

NEUROEDUCAÇÃO:

a relação entre a ciência do cérebro e a prática educacional

Raquel Bragança Menegusse¹

Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

Patrícia Lima de Paula²

Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

Linha de Pesquisa: Educação

RESUMO

A educação vem passando por diversas transformações ao longo da história com o intuito de melhorar os processos de ensino aprendido e de proporcionar ao indivíduo pleno desenvolvimento em todas as esferas. Dessa forma, o presente trabalho, a partir de pesquisas bibliográficas qualitativas de revisão de literatura, tem por objetivo reforçar a importância de a educação ser estudada como ciência, que depende necessariamente de conhecimentos científicos de diversas áreas, tais como psicologia, biologia, neurociências, entre outras. Conhecimentos esses que relacionam as influências internas e externas e os mecanismos fisiológicos envolvidos na aprendizagem individual, para assim se conquistar um ambiente escolar acolhedor, inclusivo, agradável e facilitador da aquisição de conhecimento. Considerando esse fato, é muito eficaz que o professor produza pesquisas em neuroeducação, para lhe conferir maiores possibilidades de desenvolver estratégias de ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem. Educação. Memória. Neurofisiologia. Neuroplasticidade. Psicobiologia.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas em neurociência buscam o melhor entendimento das estruturas e funcionamento do sistema nervoso, em especial do encéfalo. Com os recentes avanços tecnológicos, os processos envolvidos no aprendizado têm sido elucidados (BLAKEMORE; FRITH, 2000). A neuroeducação é uma vertente interdisciplinar da

¹ Discente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Endereço: Rua Madre Maria Imaculada, 155/101 Teixeira, Juiz de Fora – MG. Celular: (32)998381259 E-mail: raquelmeneusse@hotmail.com

² Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – UniAcademia. Orientador(a).

neurociência que busca compreender os processos biológicos da aprendizagem, a fim de auxiliar a educação (FILIPIN, 2016).

Parte do trabalho dos educadores é o de mediar o aprendizado para o aluno, desenvolvendo estratégias que melhor atendam a cada etapa. Dessa forma, o desenvolvimento das ciências da educação deve ser encarado necessariamente como dependente das atualizações da neurociência, uma vez que os processos de aprendizado e cognição dependem de realizações neurais (MOREIRA, 2010).

De acordo com Gardner (2002), existem múltiplas inteligências, o que significa que cada indivíduo possui suas particularidades e sua forma de processar e armazenar novos conhecimentos. Dessa maneira, as estratégias metodológicas utilizadas pelos professores devem estar embasadas nas descobertas que tratam as relações entre o cérebro e a aprendizagem, a fim de garantir o melhor aproveitamento das habilidades de cada indivíduo sem reprimir ou obscurecer potencialidades.

Pelo fato de neurociências não fazer parte do currículo dos profissionais da educação, o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro para muitos ainda é quase nulo. Uma estratégia para melhor capacitação dos profissionais da educação é com pesquisas sobre neurociência pelos educadores e produções com linguagem adequada para aplicação em sala de aula. Nem sempre os neurocientistas trazem as pesquisas, que são fundamentais para a educação, com a linguagem adequada para o entendimento e execução prática nas escolas (MOREIRA, 2010).

Com o intuito de responder como a neurociência pode auxiliar os profissionais da educação para alcançar maior eficiência nos processos de ensino e aprendizagem, essa pesquisa tem como objetivo descrever os processos neurais envolvidos na aprendizagem e entender a influência de alguns fatores internos e externo nesses processos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado a partir de uma pesquisa bibliográfica científica teórica com propostas a serem aplicadas na prática docente, de caráter qualitativo e explicativo, a partir de revisão de literatura por meio de busca de artigos do banco

eletrônico tais quais Pubmed, Scielo, Pepsic e Google Acadêmico e em endereços eletrônicos governamentais. A partir desses bancos de dados foram obtidos artigos científicos, teses, dissertações, monografias e livros que foram utilizados de referencial teórico.

Foram selecionados trabalhos nas áreas de neurociência, educação, psicologia, fisiologia, psicobiologia, em línguas inglesa e portuguesa, publicados no período de 1990 a 2021. Para realização da pesquisa, foram utilizadas palavras chave como neuroeducação, fisiologia da aprendizagem, psicologia da educação, memória, neuroplasticidade e ciência para educação.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 A CIÊNCIA DA EDUCAÇÃO

Quando analisamos a educação a partir de um contexto histórico, percebemos que é uma esfera da sociedade de constante mudanças e adaptações. De acordo com o contexto social de cada momento, a educação passa a necessitar de revoluções, renovações e reconstruções de seus modelos, para assim atender às demandas da sociedade de forma mais eficiente acompanhado as inovações tecnológicas, científicas e sociais (PIMENTEL, 2007; RIBEIRO, 1993).

Periodicamente, a sociedade se transforma devido as novas possibilidades de interpretar a vida, provenientes de novos estudos e pesquisas, e das novas concepções do ser humano sobre qualidade de vida, política, religiões e afins. Partindo desse ponto, a educação passou por diversas transformações ao longo da história, desde suas origens com contações de história, das escolas filosóficas, influências religiosas, até escolas humanistas, científicas e de formação profissional. Da mesma forma, os modelos educacionais aplicados nas escolas também sofreram diversas mudanças no decorrer das décadas, sempre com o intuito de melhorar os processos de ensino aprendizado e de preparar o individuo de forma mais eficiente à vida em sociedade (PIMENTEL, 2007; RIBEIRO, 1993).

Com o tempo, a educação passou a valorizar as características subjetivas e valores carregados individualmente, com respeito à personalidade de cada aluno,

fugindo do modelo totalmente conteudista (PIMENTEL, 2007). Mudanças como essa, que buscam relacionar o aprendizado com as capacidades individuais de cada aluno são cada vez mais alvos de pesquisas de diversas áreas, como biologia, psicologia, neurociência, matemática, entre outras (LENT, 2016). Tais pesquisas buscam entender as relações entre o indivíduo, o ambiente e as metodologias educacionais, para assim se conquistar melhorias no processo de formação de indivíduos capazes de viver com qualidade em uma sociedade saudável.

Diversos pensadores realizaram estudos na área da psicologia cognitiva deixando até os dias de hoje um legado de estudiosos que continuam suas pesquisas. Autores nas áreas da psicologia, educação, biologia, entre outros, realizaram obras sobre ensino e aprendizagem que se assemelham muito com as novas constatações neurocientíficas relacionadas a esses processos - apesar de as análises críticas sobre esses autores variarem muito de acordo com o pesquisador (BASTOS; ALVES, 2013).

Como exemplo podemos considerar a perspectiva construtivista de Jean Piaget, que defendia que o aprendizado necessariamente se constitui por duas etapas: assimilação e acomodação. Resumidamente, ao ter contato com novas informações ou novas interações, ocorre o processamento, seleção e organização das mesmas, que ao se acomodarem passam a interferir na forma de agir e pensar do indivíduo (ANDRADE, 2003; FERRARI, 2008).

Outro estudioso que marcou a educação foi Lev S. Vygotsky, que defendia que o sujeito cria novas conexões e desenvolve novas habilidades a partir de sua inserção no meio social. Para Vygotsky, a aprendizagem e sua consolidação é muito favorecida pela intermediação e auxílio de outros indivíduos (ANDRADE, 2003; MIRANDA, 2004).

David Ausubel em sua teoria da aprendizagem significativa relaciona em partes os pensamentos de Piaget e Vygotsky, mas enfatiza a importância da carga de conhecimento preexistente do aluno e propõe a organização de novos conhecimentos em relação aos conhecimentos já consolidados (FERNANDES, 2011; RONCA, 1994).

Henri Wallon direcionou seus estudos a uma perspectiva inovadora, em que relaciona a afetividade ao desenvolvimento individual. O filósofo defende que os sentimentos e emoções são diretamente relacionados à cognição, em que um

determina a conquista do outro (FERREIRA; ACIOLY-RÉGNIER, 2010; SALLA, 2011).

Outro autor de grande importância que deixou grandes obras e transformações no pensamento educacional foi Paulo Freire. O educador defendeu que o aprendizado pode ocorrer ao longo de toda a vida para qualquer pessoa, considerando as emoções como influentes nos processos de aprendizado crítico, e relacionou os impactos das relações sociais ao aprendizado (BOCCHI, 2018; FREIRE, 1996).

Entre outros estudiosos, os mencionados acima se assemelham a conceito neurocientíficos como neuroplasticidade, consolidação de memória e remodelação neural. As relações das emoções e do contexto social a que está inserido também já foram comprovados pelos estudos neurocientíficos (BARRETO; SILVA, 2010; MOREIRA, 2010; RELVAS, 2009;) que serão vistos com mais detalhes nas próximas páginas.

A partir dessa breve observação das transformações ocorridas no ambiente educacional, reforça-se a importância da ciência produzida para a educação, que busca entender a educação como ciência. Essa visão da educação como ciência requer que as escolas não sejam meras transmissoras de conhecimento, mas que proporcionem estímulos, estratégias motivadoras, incentivem a descoberta e criticidade dos alunos e sua autonomia. É imprescindível que os profissionais da educação entendam e apliquem em sala de aula os conhecimentos da neurociência relacionados aos processos de ensino e aprendizagem.

3.2 APRENDENDO A APRENDER

3.2.1 Neuroplasticidade, aprendizado e memória

Quando falamos de aprendizagem devemos considerar se tratar de um processo complexo e que sua definição é variável com o contexto que se encontra. Neurocientistas e profissionais da educação podem apresentar perspectivas diferentes sobre essa definição, o que pode ocasionar em dificuldades de comunicação entre a educação e a neurociência (CHIESA, 2007). Entretanto, é de comum acordo (entre neurocientistas e educadores) que a aprendizagem envolva trocas com o meio social

do indivíduo. A capacidade de modificar o comportamento e alterar sua maneira de ser e agir a partir de experiências passadas é chamado de aprendizagem (MOREIRA, 2010). Esse processo ocorre no sistema nervoso por intermédio da plasticidade cerebral (MOREIRA, 2010; RELVAS, 2009).

Dessa forma, o aprendizado é um fenômeno natural de funcionamento do sistema nervoso e é também inevitável. O aprendizado não acontece apenas com a presença de um intermediador que intenciona passar conhecimentos, acontece naturalmente o tempo todo. O encéfalo (o cérebro é parte integrante do encéfalo) humano evoluiu a partir de estímulos que favoreceram a constante busca de conhecimento para solução de problemas e para conhecer o mundo que o rodeia. Essa busca por significados, adaptações a mudanças e assimilação de novas informações desencadeiam no sistema nervoso habilidade de modificar sua organização estrutural, as conexões feitas pelos neurônios e seu funcionamento (MOREIRA, 2010). Essas alterações nas estruturas dos neurônios e rearranjos das conexões entre os mesmos é chamada de neuroplasticidade. A plasticidade do sistema nervoso é responsáveis pela consolidação de memória, capacidade de acionar memórias e evocar lembranças em situações propícias (MOREIRA, 2010; RELVAS, 2009).

Essa neuroplasticidade acontece a partir da neurotransmissão, que é a forma que os neurônios se comunicam. A comunicação é um processo eletroquímico, em que a transmissão do impulso pelo corpo do neurônio, chamado potencial de ação, é elétrico e a mensagem liberada e captada é química, chamada de neurotransmissor. Ao receber um estímulo, o sistema nervoso gerar o potencial de ação, em que a mensagem percorre o axônio do neurônio emissor, o qual libera os neurotransmissores nas fendas sinápticas (espaço entre neurônios) que são captadas pelos dendritos de outros neurônios, que transmitirão esses sinais elétricos e químicos a outros neurônios formando assim uma teia de comunicação. Um neurônio pode se comunicar com diversos outros, de forma que essas novas sinapses (transmissão do impulso nervoso) aumentam a teia de comunicação ou fortalecem as preexistentes, caracterizando-se por plasticidade cerebral (GUYTON, 2011; LENT, 2010; MOREIRA, 2010).

Nesse sentido, a capacidade de aprendizado e a consolidação de memória não

está relacionada apenas à quantidade de neurônios, mas também à riqueza de conexões que existem entre eles (CHIESA, 2007). Essas novas conexões podem acontecer a partir de diversos estímulos incluindo novos estímulos, que fujam da rotina e/ou atividades que por repetição vai acarretar em novas habilidades ou competências, consolidando memória a partir dos estímulos recebidos do meio pelo sistema sensorial – visão, audição, tato, paladar, olfato – e em todas as fases da vida (MOREIRA, 2010; RELVAS, 2009).

3.2.2 Fatores que influenciam a aprendizagem

a) Emoções

É importante frisar que o processo ensino/aprendizagem está diretamente relacionado com as emoções. O homem constrói ideias e consolida memórias a partir da criação de símbolos e significados sobre determinado assunto. Essa criação de significado é dependente das emoções envolvidas durante a experiência, relacionando-se à motivação e interesse. Quando o indivíduo está em um ambiente seguro, confortável e feliz o aprendizado é muito mais eficiente do que quando está sob influência de estressores (BARRETO; SILVA, 2010; MOREIRA, 2010; SANTOS; BRUNO, 2009).

A emoção, apesar de muitas vezes de difícil identificação ou definição, é de presença constante no organismo. As emoções são respostas geradas pelo encéfalo a partir da interpretação do meio, como forma de comunicar de dentro para fora as necessidades daquele organismo. São acompanhadas de respostas motoras e endócrinas que preparam o corpo para ação, ou que proporcionam relaxamento. A emoção é resultado de inúmeros processos cerebrais e corporais, sendo impossível desvincular cognição, emoção e corpo (BARRETO; SILVA, 2010).

Estruturas encefálicas como hipocampo, hipotálamo e amígdala são atuantes nos processos emocionais (luta-fuga, raiva, prazer, motivação, entre outros) assim como nos processos de consolidação de memória, atenção, interpretação do meio, expressão e tradução de sentimentos em ação (MOREIRA, 2010).

Todas as atividades são geradas por emoções em busca de recompensa, mediados dentre outras regiões, pelo hipotálamo e amígdala,. Essa busca por recompensa gera motivação e liberação de neurotransmissores do prazer como a dopamina, serotonina, noradrenalina, ocitocina e endorfina, gerando assim uma vontade de repetição do comportamento que gerou essa sensação. Por outro lado, quando sob influência de estressores que podem gerar medo, ansiedade ou respostas de emoções negativas de punição, ocorre o processo inverso. Neurotransmissores como adrenalina, noradrenalina, cortisol, são liberados em situações de estresse como alerta de perigo, com atividade, também, da amígdala e hipotálamo. Esses neurotransmissores e hormônios relacionados ao estresse interferem na consolidação de memória e habilidade de concentração e aprendizado. Quando se mantém por longos períodos no organismo podem gerar comprometimento no sistema imunológico, ocasionar em ansiedade crônica, depressão, entre outros efeitos físicos no organismo (BARRETO; SILVA, 2010; GOMES; PEREIRA, 2014; SANTOS; BRUNO, 2009; ZUARDI, 2010).

Essa relação de cognição e emoção abre espaço para repensar as estratégias avaliativas, que geralmente geram grande estresse aos alunos, e considerar o impacto que essas alterações emocionais causam à nota.

b) Nutrição

Durante o desenvolvimento neural, uma série de fatores ambientais influenciam as programações genéticas, sendo a alimentação um desses fatores. A qualidade e a quantidade de alimentos ingeridos durante a primeira infância até a adolescência interferem diretamente no desempenho da vida escolar e nos processos de aprendizado e cognição. Nesse período o cérebro é extremamente sensível à estímulos ambientais, de maneira a permitir a formação de inúmeras novas conexões – plasticidade cerebral. A restrição de aminoácidos essenciais (adquiridos exclusivamente pela alimentação), de ácidos graxos, ferro, zinco, entre outros, compromete fortemente a formação de novas conexões e a capacidade plástica, além de favorecer casos de hiperatividade, falta de atenção e influenciar nos casos de depressão na adolescência e

vida adulta (HENSH *et al.* 1998; LENT, 2016; VELASCO *et al.*, 2015). Em contrapartida, consumo de gorduras em excesso pode comprometer o aprendizado (BEILHARSZ; MANIAM; MORRIS *et al.*, 2014), assim como altas quantidades de sódio ingeridos podem comprometer o funcionamento dos neurônios (SOUZA *et al.*, 2015).

É indispensável ressaltar a importância de manter uma alimentação saudável durante toda a vida. Diversos processos fisiológicos como a síntese de DNA, proliferação celular e metabolismo de neurotransmissores dependem de nutrientes essenciais (ANJOS, *et al.* 2013). Assim, considerando a atuação neural que os nutrientes ingeridos desempenham, uma alimentação de qualidade pode proporcionar melhora emocional, melhora do foco, concentração e desempenho escolar.

c) Atividade física

A prática regular de exercícios físicos proporciona inúmeros benefícios à saúde. Desde benefícios psicobiológicos até hormonais, cardiovasculares, de oxigenação do cérebro, síntese e degradação de neurotransmissores, diminuição dos níveis de colesterol e triglicerídeos, melhora da resposta imunológica, entre outros. Dessa forma, devido as alterações psicológicas, bioquímicas e fisiológicas, atividades físicas podem ser consideradas intervenções não medicamentosas minimizadoras de efeitos deletérios, tais como a degradação dos neurônios e comprometimento de conexões entre os mesmos (BARBOZA *et al.*, 2011).

Excesso de cortisol no organismo pode desregular as neurotransmissões o que compromete o humor, sono, acuidade dos sentidos, dentre outros, devido ao grande número de receptores presentes no cérebro. O exercício físico desempenha importante função no controle dos efeitos deletérios causados pelo aumento de cortisol no organismo. A atividade física induz mecanismos de defesa do organismo, que convertem a forma ativa do cortisol em sua forma inativa, cortisona. Por esse motivo, o organismo responde menos a estressores, protegendo-o dos efeitos deletérios do estresse crônico (BUENO; GOUVÊA, 2011).

Darberg e colaboradores, em 2009, realizaram um estudo com jovens do serviço militar na Suécia, em que constataram que adolescentes com maior rendimento cardiovascular apresentavam melhores resultados em testes de inteligência (DABERG

et al., 2009). Dessa forma, melhor aptidão física pode estar associada à maior plasticidade neural devido à associação entre desempenho físico e volume de estruturas nervosas envolvidas no processo de aprendizagem e memória, como o hipocampo (CHADOOK-HEYMAN *et al.*, 2015). As atividades físicas na escola não precisam se limitar à disciplina de educação física, podem ser abordadas de forma interdisciplinar e em projetos extracurriculares, incentivando o hábito diário.

d) Sono

O sono é um estado fisiológico que obedece ao ciclo circadiano, ou ciclo de sono e vigília. Se trata de alterações metabólicas que se repetem a cada 24 horas. Essas alterações ocorrem em resposta às diferentes luminosidades do dia, com a liberação de hormônios como a melatonina e cortisol relacionados aos estados de sono, vigília, tonicidade muscular, atenção e manutenção neural (ALÓE; AZEVEDO; HASAN, 2005).

Com o surgimento de luz elétrica e de diversos aparelhos eletrônicos de uso rotineiro, houve um grande desalinhamento dos hábitos de sono, possibilitando maior tempo de atividades noturnas e o despertar tardio, além de menor duração e maiores perturbações do sono (LENT, 2016).

O sono é dividido em dois estágios fisiológicos, o sono REM (do inglês: rápidos movimentos dos olhos), de ondas rápidas, em que acontecem os sonhos vívidos, aprendizado e consolidação de memória. Nesse estágio ocorre a ativação dos neurônios colinérgicos, sendo o neurotransmissor a Acetilcolina (Ach) responsável pela regulação do aprendizado, memória e sono. O segundo estágio é o chamado NREM (do inglês: não movimentos rápidos dos olhos) é o estágio de sono de ondas lentas, em que ocorre diminuição do tônus vascular, alterando a pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura corporal. É notável, neuroanatomicamente, a atividade nesse período do hipotálamo anterior, como já visto, atuante na aprendizagem (ALÓE; AZEVEDO; HASAN, 2005; ROLIN, 2013; SANTOS, 2014).

Dessa forma, o sono tem papel fundamental na consolidação da memória e do aprendizado. O sono atua também na desintoxicação do metabolismo, remodelagens sinápticas, reposição e síntese de neurotransmissores, além de proporcionar

relaxamento e descanso físico e da mente proporcionando melhor funcionamento do cérebro (GEIB, 2007; LENT, 2016). Pessoas privadas de sono apresentam frequentes distúrbios emocionais como irritação, ansiedade, dificuldade de concentração, além de questões fisiológicas como comprometimento do sistema imunológico e aumento da taxa metabólica (MARTINS; FORGHIERI, 2017; ROLIN, 2013).

Esses estudos permitem o questionamento sobre os conflitos existentes entre os hábitos de intenso uso de tecnologia durante a noite, o que retarda o sono, e o início dos turnos letivos bem cedo. Esse conflito pode ser responsável por comprometer o rendimento escolar ou gerar desmotivação na sala de aula.

e) Genética

A área de genética comportamental estuda a relação da interação da hereditariedade sob influência do meio ambiente na construção de personalidade dos indivíduos (FREITAS *et al.*, 2012; ITO; GUZZO, 2002;). Diversos fatores interagem na determinação de personalidade, como genética, cultura, classe social, família, entre outros, além da forma individual de assimilação e de significação das experiências (FREITAS, 2012).

Dessa forma, a hereditariedade pode proporcionar características ao indivíduo que podem ser, ou não favorecidas e aprimoradas pelo ambiente com que interage. Essa relação é contínua e transformável ao longo de toda a vida (FREITAS *et al.*, 2012; ITO; GUZZO, 2002).

É importante ressaltar que os genes não atuam diretamente no comportamento, determinando como agir ou sentir em cada situação, mas atuam na modificação de estruturas biológicas, na regulação de processos fisiológicos e bioquímicos, codificação de proteínas e neurotransmissores, entre outras estruturas particulares (ITO; GUZZO, 2002; REVELLE, 1995; STRELAU, 1998).

Apesar de ser difícil delimitar o nível de influência da hereditariedade na personalidade, é observável sua influência quando comparamos humanos e outros primatas. Com proximidade genética de mais de 98% entre humanos e chimpanzés, é notável a diferença que esses 2% realizam sobre o desenvolvimento neural, cognitivo e

comportamental. A partir dessa perspectiva, é possível observar padrões comportamentais e temperamentais semelhantes entre diferentes espécies, como o comportamento de aprendizagem é passado dos adultos para os jovens, por meio de demonstração e observação em diversos grupos de primatas. Da mesma forma é possível observar diferenças de personalidade entre espécies. Algumas espécies de primatas podem apresentar padrões de comportamento mais agressivos, com disputas de dominância e agressões frequentes e por vezes premeditadas. Já outros grupos são mais pacíficos e estratégicos nas relações interespecíficas de disputa de território, alimento e liderança (FREITAS *et al.*, 2012; VARELLA, 2000).

Entretanto, como discutido anteriormente, a hereditariedade interage constantemente com o meio de forma que a personalidade é altamente moldável (FREITAS *et al.*, 2012; ITO; GUZZO, 2002). De acordo com Gatz (1990), os comportamentos influenciados pela hereditariedade podem ser modificados apesar das tendências comportamentais. Com o auxílio de profissionais da psicologia, o indivíduo pode estudar alternativas de alterações e adaptações de padrões de personalidade.

Assim, mesmo entendendo alguns dos fatores fisiológicos que atuam sobre a neuroplasticidade, é importante considerar a subjetividade e individualidade de cada um. Os mesmos estímulos ambientais podem gerar respostas (fisiológicas, emocionais, físicas) diferentes em indivíduos diferentes.

3.3 CIÊNCIA DA EDUCAÇÃO PARA EDUCAÇÃO

A ciência teve grandes avanços nos séculos 20 e 21 relacionados à saúde e tecnologias. Todos esses avanços de extrema importância e sucesso resolveram diversos problemas sociais do mundo todo. Avanços esses como pesquisa translacional e proativa, que de acordo com Lent (2021):

“É ‘pesquisa’ porque busca compreender o mundo por meio do método científico. É ‘translacional’ porque se estende da pesquisa básica à inovação. E é ‘proativa’ porque não apenas estuda passivamente a realidade, mas propõe intervenções baseadas no conhecimento científico” (LENT, online, 2021).

Entretanto, o mesmo avanço não é visto na educação. Apesar de diversos avanços nas metodologias de ensino e didática, a educação não se desenvolve como pesquisa translacional proativa e sim reativa, de forma que as chances de insucesso

são grandes (LENT, 2021).

Lent (2021) enfatiza a importância de se desenvolver educação a partir da metodologia científica, compreendendo como as pessoas aprendem e os mecanismos envolvidos na potencialização de aprendizagem e ensino. Dessa forma, o autor reforça que *“A educação baseada em evidências pode nos apontar os melhores caminhos a percorrer, com menos tempo e melhores resultados”*.

Esse desenvolvimento científico da educação impactaria a economia e a sociedade em geral, proporcionando aos cidadãos o desenvolvimento de competências socioemocionais propícias à vida em sociedade, além de desenvolver estratégias para o uso adequado de tecnologias em sala de aula nas diferentes idades e assim melhor compreender a mente dessas crianças e adolescentes imersos nessas tecnologias (CHEDID, 2007; LENT, 2016).

A ciência para a educação conta com a contribuição de diversas disciplinas, que vão desde neurociências, microbiologia, matemática, biologia do comportamento e desenvolvimento, psicologia, ciências da informação, entre outras, que juntas proporcionam processos e ferramentas para acelerar a aprendizagem (LENT, 2016).

A educação não pode ser explicada de forma direta, como uma receita pronta para se alcançar eficiência para todos os alunos. Ela é regulada por diversas explicações físicas, mas também por aspectos sociais, de comunidade, subjetivos e individuais, de forma que o professor deve ser praticante de metodologia científica dentro da sala de aula. As descobertas neurocientíficas elucidam várias questões biológicas sobre como o cérebro funciona, mas cabe ao professor fazer a tradução dessas pesquisas para a aplicação prática no dia a dia escolar. Considerando esse fato, é muito eficaz que o professor produza pesquisas em neuroeducação, para lhe conferir maiores possibilidades de desenvolver estratégias de ensino (ANSARI, 2005; CHEDID, 2007).

Dessa forma, é possível solucionar, ou pelo menos amenizar, diversos problemas de aprendizado quando o educador utiliza o olhar neurocientífico, neuroanatômico e neurofisiológico na sala de aula, ou seja, quando se atentam aos processos, princípios e funcionamentos das estruturas do cérebro e aos fatores de influência nessas áreas, estabelecendo rotas alternativas que desenvolvam as diversas inteligências para

aquisição da aprendizagem (CHEDID, 2007; RELVAS, 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema nervoso é um sistema muito complexo que depende de várias combinações e variáveis para seu funcionamento e consolidação de memória. Variáveis essas que incluem ambiente social, emoções, construções culturais, temporais, genéticas, físicas, fisiológicas, entre outras. Além de complexo, é um sistema dinâmico, considerando a constante neuroplasticidade cerebral. No início do dia o indivíduo apresenta determinado estado neural e informações armazenadas, ao fim do dia, após todas as experiências acumuladas e vivenciadas, já existirão novas conexões e novas sinapses. Se trata também de um sistema aberto, receptivo e influenciável. Fatores externos, em cada momento, podem mudar a atividade cerebral sobre assimilação e consolidação de memória sobre outros conteúdos. Um cheiro que passa durante uma aula pode ajudar a criar memória do conteúdo. Da mesma forma, fatores internos podem influenciar em seu funcionamento, como processos fisiológicos, a microbiota intestinal, o sistema imunológico, ciclos circadianos de sono e vigília, entre outros.

A partir dessas reflexões, estratégias de ensino que funcionam em determinado momento podem não funcionar em outro, de forma que os profissionais da educação devem estar sempre atentos às atualizações da ciência por trás da educação. Devido a grande influência que exercem sobre a vida do aluno, como transformam o universo de cada indivíduo, é necessário considerar a neuroeducação como indispensável na docência. Principalmente pelo fato de neurociência não fazer parte da grade curricular de formação de educadores, é interessante que os profissionais busquem esses conhecimentos como formação continuada. Estudos e produções de materiais em neuroeducação por professores é necessária para mediar a linguagem técnica científica a fim de auxiliar o desenvolvimento dessa área e promover qualidade na prática educacional.

ABSTRACT

Education has undergone several transformations throughout history with the aim of improving the teaching-learning processes and providing the individual with full development in all spheres. Thus, the present work, based on qualitative bibliographic research and literature review, aimed to reinforce the importance of education being studied as a science, which necessarily depends on scientific knowledge from different areas, such as psychology, biology, neurosciences, among others. Those knowledge relate the internal and external influences and the physiological mechanisms involved in the individual learning of each student, in order to achieve a welcoming, inclusive, pleasant school environment that facilitates the acquisition of knowledge. Considering this fact, it is very effective for professors to produce research in neuroeducation, to give them greater possibilities to develop teaching strategies.

Keywords: Learning. Education. Memory. Neurophysiology. Neuroplasticity. Psychobiology.

REFERÊNCIAS

ALÓE, F.; AZEVEDO, A. P.; HASAN, R. Sleep-wake cycle mechanisms. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 27, supl. 1, p. 33 – 9, São Paulo, 2005.

ANDRADE, P. E.; PRADO, P. S. T. Psicologia e Neurociência cognitivas: Alguns avanços recentes e implicações para a educação. **Interação em Psicologia**, v. 7, n. 2, p. 73-80, 2003.

ANJOS, T.; *et al.* Nutrition and neurodevelopment in children: Focus on NUTRIMENTHE project. **European Journal of Nutrition**, v. 52, n. 8, p. 1825–1842, 2013.

ANSARI, D. Paving the way towards meaningful interactions between neuroscience and education. **Development science**, v. 8, n. 6, p. 466 – 7, 2005.

BARBOZA, K. H.; *et al.* Exercício físico promove tamponamento sobre o estresse: uma revisão. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v 5, n. 25, p. 07-15, São Paulo, 2011.

BARRETO, J. E. F.; SILVA, L. P. Sistema límbico e as emoções – uma revisão anatômica. **Revista Neurociência**, v. 18, n. 3, p. 386-94, [s.l.], 2010.

BASTOS, L. S.; ALVES, M. P. As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem. **Revista práxis**, v. 5, n. 10, p. 41-53, 2013.

BEILHARZ, J.E.; MANIAM, J.; MORRIS, M.J. Short exposure to a diet rich in both fat and sugar or sugar alone impairs place, but not object recognition memory in rats. **Brain, Behavior, and Immunity**, v. 37, p. 134–141, 2014.

BLAKEMORE, S. J.; FRITH, U. The implications of recent developments in neuroscience for research on teaching and learning. **Journal of The Institute of Training & Occupational Learning**, v. 2, n. 2, p. 23-42, 2000. Disponível em: <http://www.edumed.org.br/papers/EAD/referencias/types-of-learning.pdf> , acessado em novembro de 2021.

BOCCHI, R. A neurociência anunciada nos saberes de Paulo Freire: saberes necessários para a melhora do desempenho nas aulas. **Roberta Bocchi Educadora**, 2018. Disponível em : <https://robertabocchi.com.br/a-neurociencia-anunciada-no-pensamento-de-paulo-freire-saberes-necessarios-para-a-melhora-no-desempenho-das-aulas/> . Acesso em outubro 2021.

BUENO, J. R.; GOUVÊA, C. M. C. P. Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.5, n.29, p.435-445, São Paulo, 2011.

CHADDOCK-HEYMAN, L.; *et al.* The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. 1–11, 2015.

CHEDID, K. A. K. Psicopedagogia, educação e neurociência. **Revista de Psicopedagogia**, v. 24, n. 75, p. 298 – 300, São Paulo, 2007.

CHIESA, B. **Understanding the brain: the birth of a learning science**. Massachusetts: OECD, 2007.

DABERG, M.A. *et al.* Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 106, p. 20906–20911, 2009.

FERNANDES, E. David Ausubel e a aprendizagem significativa. **Nova Escola**, 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa> . Acesso em outubro de 2021.

FERRARI, M. Jean Piaget, o biólogo que colocou a aprendizagem no microscópio. **Nova Escola**, 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1709/jean-piaget-o-biologo-que-colocou-a-aprendizagem-no-microscopio> . Acesso em outubro de 2021.

FERREIRA, A. L.; ACIOLY-RÉGNIER, N. M. Contribuições de Henri Wallon à relação de cognição e afetividade na educação. **Educar**, n. 36, p. 21-38, Curitiba, 2010.

FILIPIN, G. E. **Formação continuada em neuroeducação: percepção de professores sobre a neurociência e sua importância para a educação**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em fisioterapia) – Universidade Federal de Pampa. Uruguiana, 20 p., 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, D. S. *et al.* Genética: um fator de influência na formação de personalidade. **Journal of Management & Primary Health Care**, v. 3, n. 1, p. 26-33, 2012.

GARDNER, E. **Estruturas da Mente a teoria das inteligências múltiplas**. 2ª edição. São Paulo: Artmed editora S. A. 2002.

GATZ, M. Interpreting behavioral genetic results: Suggestions for counselors and clients. **Journal of Counseling & Development**, v. 68, n. 6, p. 601- 5, 1990.

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 12ª edição. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011.

GEIB, L. T. C. Desenvolvimento dos estados de sono na infância. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 60, n. 3, p. 323-6, Brasília, 2007.

GOMES, C. M.; PEREIRA, D. S. G. Aspectos neurais da aprendizagem e a influência do estresse. **Revista Acadêmica Licenciaturas**, v. 2, n. 1, p. 16-23, versão eletrônica, 2014.

HENSCH, T.K., et al. Local GABA circuit control of experience-dependent plasticity in developing visual cortex. **Science**, v. 282, n. 5393, p. 1504-8, 1998.

ITO, P. C. P.; GUZZO, R. S. L. Temperamento: características e determinação genética. **Revista Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 15, n. 2, p. 425 – 36, 2002.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência**. 2ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2010.

LENT, R. Fatores fisiológicos que influem sobre a educação. **Rede CpE**, documento temático 1, 2016. Disponível em: <http://cienciaparaeducacao.org/wp-content/uploads/2016/12/Conte%C3%BAdo-Livreto-1.compressed-1.pdf> . Acesso em: setembro de 2021.

LENT, R. CpE: o que é?. **Rede CpE**. Julho 2016. Disponível em: <http://cienciaparaeducacao.org/wp-content/uploads/2015/06/Lent-2016-CpE-O-Que-E.pdf> . Acesso em setembro de 2021.

LENT, R. Ciência para a educação. **Nova Ciência Hoje**, edição 347, 2021. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/ciencia-para-a-educacao/> . Acesso em: out 2021.

MARTINS, R. M. S.; FORGHIERI, S. A importância do sono na educação infantil - um descanso auxiliar no processo de aprendizagem. **Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar**, v. 1, n. 2, p. 83-92, São Paulo, 2017.

MIRANDA, M. I. Conceitos centrais da teoria de vygotsky e a prática pedagógica. **Ensino em Revista**, v. 13, n. 1, p. 7 – 28, 2004.

MOREIRA, E. C. **Neurociência e aprendizagem: sua importância para a psicopedagogia**. Monografia (pós-graduação “lato sensu”) – Universidade Cândido Mendes. Niterói, 70 p. 2010.

PIMENTEL, E. F. A dicotomia historicamente presente nos grandes modelos educacionais: algumas aproximações. **VII Colóquio do Museu Pedagógico**, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p. 293 – 303, Bahia, 2007.

RELVAS, M. P. **Fundamentos biológicos da educação**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Wak editora. 136 p. 2009.

REVELLE, W. Personality process. **Annual Review of Psychology**, v. 46, p. 295-328, 1995.

RIBEIRO, P. R. M. História da educação escola no Brasil: notas para uma reflexão. **Paidéia**, v. 4, p. 15-30, Ribeirão Preto, 1993.

ROLIN, S. A. M. Aspectos neuropsicológicos do desenvolvimento cognitivo da criança: sono, memória, aprendizado e plasticidade neural. *In*: KONKIEWITZ, E. C. **Aprendizagem, comportamento e emoções na infância e adolescência: Uma visão transdisciplinar**. São Paulo: Editora UFGD. P. 35-46, 2013.

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas em Psicologia**, v. 2. N. 3, p. 91-5, Ribeirão Preto, 1994.

SALLA, F. O conceito de afetividade de Henri Wallon. **Nova Escola**, 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/264/0-conceito-de-afetividade-de-henri-wallon> . Acesso em outubro de 2021.

SANTOS, E. E.; BRUNO, R. S. As bases neuropsicológicas da memória e da aprendizagem e as suas contribuições para os profissionais de educação. **EDUCERE - Revista da Educação**, v. 9, n. 2, p. 139-160, Umuarama, 2009.

SANTOS, L. C. *et al.* Transtornos do ciclo sono-vigília/ circadiano - uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 7, n. 2, p. 38-43, 2014.

SOUZA, E. B. *et al.* A influência do estado nutricional e da ingestão alimentar na aprendizagem escolar. **Cadernos UniFOA**, n. 29, p. 105-113, Volta Redonda, 2015.

STRELAU, J. **Temperament: A psychological perspective**. New York: Plenum, 1998.

VARELLA, D. **Macacos**. 1ª edição. São Paulo: Publifolha, 2000.

VELASCO, P.C.; *et al.* A critical period for omega-3 nutritional supplementation in the development of the rodent Visual system. **Brain Research**, v.1, n. 1615, p.106 - 15, 2015.

ZUARDI, A. W. **Fisiologia do estresse e sua influência na saúde**. 13 p., São Paulo, 2010. Disponível em:
https://www.academia.edu/8514738/fisiologia_do_estresse_e_sua_influ%c3%8ancia_na_sa%c3%9ade. Acesso em: set. 2021.