesquisadores pudessem estudar de forma direcionada, estabelecendo os objetivos e padrões adequados pretendidos para essa nova área interdisciplinar do conhecimento. Com base nessas informações, a neuroeducação ganhar corpo, com fulcro criar modelo de ensino e aprendizado adequado para potencializar a aborção de conhecimentos e o desenvolvimento da inteligência dos estudantes, utilizando como base conceitos que integrem as áreas da neurociência, psicologia e da educação (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

Segundo Tracey Tokuhama-Espinosa (2008), ao analisar a neuroeducação pelo ponto de vista da psicologia, entende-se que o objetivo principal dessa ciência é explicar os comportamentos no processo de aprendizagem, onde enquanto os neurologistas analisam o cérebro, os psicólogos se ocupam da mente, de forma que são atividades complementares e não

antagônicas. Como exemplo, a autora cita o estudo e explicações sobre as emoções durante o processo de aprendizado, nos momentos de tomada de decisão e nas motivações dos alunos para o aprendizado.

Assim, uma correlação das citadas áreas com a educação, poderia resultar na elaboração de métodos de aprimoramento das práticas de sala de aula. Nesse cenário, o conhecimento acerca das mudanças neuronais que ocorrem durante o aprendizado, de responsabilidade da neurociência, em conjunto com a observação e documentação dos comportamentos dos estudantes na sala de aula, da alçada da psicologia; seriam importantes para fins de verificar a eficiência das práticas utilizadas, permitindo, ao final, encontrar a técnicas e métodos que sejam capazes de melhorar o processo de aprendizado.

Com isso, tudo indica que cabe aos três ramos científicos - juntamente com outras áreas que atualmente se encontram interligadas a atividade educacional, tais como a produção de mídia, designers, produtores de tecnologias, dentre outros-, unirem esforços e saberes com escopo de identificar os padrões metodológicos mais adequados e favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem de dada turma, lembrando que este estudo deve sempre levar em consideração os aspectos fisiológicos, psicológicos, culturais, sociais, dentre outros, da amostra que esteja sendo estudada.

Mariale Hardiman e Martha Bridge Denckla (2009), conceituam neuroeducação como sendo uma nova área de conhecimento da neurociência, na qual se estuda a aprendizagem e que engloba os neurocientistas e os educadores que pretendem utilizar das pesquisas sobre aprendizagem de alguma forma. Ainda, as autoras afirmam que, apesar da associação das três áreas parecer algo óbvio, não consiste em tarefa fácil e direta, pois cada campo é estruturado em conceitos, linguagens e abordagens diferenciadas, com base nos quais cada uma define suas respectivas técnicas de produção e validação das informações e dos conhecimentos.

Devido a isto, recomendam que as referidas áreas de conhecimento devem buscar encontrar um método que seja ideal, comum à todas as três, e que seja capaz de traduzir os resultados obtidos de suas pesquisas. Para tanto, devem-se iniciar os estudos em laboratórios de neurocientistas, com base nos quais será possível a elaboração de um modelo pedagógico adequado e aplicável.

Por fim, a literatura ressalta a importância das áreas atuarem dentro de uma margem de flexibilidade quanto para agir, pensar e definir prioridades, tendo em vista que a neuroeducação consiste em campo multidisciplinar. Assim, é preciso delimitar os temas comuns às áreas, bem

como determinar que as abordagens e interação entre as áreas se dê de forma equilibrada, não devendo nenhuma se impor sobre a outra. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008)

Conceitos e principais princípios da neuroeducação

Diante da importância do equilíbrio entre as áreas no estudo da neuroeducação, buscou-se delimitar alguns temas que seriam comuns ao campo da neurociência, da psicologia e da educação, para serem utilizados de base de conhecimentos já estruturados ou como instrumento orientador da pesquisa.

Tracey Tokuhama-Espinosa (2008), ao tratar do tema das possíveis delimitações de abordagens no estudo da neuroeducação, ela enumera alguns princípios que considera como sendo básicos, em torno dos quais se estruturam as principais premissas que tocam as três áreas, ressaltando que não há hierárquica de relevância entre elas. Os princípios elencados pela autora são baseados nas seguintes premissas:

- (i) Motivação é necessária, pois os alunos motivados aprendem melhor do que os não motivados;
- (ii) Deve-se evitar situações de estresse, pois ele é capaz de prejudicar o aprendizado;
- (iii) É preciso trabalhar a ansiedade do aluno, pois isto pode bloquear suas oportunidades de aprendizado;
- (iv) É importante manejar possível estágio de depressão, pois a depressão é capaz de impedir o aprendizado;
- (v) O controle do tom de voz utilizado é imperioso, pois este é rapidamente julgado pelo cérebro dos indivíduos como algo ameaçador ou não;
- (vi) Ter ciência de que as expressões faciais das pessoas são jogadas quase que instantaneamente é necessário para que se controle possíveis expressões que possam ser interpretadas como más;
- (vii) Dar feedback é importante para o processo de aprendizado;
- (viii) As emoções interferem diretamente o processo de aprendizado, possuindo um papel-chave nessa trajetória;
- (ix) Deve-se saber que o movimento é capaz de potencializar o aprendizado;

- (x) O humor consiste em ferramenta eficaz no aprendizado, pois pode potencializar o aprendizado do aluno;
- (xi) A nutrição também possui papel impactante no aprendizado;
- (xii) Deve-se zelar pelo sono, pois a ausência dele prejudica a consolidação de memórias;
- (xiii) Existem diversos estilos de aprendizado, ou seja, o cérebro de cada indivíduo possui uma preferência cognitiva; e
- (xiv) A necessidade de planejamento de variados métodos de ensino e aprendizagem, está correlacionado as diversas inteligências existentes.

Além desses princípios, que notoriamente relacionam-se a cada estudante, de forma particular, a autora afirma que existem outros que são aplicados de forma ampla, podendo ser aplicado por qualquer prática instrucional, dentre os quais citamos os que consideramos mais importantes para o processo de aprendizagem:

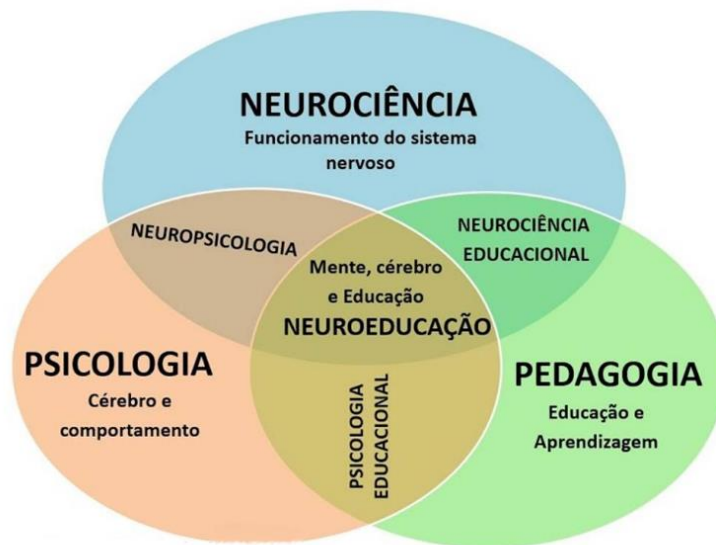
- (i) Cada cérebro possui sua organização própria;
- (ii) O cérebro é complexo, dinâmico e está em constante modificação;
- (iii) Os cérebros são continuam em desenvolvimento durante toda a vida;
- (iv) O aprendizado também é baseado na habilidade cerebral de aprender com experiências boas ou ruins, por meio de uma autorreflexão;
- (v) O aprendizado envolve a habilidade do cérebro de aprender os padrões;
- (vi) O aprendizado também envolve a capacidade cerebral de criar;
- (vii) O aprendizado pode ser potencializado por desafios, bem como inibido por ameaças;
- (viii) O cérebro passa por mais momentos de flutuações do que atenção;
- (ix) aprendizado diz respeito tanto a atenção focada quanto a periférica;
- (x) O cérebro é um órgão social e cresce conforme a pessoa interage com o mundo, mas também cresce com a autorreflexão;
- (xi) O processo de aprendizado envolve tanto o consciente quanto o inconsciente;
- (xii) Existem diferentes sistemas de memória: de curto e longo prazo, de trabalho, de viés emocional, de hábitos, etc; e
- (xiii) A equação do processo de aprendizado pode ser definida da seguinte forma:
Memória + Atenção = Aprendizado.

A literatura tem se posicionado no sentido de ser não só relevante, como também urgente, a consolidação dessa nova área de pesquisa, uma vez que o diálogo entre essas três áreas, são capazes de criar metodologias de aplicabilidade exitosa no âmbito do ensino e da aprendizagem (ZARO et al., 2010), sendo algo que vai crescer na sociedade como um todo.

A maioria dos estudos neurocientíficos versam sobre a análise e compreensão de diversos aspectos dos seres humanos e animais, inclusive sobre como eles aprendem, contudo, poucos, ou quase nenhum, estudos se voltaram para fins de verificar qual a melhor forma de ensinar os seres humanos com o objetivo de aumentar seu aprendizado o máximo possível. Isto pode ser verificado nas diversas dissertações publicadas nos últimos anos que versaram sobre o ensino baseado no cérebro ou na elaboração/estudo de metodologias neurocientíficas relacionadas com o processo de aprendizado, em que a vasta maioria examinou a aplicação dessas técnicas, mas poucas tentaram justificar as técnicas (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

A psicologia foi uma das primeiras áreas científicas que se ocupou de estudar o processo de ensino e aprendizagem com vistas a aprimorá-lo. Para tanto, partiu de seu rico arcabouço de conhecimentos sobre o comportamento do ser humano, os aspectos motivacionais, afetivos, entre outros conceitos envolvidos no processo de aprendizagem. Ao estabelecer uma ponte com a neurociência, que apresentou abordagens diferenciadas sobre os temas, tanto em relação a pedagogia, quanto a outras áreas envolvidas no processo educacional, houve a necessidade de se realizar uma nova análise desses processos, analisando o ser humano a partir de uma visão sistêmica, o que tornou necessário um estudo multidisciplinar acerca da temática.

Com isso, as áreas da psicologia, neurociência e educação, que antes atuavam de forma independente, começaram a realizar ligações e correlações conceituais, pautada fortemente na interdisciplinaridade, dando ensejo ao surgimento da neuroeducação:



Fonte: TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008

Assim, a neuroeducação ganhar corpo, se apresentando como campo multidisciplinar que interliga principalmente a psicologia, a neurociência e a educação, e sendo capaz de oferecer conceitos inovadores para serem aplicados ao processo de ensino e aprendizagem.

Nota-se, então que a compreensão dos pormenores do processo de construção do conhecimento possui demasiada, pois oportuniza a elaboração de ações que oportunizem o desenvolvimento intelectual dos estudantes da melhor forma possível. Para que o processo de ensino e aprendizagem reste exitoso, é necessário que sejam bem estimulados os mecanismos de linguagem, atenção, memória e esquecimento, bem como que haja uma boa alimentação e sono de qualidade, pois o aprendizado envolve diversos aspectos da vida do estudante além do cognitivo, tais como o psicológico, o fisiológico e o social.

A psicologia já estudava a cognição há muito tempo, estudando os conceitos correlatos à temática, avançando em pesquisas sobre possíveis variações e acerca das melhores formas de estímulo da cognição humana. Nesse meio, a compreensão dos mecanismos cerebrais são importantes para a entender a aprendizagem e a memorização do ser humano, verificando de que forma os componentes genéticos, ambientais, emocionais, assim como fisiológicos, interferem; e a melhor forma que podem ser trabalhado para potencializar o aprendizado do indivíduo (BLAKEMORE; FRITH, 2009).

Corroborando com essa ideia, alguns autores se posicionam favoráveis ao conhecimento de todo o mecanismo cerebral relacionado com o aprendizado: (i) a neurogênese, que é a fase de formação; (ii) migração neuronal; (iii) proliferação dos axônios e dendritos; (iv) da

sinaptogênese, responsável pela comunicação entre neurónios; (v) da mielinização, que agiliza a comunicação dos neurónios; (vi) da poda sináptica, que consiste no momento em que as sinapses inúteis são dispensadas; e (vii) da apoptose, que se trata da morte celular (SEIXAS, 2004).

Esses autores entendem que a que o conhecimento dos pormenores do sistema nervoso, permite que a prática pedagógica respeite o funcionamento cerebral e, ainda, se molde de forma a tornar mais eficiente o ensino e aprendizado (GUERRA, 2011).

Os estudos neurocientíficos revelaram que existem períodos chamados de “janelas de oportunidades”⁴, que se trata de momentos em que o cérebro se apresenta mais tendencioso para aprender, pois o estabelecimento de conexões entre as áreas cerebrais está mais favorável. Assim, caso uma habilidade não seja estimulada nesse período sensível ao aprendizado, isso não significa que ela nunca mais poderá ser assimilada, mas sim que será necessário um maior empenho do indivíduo para o desenvolvimento daquela capacidade (BARTOSZECK, 2009). Ou seja, ter conhecimento das particularidades destes períodos significa saber explorá-lo da melhor forma possível (SANTOS; SOUZA).

O quadro abaixo mostra as idades e as respectivas janelas de oportunidades (DOHERTY, 1997 *apud* BARTOSZECK, 2007):

JANELAS DE OPORTUNIDADES - Períodos mais propícios ao desenvolvimento de habilidades	
Funções	Faixa ótima de desenvolvimento
Visão	0-6 anos
Controle emocional	9 meses-6anos
Formas comuns de reação	6 meses-6 anos
Simbolos	18 meses-6anos
Linguagem	9 meses-8 anos
Habilidades sociais	4 anos-8 anos
Quantidades relativas	5 anos-8 anos
Música	4 anos-11 anos
Segundo idioma	18 meses-11anos

Fonte: DOHERTY, 1997 *apud* BARTOSZECK, 2007.

Nesse diapasão, urge comentar que o cérebro do indivíduo adulto, apesar de não possuir a mesma capacidade cerebral das crianças, no entanto, a capacidade de aprender se mantém pelo resto da vida, conforme revelou estudo sobre a plasticidade neural dos indivíduos

⁴ Urge mencionar que muitas mídias já apresentaram o conceito de “janelas de oportunidades” de forma errônea e inadequada, sendo definidas como momentos em que o cérebro poderia se fechar caso não fossem executadas certas medidas urgentes ou, ainda, que as janelas de oportunidades têm relação com a impossibilidade de ocorrer o aprendizado. Nessa época, em que se acreditava que o cérebro só poderia ser estimulado em uma dada fase da vida, era chamado de “período crítico do desenvolvimento” (BARTOSZECK, 2009).

(CONSENZA E GUERRA, 2011). Bartoszeck (2007), pautado nos estudos de Doherty (1997), apresenta as seguintes funções que podem ser estimuladas em determinadas faixas etárias

Algumas estratégias parecem ser importantes nesses períodos de sensibilidade ao aprendizado, tais como a utilização de jogos e outras atividades de entretenimentos que motivem o interesse dos estudantes e os incentivem a participar ativamente; o uso de elementos de diferenciação que seja capaz de prender a atenção do educando durante o momento do ensino; eliminação de possíveis fatores de inibição que tenham o potencial de bloquear a estimulação do estudante (PERUZZOLO; COSTA, 2015, p.7), dentre outros.

Deve-se ressaltar que, apesar da junção da neurociência, da psicologia e da educação ter se mostrado algo vantajoso, confirmado pelo incentivo ao desenvolvimento dessa nova área de estudo que é a neuroeducação; existem ainda alguns problemas que permeiam a boa interlocução entre esses três componentes da neuroeducação. Isso porque, como por exemplo, enquanto um estuda o comportamento dos indivíduos, o outro analisa as características bioquímicas, espaciais, fisiológicas etc., do sistema nervoso em relação a esse comportamento; motivo pelo qual, conforme já comentado, é necessário que as áreas encontrem seu ponto de equilíbrio, sendo necessário uma harmonização e convergência de conceitos, para que possam andar e progredir de forma conjunta (SEIXAS, 2014, p. 51).

O surgimento da neuroeducação vem acompanhado de um grande leque de possibilidades, mormente em relação a educação inclusiva, pois não há um padrão a ser imposto, mas sim um estudo com vistas a encontrar o método de ensino e aprendizagem mais adequados para desenvolver a capacidade daquele aluno ou turma. Dessa forma, é possível utilizar de caminhos alternativos para alunos que possuam alguma dificuldade de constituição cognitiva. (COSENZA; GUERRA, 2011, p.139)

Na verdade, a neuroeducação não parece objetivar uma nova pedagogia, mas sim de demonstrar que a utilização de técnicas que respeitem a forma de funcionamento cerebral durante o processo de aprendizagem são mais eficientes, e, a partir disso, orientar a forma de ensino com vistas a obter o máximo de aprendizado do estudante.

Algumas pesquisas revelam que os educadores têm se mostrado favoráveis ao uso dos achados neurocientíficos no processo educativo, no entanto, para que isso seja possível, é preciso que as práticas a serem utilizadas sejam estruturadas de forma mais concreta, de forma que devem ser inseridas desde o momento da formação profissional do educador, ensinando o profissional a considerar as individualidades de todo aluno, mormente quanto as suas

dificuldades, verificando suas causas, para que seja possível agir sobre elas. Segundo Ramon Moreira Cosenza e Leonor Bezerra Guerra (2011):

Os avanços das neurociências possibilitam uma abordagem mais científica do processo ensino-aprendizagem, fundamentada na compreensão dos processos cognitivos envolvidos. Devemos ser cautelosos, ainda que otimistas em relação às contribuições recíprocas entre neurociências e educação[...] descobertas em neurociências não autorizam sua aplicação direta e imediata no contexto escolar, pois é preciso lembrar que o conhecimento neurocientífico contribui com apenas parte do contexto em que ocorre a aprendizagem. Embora ele seja muito importante, é mais um fator em uma conjuntura cultural bem mais ampla.

Dessa forma, tudo indica que o uso da neuroeducação é algo promissor para o processo de ensino e aprendizagem, pois se baseia no conhecimento da forma como o cérebro processa a aprendizagem para, a partir disso, verifique quais práticas educacionais são mais eficientes para garantir o máximo de aprendizado ao aluno, tornando-o cada vez mais produtivo e desenvolvido intelectualmente.

Considerações Finais

Como é sabido, o mundo é naturalmente mutacional e diversificado, e essas transformações e variações podem ser percebidas e sentidas nos mais diversos campos sociais. Assim, a diversidade cultural, a mudança na estrutura familiar e os avanços tecnológicos, são perceptíveis e podem incidir de forma positiva ou não sobre os alunos, podendo ajudar ou prejudicar o desempenho cognitivo do indivíduo. Somado a isso, diversos estudos têm discutido acerca da dificuldade de aprendizagem dos estudantes ser a prova de que algo está errando, acusando, dentre outros pontos, a necessidade de modificação das práticas pedagógicas hodiernamente utilizadas.

Nesse cenário, a percepção dos possíveis reflexos dessas transformações sociais no âmbito escolar, é importante para que a instituição de ensino e os profissionais da educação, analisem a necessidade de se atualizarem, bem como de aprimorem suas práticas educacionais, para que os alunos aprendam de forma mais eficiente, assim como estejam devidamente preparados para as mudanças sociais da contemporaneidade.

Outrossim, sabe-se que o principal objetivo da educação é de garantir o pleno e integral desenvolvimento do ser humano, tanto intelectual quanto pessoal, para que ele possa, posteriormente, ser inserido na sociedade e no mercado de trabalho, sem maiores problemas. Assim, a instituição de ensino funciona como veículo de cultura, valores, de construção de

conhecimentos e desenvolvimento de habilidades. Nesse meio, o educador deve ser capaz de aplicar método de ensino que permita a todos a frutificação de seus talentos, da capacidade crítica e criativa.

Frente as diversas transformações que tem ocorrido na atualidade, o presente estudo visou demonstrar como a utilização da neuroeducação pode ser positiva para a educação, pois pode consistir em método eficaz de direcionamento da aprendizagem para que esta ocorra da forma mais proveitosa possível. Dessa forma, trata-se de área capaz de contribuir positivamente para o aprimoramento e melhor aproveitamento do processo de ensino e aprendizagem.

De fato, ainda estamos longe de alcançar um processo educacional perfeito – e talvez nem seja possível alcançar essa situação devido as particularidades cerebrais de cada indivíduo -, mas é preciso que sempre se esteja persistindo em encontrar essa perfeição educacional, pois isso é, no mínimo, a garantia de que o processo de educação sempre estará melhorando e buscando se adaptar as individualidades cognitivas do alunos, com vistas a encontrar o melhor processo de aprendizagem para que o aluno aprenda o máximo possível e da melhor forma possível.

Nessa busca, a neuroeducação tem se revelado bastante promissora quanto as suas contribuições para o aperfeiçoamento e adequação práticas pedagógicas as necessidades dos estudantes, isto porque o conhecimentos dos pormenores do funcionamento cerebral no processo de aprendizagem, é importante não apenas para elaborar um método pedagógico condizente com os momentos pertinentes para a estimulação do aprendiz, mas também para fins do educador ser capaz de identificar os alunos que possuem algum problema de funcionamento cerebral que esteja interferindo em seu aprendizado, para, assim, direcionar o estudo desse estudante de acordo com suas particularidades.

Ademais, é instrumento imprescindível para o aprendizado de indivíduos que possuam necessidades especiais em relação ao processo de aprendizado, seja em razão de algum problema físico ou sensorial, oportunizando que as capacidades cognitivas desses indivíduos ocorram de forma plena, assim como ocorre com os estudantes que não possuem algum tipo de deficiência. Nesse contexto, a neuroeducação revelará qual a melhor forma de orientar o discente, seja quanto ao ensino, ou a sua alimentação, ou desenvolvimento de projetos, etc; objetivando, ao final, potencializar sua capacidade cognitiva e desenvolvimento de suas capacidades.

Conforme comentado, cada indivíduo é singular e possuem sua forma particular de aprendizado, que decorrem de suas características fisiológicas, psicológicas, emocionas,

cognitivas, dentre outras; sendo essas características aquelas que indicarão o melhor método pedagógico a ser utilizado para que seu aprendizado seja o mais proveitoso possível.

Sendo assim, a neuroeducação contribui positivamente para o ramo educacional, pois permite a formulação e aplicação métodos educacionais condizentes com as individualidades, bem como a devida implementação de atividades e outros projetos para que sejam aplicados de formas mais efetiva, ao passo que permite focar e intervir de forma adequada e no momento certo.

Referências

ARIAS, José O. Cardentey; YERA, Armando Pérez. O que é a Pedagogia Construtivista? **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 5, n. 8, jul/dez. 1996.

BARTOSZECK, Amauri Betini; BARTOSZECK, Flávio Kulevicz. Percepção do professor sobre neurociência aplicada à educação. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 7-32, jan./jun. 2009.

_____. Neurociência dos seis primeiros anos: implicações educacionais. **EDUCERE - Revista da Educação**, 9 (1), p.7-32, 2007.

BLAKEMORE, Sarah-Jayne; FRITH, Uta. **O cérebro que aprende**. Lisboa: Gradiva, 2009.

COLELLO, Sílvia de Mattos Gasparian. Compreender bem para ensinar melhor. **Neuroeducação**, São Paulo, Segmento, n. 9, 2017.

COSENZA, Ramon Moreira; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

GARDNER, Howard. **The shattered mind**. New York: Knopf Vintage Paperback, 1974.

_____. **Inteligência: um conceito reformulado**. (Silva, A.C., Trad.). Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

_____. **Mentes que mudam** (Veronesi M.A.V., Trad.). Porto Alegre: Bookman, Artmed, 2005.

GUERRA, Leonor Bezerra. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocação**. 4(4), p. 3-12, 2011.

HARDIMAN, Mariale; DENCKLA, Martha Bridge. **The Science of Education: Informing Teaching and Learning through the Brain Sciences**, 2009. Disponível em: <<http://www.dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=23738>>. Acesso em: 10/07/2019.

HENNEMANN, Ana Lúcia. **Considerações sobre o livro Neuropsicopedagogia Clínica - Introdução, Conceitos, Teoria e Prática.** Novo Hamburgo, 2015.

OLIVEIRA, Angélica Moreira; ROSSI, Mara Shirley. Neuroeducação: um novo conceito de aprendizagem? **Revista UNIPLAC**, v. 5, n. 1, 2017.

DE OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, 18(1):13-24, janeiro/abril 2014.

PERUZZOLO, Sandra Regina; COSTA, Gisele Maria Tonin. Estimulação precoce: contribuição na aprendizagem e no desenvolvimento de crianças com deficiência intelectual (di). **Revista de Educação do IDEAU**, v. 10, n. 21, 2015.

ROTTA, Newra. OHLWEILLER, Lygia. RIESGO, Rudimar. **Transtornos de Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

SANTOS, Calline Palma; SOUSA, Késila Queiroz Sousa. A neuroeducação e suas contribuições às práticas pedagógicas contemporâneas. **8º Encontro Internacional de Formação de Professores. 9º Fórum Permanente de Inovação Educacional.** 2016. Disponível em: < <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/viewFile/1877/777>>. Acesso em: 10/07/2019.

SEIXAS, Sônia Raquel. Da Neurobiologia das Relações Precoces à Neuroeducação. **Revista Interacções.** v. 10, n. 30, p. 44-71, 2014.

SHERIDAN, Kimberly; ZINCHENKO, Elena; GARDNER, Howard. Neuroethics in education. In ILLES, Judy (Ed.). **Neuroethics.** Oxford: Oxford University Press, 2005.

SILVA, Fiderisa; MORINO, Carlos Richard Ibañez. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento**, Rio Grande, 21 (1): 29-50, 2012.

SOUZA, Taiz de. **A Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner.** Psiconline. 2015. Disponível em: < <https://www.psiconline.com/2015/05/teoria-das-inteligencias-multiplas-de-gardner.html>>. Acesso em: 10/07/2019.

TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science).** Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Capella University, Mineápolis, Minnesota. 2008.

TRIGUEIRO, Emilia Suitberta de Oliveira. Adolescentes e o doping intelectual: elementos para o debate. **Anais do IV Seminário Internacional: "A educação medicalizada: desver o Mundo, perturbar os sentidos".** Salvador, 2015.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências.** Porto Alegre: Artmed, 2010

ZARO, Milton Antonio; ROSAT, Renata Menezes; MEURELES, Luis Otoni Ribeiro; SPINDOLA, Marilda; AZEVEDO, Ana Maria Ponzio de; BONINI-ROCHA, Ana Clara Bonini-Rocha; TIMM, Maria Isabel. Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da

neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciências & Cognição**, Vol 15 (1), p. 199-210, 2010.



Como citar este artigo (Formato ABNT):

CAMPELO, Maria Paula Silvestre; FERREIRA, Francisco Renato Silva; OLIVEIRA, João Batista Monte de; CAVALCANTE JÚNIOR, Pedro João; BRITO, João Gabriel Cordeiro de; OLIVEIRA, Sidney Medeiros de. As Contribuições da Neuroeducação para a Aprimoramento e Resolução de Problemas de Aprendizagem . **Id on Line Rev.Mult. Psic.**, Dezembro/2020, vol.14, n.53, p. 120-137. ISSN: 1981-1179.

Recebido: 01/11/2020;

Aceito: 08/11/2020.