

UM BREVE ESTUDO SOBRE AS RELAÇÕES EXISTENTES ENTRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM A NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL PARA MELHORIA NO ENSINO E A APRENDIZAGEM

A BRIEF STUDY ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN MEANINGFUL LEARNING THEORY AND EDUCATIONAL NEUROSCIENCE FOR THE IMPROVEMENT OF TEACHING AND LEARNING

Resumo: Este estudo analisa as relações entre a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel e sistematizada por Marco Antônio Moreira, e a Neurociência Educacional, a partir das contribuições de Cosenza, Guerra e Mora, no contexto do ensino e da aprendizagem. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, fundamentada na análise de obras clássicas e contemporâneas das áreas investigadas. Os resultados evidenciam convergências teóricas quanto à importância dos conhecimentos prévios, da atenção, da memória, da emoção e da motivação no processo de aprendizagem. Conclui-se que a integração dessas bases científicas pode favorecer práticas pedagógicas mais eficazes e significativas.

Raimundo Bezerra da Silva Neto ¹

¹ Universidade Federal do Ceará, doutorando em Ensino de Ciências do Programa de pós-graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino – pólo RENOEN-UFC pelo RENOEN; raimundo.b.neto@hotmail.com.

Palavras-chave: Aprendizagem. Neuroeducação. Neurociência.

Abstract: This study analyzes the relationships between the Theory of Meaningful Learning, proposed by David Ausubel and systematized by Marco Antônio Moreira, and Educational Neuroscience, based on the contributions of Cosenza, Guerra, and Mora, in the context of teaching and learning. This is a qualitative bibliographic research, based on the analysis of classic and contemporary works in the investigated areas. The results show theoretical convergences regarding the importance of prior knowledge, attention, memory, emotion, and motivation in the learning process. It is concluded that the integration of these scientific bases can favor more effective and meaningful pedagogical practices.

Keywords: Learning. Neuroeducation. Neuroscience.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa trata-se de um estudo que busca relacionar as contribuições da teoria da Aprendizagem significativa, baseada nas implicações de David Ausubel e Marco Antônio Moreira com os aspectos da Neurociência educacional, estudada por Cosenza e Guerra (2011) e Mora (2013), no que tange ao ensino

e a aprendizagem.

Ausubel publicou seus primeiros estudos, sobre a teoria da aprendizagem significativa, no livro *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* em 2003. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel estabelece que, para haver a aprendizagem significativa é necessário que já haja informações prévias apreendidas pelo indivíduo, as quais

auxiliem na aprendizagem das próximas informações recebidas, através da ligação e assimilação.

Ausubel afirma em sua teoria que, o fator isolado que mais influencia na aprendizagem significativa é aquilo que o estudante já sabe, o qual define como subsunçor (Ausubel, 2003). O subsunçor atua como fator relacional para a formação do novo conhecimento, sendo uma relação não-arbitrária, ou seja, lógica, entre o novo conceito e o aspecto já existente na estrutura cognitiva do estudante, que pode ser um conceito, uma imagem, algum símbolo, utilizado pelos professores para auxiliar na aprendizagem verdadeiramente significativa.

Além disso, é necessária a existência de materiais e métodos também significativos, os quais não devem ser arbitrários, tampouco aleatórios, obedecendo uma estrutura lógica. O aluno irá aprender baseando-se naquilo que ele já obteve algum contato, ou seja, na experiência anterior, que lhe fará relacionar aos novos conhecimentos que serão adquiridos.

A Neurociência estuda o funcionamento e desenvolvimento cerebral e, de acordo com Consenza e Guerra (2011), nos seres vivos, o sistema nervoso é o responsável por “realizar a interação com o mundo e com as partes internas do organismo”; dele, a parte mais importante é o cérebro, pois parte dele a função de receber e processar as informações que chegam pelos órgãos dos sentidos e, a partir disso, torná-las conscientes, assim como, as

respostas para os estímulos também emanam dele.

Conforme Mora (2013), a Neuroeducação é considerada a “bola da vez” no que se refere às possibilidades de melhoria dos processos de ensino e aprendizagem. Segundo o autor, uma educação de qualidade promove mudanças significativas no cérebro, favorecendo aprendizagens futuras, bem como o desenvolvimento de novas ferramentas e técnicas de intervenção voltadas ao desenvolvimento humano. Ademais, o autor defende a inclusão de uma “nova cultura” educacional, que envolva mudanças na infraestrutura escolar, nos horários, na temperatura ambiente e nos processos de ensino em geral. Logo, o objetivo principal desta pesquisa consiste em identificar os pontos de relação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, e a Neurociência Educacional.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo bibliográfico de natureza qualitativa, desenvolvido a partir da análise de livros, artigos científicos e publicações em periódicos especializados, conforme definido por Fonseca (2002). A seleção das obras baseou-se na pertinência teórica e científica em relação ao objetivo central do estudo, que consiste em investigar as relações entre a Teoria

da Aprendizagem Significativa e a Neurociência Educacional. Foram priorizados textos clássicos e contemporâneos amplamente referenciados na literatura educacional, especialmente os estudos de Ausubel, Moreira, Mora e Cosenza e Guerra, contemplando materiais que abordassem diretamente conceitos como aprendizagem significativa, neuroeducação, atenção, memória e emoção, publicados em língua portuguesa e espanhola.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

Existem três tipos de aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (2003): a aprendizagem representacional, a qual ocorre através da definição de símbolos representativos por um conceito que se aproxima daquilo que ele representa; a aprendizagem derivada, mais ampla e conhecida como aprendizagem de conceitos, a qual atribui significação a objetos e coisas, sendo esta importante para aquisição do conhecimento; e a aprendizagem proposicional, que reúne os dois anteriores, de forma mais ampla, em que o indivíduo aprende através da soma dos significados das palavras e da soma dos conceitos.

A aprendizagem proposicional, divide-se em subordinada, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinada, também chamada de subsunção, ocorre

quando certas proposições se relacionam com outras proposições ficando subordinada ao subsunção cognitivo. Sendo assim, a aprendizagem subordinada possui distinções de acordo com a forma como ocorre. Para Ausubel (2003, p. 3), a aprendizagem subordinada ou subsunção,

pode denominar-se derivativa, caso o material de aprendizagem apenas exemplifique ou apoie uma ideia já existente na estrutura cognitiva. Denomina-se correlativa, se for uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente apreendidas (Ausubel, 2003, p. 3).

A aprendizagem derivativa, também denominada aprendizagem subordinada, ocorre quando novos conceitos são assimilados a partir de conhecimentos previamente adquiridos, denominados subsunções. No ensino de Física, essa abordagem pode ser aplicada em aulas de eletricidade, nas quais o docente estabelece relações com conteúdos estudados anteriormente, como a hidrodinâmica, favorecendo a aprendizagem significativa. Por meio de analogias didáticas, a mangueira pode representar o condutor elétrico; o fluxo de água, a corrente elétrica; e a diferença de potencial gravitacional, a diferença de potencial elétrico (DDP), grandeza responsável pelo deslocamento das cargas elétricas em um circuito.

Já a aprendizagem correlativa, determina uma mudança nas ideias anteriormente tratadas, através de uma complementação ou

qualificação de ideias, como exemplo, pode-se citar a análise crítica de um texto ou exercício, pois utilizando-se do livro didático, pode-se fazer a escolha de um texto para solicitar que os alunos, baseados na aula de introdução do conteúdo, façam o comparativo do que foi explicado com o que está situado no texto.

A aprendizagem superordenada representa uma ideia mais genérica, na qual as ideias mais específicas serão organizadas e relacionadas por essa ideia superordenada, por exemplo, para explicação de circuitos elétricos, pode ser feita uma introdução a componentes eletrônicos que constituem esses circuitos, sendo assim, a análise do circuito começará a ser entendida pela própria associação dos componentes.

A aprendizagem combinatória ocorre quando uma ideia não pode ser subordinada a outra na estrutura cognitiva do aprendiz, mas pode ser relacionada a uma junção de demais ideias para a compreensão. Em uma aula de associação de resistores, não temos como explicar analogamente os cálculos de equivalência, porém, podemos combinar valores pré-determinados como exemplo, e estes farão chegarmos à demonstração dos resultados obtidos, conceituando um pouco as fórmulas.

A assimilação Ausubeliana

Para Ausubel (2003), os subsunçores consistem nos principais componentes da estrutura cognitiva, capazes de promover a

aprendizagem significativa. Esses conceitos, já existentes, foram acumulados durante a vida do indivíduo, sendo assim, quanto mais contatos e experiências com o tema, mais fácil será o processo de assimilação.

De acordo com Ausubel (2003), existem dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta. Ambas podem resultar em aprendizagem significativa ou não. Para que o conhecimento adquirido seja significativo, é necessário que determinados fatores estejam presentes, de modo a possibilitar o alcance dos objetivos de aprendizagem.

Outro fator, que é considerado fundamental para a aprendizagem significativa trata-se dos conteúdos já existentes na estrutura cognitiva, chamado de subsunçores, ou seja, são aprendizagens anteriores em que o indivíduo já possui ideias que servirão de suporte para uma aprendizagem significativa posterior, por isso, esse processo é também conhecido como ancoragem do conhecimento. O terceiro ponto considerado, é o desejo do indivíduo em aprender, e sua disposição influencia fortemente no resultado final (Ausubel, 2003).

Ausubel considera a junção dos dois tipos de aprendizagem significativa para a consecução do objetivo final, que é a retenção do conhecimento, obtido através da ligação entre os subsunçores pré-existentes, com as novas informações, existindo uma perda esperada

(assimilação obliteradora), porém, conseguindo atingir o êxito final, a assimilação.

Existe também um tipo de aprendizagem em que não há a presença de subsunçores cognitivos, denominada aprendizagem mecânica. Nessa modalidade, o novo conteúdo relaciona-se com a estrutura cognitiva do aluno de forma arbitrária e literal, sem integração significativa aos conhecimentos prévios. Esse tipo de aprendizagem permite apenas a interiorização de tarefas relativamente simples, que tendem a ser retidas por curtos períodos de tempo.

Ausubel (2003), de forma enfática, tece uma crítica à forma como este modelo de ensino é utilizado, juntamente com outros estudiosos (Joseph Novak, 1988; Libaneo, 1990; Moreira, 1999), consideram que tal método apenas provoca uma repetição de palavras soltas que não representam novas descobertas, relacionam-no com a fala do papagaio, que apenas transmite aquilo que escuta, um método ultrapassado de ensino. As construções verbais e proposições soltas são consideradas inadequadas para um bom processo de aprendizagem, a menos que o aluno já tenha tido outros contatos anteriores com o tema visto.

Porém, Ausubel também defende que, mesmo uma aprendizagem por recepção que apenas apresente o conteúdo na sua forma final pode levar a uma aprendizagem significativa se forem apresentadas novas ideias e con-

ceitos os quais se ancorem aos obtidos anteriormente, de forma mecânica, o que poderia resultar em uma aprendizagem significativa, desde que considere os três fatores básicos apresentados anteriormente (Ausubel, 2003).

A aprendizagem significativa na visão de Marco Antônio Moreira e a UEPS

Segundo Moreira (2016), a aprendizagem significativa ocorre por meio da interação entre conhecimentos prévios com os novos, de forma não lógica e que busque a essencialidade das informações, considerando que a interação estabelecida pelo modelo tradicional de ensino não direciona para o desenvolvimento da compreensão com significação.

Moreira considera seus estudos de acordo com as publicações de Ausubel (1918-2008) compreendendo que, a aprendizagem mecânica é aquela que não considera as ideias prévias dos alunos, não existindo uma interação entre o conhecimento prévio e os novos, sendo assim, um armazenamento de informações de forma arbitrária. Assim, a aprendizagem significativa e a aprendizagem Mecânica, de acordo com Moreira (2013), diferenciam-se em sua essência, porém, coexistem em determinadas situações que podem chegar a uma aprendizagem significativa, passando por uma chamada Zona Cinza.

Moreira desenvolveu em seus estudos sobre aprendizagem significativa, o conceito de uma sequência de ensino voltada para a aprendizagem significativa, partindo-se da

ideia de que não há ensino sem aprendizagem, e que o ensino é o meio pelo qual se chega a aprendizagem. Ele chamou-a de UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, ou seja, trata-se de “[...] sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula”.

A aprendizagem por recepção, utilizada por Ausubel como estratégia para resolver as inadequações do ensino, pode ser utilizada através de aulas dinâmicas, leituras e abordagens experimentais. As aulas com os experimentos poderão inicialmente transmitir os conceitos de modo verbal, relacionando a aprendizagem significativa por assimilação atrelada a demonstrações realizadas pelo professor e, posteriormente, apreendidas pelos estudantes e treinadas em seus experimentos. Assim, as UEPS apresentam-se como uma condição para a efetivação da aprendizagem significativa, a qual consiste num método lógico para dispor os conteúdos de forma não arbitrária.

Moreira (2011) orienta que, ao elaborar uma sequência de ensino, uma das principais ações é formular questões e situações-problema que se distanciem dos conceitos e busquem mobilizar os processos cognitivos dos alunos, de forma gradual, ou seja, das situações mais simples até as mais complexas.

Ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a ‘simulação da aprendizagem significativa’ é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, serem fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto, de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional (Moreira, 1999, p. 156).

Sendo assim, torna-se necessário que os métodos de ensino, o material didático e todo o processo seja significativo, através dos quais a aprendizagem se fortalece. Moreira define os passos para formulação da UEPS, os quais são: 1 - definição do conteúdo a ser trabalhado; 2 - discussões prévias, que levem à externalizações de conteúdos já apreendidos inicialmente; 3 - propor situações problemas, considerando-se aquilo que o estudante já sabe; 4 - apresentação do conteúdo, levando em conta a diferenciação progressiva (aspectos mais gerais para os mais específicos); 5 - continuação da apresentação do conteúdo com retomadas; 6 - reconciliação integradora - por meio de nova apresentação do conteúdo; 7 e 8 – avaliação da aprendizagem.

A NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

A Neurociência como o nome sugere, e como afirma Ventura (2010), é a ciência que

estuda o sistema nervoso e o controle de todo o organismo. A partir disso, cientistas estão estudando como a neurociência pode auxiliar nos processos educacionais, e estão cada vez mais inseridos dentro dos campos educacionais, contribuindo com o desenvolvimento das formas de ensinar e buscando melhorar as aprendizagens, com isso tem-se a Neurociência Educacional.

A Neurociência educacional ou neuro-educação, como chamado por Mora (2013) é uma base científica que pode impulsionar a criatividade e a aprendizagem em determinadas especificidades, segundo o autor, fatores sociais, familiares e culturais podem juntar-se aos fatores genéticos e proporcionar as potencialidades das aprendizagens (Mora, 2013, p. 31).

De acordo com Consenza e Guerra (2011), o cérebro é a parte mais importante do sistema nervoso, “pois é através dele que tomamos consciência das informações que chegam pelos órgãos dos sentidos e processamos essas informações, comparando-as com nossas vivências e expectativas”. O cérebro é responsável por controlar os movimentos voluntários e involuntários que os seres humanos realizam sobre os ambientes. Todas as ações externas e internas ao corpo humano passam pelo cérebro. A capacidade de aprender, os sentimentos, a criatividade, a atenção, dentre outras, dependem das funções cerebrais para serem realizadas (Consenza; Guerra, 2011, p.11).

Na cavidade craniana, localiza-se o encéfalo, constituído por diferentes estruturas, entre as quais se destacam o cérebro, o cerebelo, o tálamo e o tronco encefálico, que compreende o mesencéfalo e o bulbo. Embora essas estruturas atuem de forma integrada, esta pesquisa concentra-se no cérebro, por ser a principal região associada às funções cognitivas superiores. É nessa estrutura que ocorrem as conexões entre bilhões de células nervosas, responsáveis pela geração e transmissão dos impulsos nervosos que sustentam o funcionamento do organismo humano e contribuem para a complexidade das capacidades que diferenciam os seres humanos dos demais seres vivos (Lent, 2010).

De acordo com Consenza e Guerra (2011), o funcionamento do cérebro dá-se pelos circuitos nervosos realizados pelos neurônios. Esses que são os principais responsáveis por processar e transmitir as informações através dos impulsos nervosos, de natureza elétrica pois, “é constituído de alterações na polaridade elétrica da membrana que reveste essas células” (Consenza; Guerra, 2010, p. 13).

Diferentemente das demais células do organismo, os neurônios apresentam uma morfologia especializada que possibilita a recepção, integração e transmissão de informações. Essas células são constituídas por três partes principais: o corpo celular (ou soma/pericário), os dendritos e o axônio. O corpo celular abriga o núcleo e é responsável pelo me-

tabolismo celular. Os dendritos são prolongamentos ramificados que recebem estímulos provenientes de outras células e os encaminham ao soma. O axônio, por sua vez, é um prolongamento único, geralmente longo, responsável pela condução do impulso nervoso do corpo celular em direção a outras células, como neurônios, fibras musculares ou glândulas (Consenza; Guerra, 2011).

Os locais dessa troca de informações entre as células são chamados de sinapses (ou também conexões), no decorrer dos anos tornam-se bem mais estabelecidas e mais complexas, de acordo com as interações internas e externas do indivíduo com o meio, essa troca ocorre através da liberação de substâncias químicas – neurotransmissores (Consenza; Guerra, 2011).

Os neurotransmissores são substâncias químicas responsáveis pela comunicação entre os neurônios e entre estes e outras células do organismo. Ao serem liberados na fenda sináptica, podem produzir efeitos excitatórios, promovendo a geração de novos impulsos nervosos na célula pós-sináptica, ou efeitos inibitórios, reduzindo ou impedindo a ocorrência desses impulsos. A atuação equilibrada entre neurotransmissores excitatórios e inibitórios é fundamental para a regulação da atividade do sistema nervoso e para a realização adequada das funções fisiológicas e cognitivas.

Voltando-se para a estrutura do neurônio, um fator importante verificado é a presença do envoltório de mielina, chamado de

bainha de mielina, compostas por células gliais, que são células auxiliares que se juntam ao axônio (Consenza; Guerra, 2011). Em 1856 Rudolf Virchow citou o termo neuroglia em seu livro “Cellular Pathology”, que são essas células gliais (ou cola), porque inicialmente acreditava-se que essas células serviam apenas como suporte aos neurônios, mantendo-os juntos, porém esse conceito foi sendo atualizado, e descobertas apontaram para outras funções – como nutrição e proteção neuronal, dentre outras. As fibras mielinizadas são mais eficientes, podendo conduzir a informação de maneira mais rápida e mais complexa em relação a uma fibra não mielinizada (Mendes; Melo, 2011).

A mielina é uma substância rica em lipídios que reveste os axônios de muitos neurônios, contribuindo para a condução mais rápida dos impulsos nervosos. O conjunto desses axônios mielinizados constitui a substância branca do sistema nervoso central. A substância cinzenta, por sua vez, é composta principalmente por corpos celulares neuronais, dendritos e sinapses, estando distribuída tanto na superfície do cérebro, formando o córtex cerebral, quanto em regiões subcorticais, como o tálamo e os gânglios da base. A interação entre essas estruturas possibilita o processamento e a integração das informações nervosas, fundamentais para o funcionamento do sistema nervoso (Conzenza; Guerra, 2011).

Portanto, verifica-se que o desenvolvimento do córtex cerebral nos seres humanos

permitiu a formação da consciência humana, através da recepção pelos órgãos dos sentidos, repassados pelas células neurais até chegar-se à região do córtex cerebral. Verifica-se a importância dessa região cinzenta do cérebro de acordo com os autores Consenza e Guerra (2011).

Compreende-se também, a partir disso, que o funcionamento correto de todas as funções sensoriais que estimulam o cérebro, é fator fundamental para o bom desenvolvimento dos processos de aprendizagem, e entender que algumas pessoas possuirão maiores dificuldades de acordo com suas diferenças, deficiências ou limitações poderá ser fundamental para as ações pedagógicas, portanto, conhecer o funcionamento do cérebro auxilia no processo de ensino e aprendizagem.

Além do estímulo ocorrido pelas sensações corpóreas (visuais, táteis, audíveis, etc.) também há as sensações emocionais. De acordo com James e Lange (1842-1910), ocorre primeiramente o estímulo para se chegar ao sentimento, ou seja, uma emoção é primordialmente uma ação consciente e racional. Com isso, diferentes sensações causam respostas diferentes, de acordo com James (1890 apud Cruz; Pereira Junior, 2011).

Francisco Mora, Doutor em Neurociências pela Universidade de Oxford, relata a importância das emoções nos aspectos escolares. Segundo o autor, as emoções são processos inconscientes tão importantes, que auxi-

liam os seres humanos a sobreviver há 450 milhões de anos, proporcionando também melhorias nos processos de aprendizagem.

La emoción es la energía que mueve el mundo. Es ese motor que todos llevamos dentro y nos hace reaccionar ante diferentes tipos de estímulos provenientes del medio ambiente o la memoria. La emoción es un invento biológico y evolutivo tan poderoso que ha persistido en el cerebro humano desde sus raíces más primigenias en los invertebrados, hace 450 millones de años. Las emociones son procesos inconscientes que utiliza el individuo para sobrevivir y comunicarse y para hacer más sólidos los procesos de aprendizaje y memoria. Las emociones son un ingrediente (Mora, 2013, p. 68).

Para ele, um dos principais objetivos dos estudos da Neurociência educacional é voltar-se para compreender as características e o funcionamento cerebral e, a partir disso, poder identificar desde cedo, as dificuldades existentes em cada um, podendo haver intervenções tanto pedagógicas como psicológicas (Mora, 2013, p. 58). Outro ponto também estudado por esse autor é a plasticidade cerebral, que é a capacidade de interligações entre os neurônios durante a vida, estabelecendo um fator importante para a continuidade da aprendizagem.

Para haver uma aprendizagem de fato, segundo Mora, o professor não deve apenas obrigar que o aluno preste atenção. Para ele, isso não funciona e, na maioria dos casos, é

necessário o estabelecimento de métodos e recursos que chamem a atenção do aluno para motivar a alegria, a atenção e o prazer, “nunca com o castigo”, isso o professor consegue “ligando a emoção” dos alunos (Mora, 2013, p. 32).

Mora explana que o fator emocional é muito importante para a aprendizagem, as mudanças históricas da sociedade, principalmente tecnológicas, a globalização, a industrialização, proporcionaram uma ruptura com os costumes existentes nas famílias, almoços juntos, passeios, estudos, dentre outros momentos principalmente se considerarmos o cenário atual de pós pandemia, em que houve um período de distanciamento social, no qual era necessário um devido afastamento e acabou tornando a sociedade cada vez mais individualizada, e as relações humanas menos constantes e menos sociáveis.

A discussão sobre a criação do verdadeiro conhecimento que ocorre a partir do poder mental de ordenar e organizar as informações é relatada por Mora (2013), porém esse não é um único conhecimento existente, também coexiste o conhecimento criativo e que ambos podem ser até complementares.

Os neurotransmissores e sua importância para a aprendizagem

Os neurotransmissores são muito importantes para o processo de comunicação celular, são divididos em monoaminas como a

acetilcolina, a serotonina e a histamina; catecolaminas como a dopamina, a adrenalina e a noradrenalina; e aminoácidos como o glutamato, o GABA (ácido gama-aminobutírico) e a glicina, cada um com suas atividades específicas.

Como afirmam Consenza e Guerra (2011, p. 38) “a aprendizagem é consequência de uma facilitação da passagem da informação ao longo das sinapses” essa passagem de informações é feita pela ação dos neurotransmissores levando a informação para as células pós-sinápticas, e após a existência de mais ligações sinápticas ocorrerá a aprendizagem de fato. Esse aspecto mostra a importância do fator individual, em que cada um será responsável pela sua aprendizagem, podendo o professor ser um guia, um ajudante nesse processo intrínseco ao ser. Contudo, também se revela a possibilidade de o professor identificar os estudantes que possuem mais dificuldades na aprendizagem e dentro das realidades procurar soluções cabíveis que auxiliem nas aprendizagens futuras.

Segundo Mora (2013) o estresse prejudica o processo de aprendizagem, Joca, Padovan e Guimarães concordam com essa afirmativa ao tempo em que atribuem esse fator a uma barreira na formação de novos neurônios ou neurogênese.

Estudos neuroquímicos e eletrofisiológicos mostram que o processo de neurogênese no hipocampo gera neurônios funcionais e integrados aos

circuitos hipocampais. Eles poderiam repor a perda de outros neurônios, conferindo maior plasticidade ao hipocampo. Os novos neurônios são mais susceptíveis a sofrerem potencialização de longa duração no hipocampo (LTP), um fenômeno relacionado ao aprendizado e à memória. O aprendizado de novas tarefas facilita a neurogênese enquanto seu bloqueio prejudica o aprendizado em tarefas que dependem do hipocampo. Portanto, estas novas células poderiam estar envolvidas no processamento de tarefas cognitivas. Situações de estresse poderiam, por inibir a neurogênese, prejudicar a aquisição e consolidação de respostas adaptativas que facilitariam o desempenho frente a estressores subseqüentes (Joca; Padovan; Guimarães, 2003).

Portanto para a aprendizagem é necessário um ambiente que estimule o estudante a buscar aquele aprendizado, isso requer a possibilidade de atenção dos mesmos para que possam absorver os ensinamentos repassados, Consenza e Guerra (2011) estudam a atenção como um dos fatores importantes para a aprendizagem.

Para que o cérebro desenvolva esse estado de atenção é necessário a ação de neurotransmissores específicos, o principal deles é a noradrenalina, estudos também apontam a dopamina como influente nesse fator atencional (Consenza; Guerra, 2011, p. 43).

Pesquisadores neurocientistas brasileiros e argentinos realizaram experimentos com ratos de laboratório a fim de descobrir o papel da dopamina no armazenamento durável das memórias de longo prazo. Pode-se concluir

que os ratos que receberam a ação de um fármaco, capaz de produzir os efeitos do neurotransmissor em questão, conseguiram recordar-se do evento passado em um tempo considerável. Já os que receberam a substância capaz de inibir o efeito do neurotransmissor tiveram a apagado memória o evento traumático ao qual passaram poucos dias antes. (choques elétricos, fortes e fracos). Os ratos são animais comumente utilizados nos estudos feitos em laboratório (Izquierdo; Bevilaqua; Cammarota, 2006). Segundo Mora(2013) o glutamato e o íon cálcio são neurotransmissores importantes para o processo de consolidação da memória. Além disso, segundo Valli e Sobrinho (2014):

O glutamato é o aminoácido livre mais abundante do sistema nervoso central (SNC), em sua maioria apresentando funções metabólicas idênticas às exercidas em outros tecidos, preponderantemente biossíntese de proteínas.(1) Além disso, atua como principal neurotransmissor excitatório.(1-4) Considera-se também sua participação no desenvolvimento neural, na plasticidade sináptica, no aprendizado, na memória, na epilepsia, na isquemia neural, na tolerância e na dependência a drogas, na dor neuropática, na ansiedade e na depressão (Valli; Sobrinho, 2014).

O glutamato é o principal neurotransmissor excitatório, enquanto isso, o ácido gama-aminobutírico (GABA) é o principal neurotransmissor inibitório presente no encéfalo. A variedade de neurotransmissores é am-

pla, sua função como visto anteriormente é essencial para a comunicação entre os neurônios, portanto essencial para o processo de aprendizagem.

RELAÇÕES VISUALIZADAS ENTRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL

Consenza e Guerra (2011) apontam para a importância de conhecer a estrutura cerebral, aprender sobre seu funcionamento para posteriormente verificar a importância de cada função cerebral na aprendizagem.

O córtex cerebral, uma das regiões do cérebro mais importantes para a aprendizagem como visto anteriormente, é conhecido como a região cinzenta, devido sua composição ser um material celular de cor cinzenta. Na Aprendizagem Significativa Moreira (2013) também nomeia um processo cerebral como “zona cinza”, essa é responsável por ligar a aprendizagem mecânica a uma aprendizagem significativa, é o momento de ligação entre todo o processo de absorção das informações até se chegar a sua fixação.

Em relação à função do córtex cerebral, Consenza e Guerra (2011) apontam para a proposição do Neuropsicólogo russo Alexandre Luria, no que se refere a divisão do córtex em duas unidades funcionais, a função receptora e a executora. Em cada função pode-se observar três tipos de regiões corticais, as

áreas primárias, secundárias e terciárias.

As áreas secundárias recebem a informação vinda das áreas primárias e a processam de uma forma que será possível interpretar aquela informação de acordo com as experiências e interações já realizadas pelo indivíduo. Só podemos reconhecer uma caneta como tal depois que já tivermos conhecimento prévio desse objeto e tenhamos uma memória dele. As áreas secundárias, na verdade, vão se desenvolvendo no nosso cérebro à medida que interagimos com o mundo exterior (Consenza; Guerra, p 23, 2011).

Essa abordagem relaciona-se ao conceito de subsunção vindo da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2013), a informação já existente no sistema cognitivo permitirá a aprendizagem do conceito apresentado.

Essas regiões secundárias e terciárias do cérebro sofrem influências dos ambientes e da interação com o meio, não estando prontas ao nascer, ocorrendo sua formação no decorrer da vida, por isso a importância da metodologia de ensino voltada para uma integração entre conceitos, que remete a importância da UEPS, em que o professor utiliza várias vezes a apresentação do conteúdo e posterior reconciliações integradoras, retomadas e revisões.

“A aprendizagem é consequência de uma facilitação da passagem da informação ao longo das sinapses” (Consenza; Guerra, 2011 p. 38). Esse conceito abordado pelos autores permite o estabelecimento da ideia de que além da função do professor, o

fator individual é crucial ao processo de aprendizagem, por isso a importância da estimulação aos estudantes, em que, sua vontade em aprender e sua capacidade cerebral possibilitarão que a figura do professor exerça seu papel fundamental de facilitador na aprendizagem, o que remete a um dos requisitos da aprendizagem significativa de David Ausubel – a vontade do estudante em aprender.

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (Ausubel, 2003, grifo meu).

Verifica-se essa relação ao estudar o livro do Ramon M Consenza e Leonor B. Guerra (2011) – “Neurociência e Educação – como o cérebro aprende”, mais especificamente na página 48 no parágrafo em que afirmam:

Terá mais chance de ser significativo aquilo que tenha ligações com o que **já** é conhecido, que atenda a expectativas ou que seja estimulante e agradável. Uma exposição prévia do assunto a ser aprendido, que faça ligações do seu conteúdo com o cotidiano do aprendiz e que crie as expectativas adequadas é uma boa forma de atingir esse objetivo (Consenza; Guerra, 2011, p. 48, grifo meu).

As relações com os subsunçores já existentes no cérebro permitem a compreensão da nova informação. Como visto nos capítulos anteriores, a vontade do aprendiz também é um fator apontado por Ausubel como determinante para a aprendizagem significativa, o que também se relaciona com a capacidade de formação da memória, discutida por Consenza e Guerra (2011, p.58).

É bom não esquecer, mais uma vez, que o cérebro se dedica a aprender aquilo que ele percebe como significativo e, portanto, a melhor maneira de envolvê-lo é fazer com que o conhecimento novo esteja de acordo com suas expectativas e que tenha ligações com o que já é conhecido e tido como importante para o aprendiz.

Para que a informação seja fixada ou apreendida significativamente (registrada) é necessário que haja processos de repetição, elaboração e consolidação.

A elaboração pode ser feita de forma simples ou complexa, ou seja, ela pode envolver diferentes níveis de processamento. Podemos simplesmente decorar uma nova informação, mas o registro se tornará mais forte se procurarmos criar ativamente vínculos e relações daquele novo conteúdo com o que já está armazenado em nosso arquivo de conhecimentos. Informações aprendidas utilizando um nível mais complexo de elaboração têm mais chance de se tornarem um registro forte, uma vez que mais redes neurais estarão envolvidas (Consenza; Guerra, 2011, p.63).

A consolidação é o processo que promove alterações biológicas nas ligações entre

os neurônios, em que o registro vai se vincular a outros já existentes, tornando a aprendizagem significativa. Mora discute como o cérebro é capaz de se adaptar e mudar ao longo da vida, enfatizando a importância disso na aprendizagem.

Mora também afirma sobre a influência do ambiente, do preparo e que isso pode ocasionar maior atenção e interesse aos alunos. Essa influência do ambiente apontada por Mora faz ligação com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel no aspecto da importância dos materiais potencialmente significativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“O trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente quando ele conhece o funcionamento cerebral” (Consenza; Guerra, 2011, p. 136). A aprendizagem para se tornar significativa depende muito do trabalho do professor, realizando os passos corretos, os trabalhos de exposição, revisão, avaliação o professor busca chegar a seu objetivo principal, levar a educação significativa ao aprendiz.

Portanto, considera-se importante que o professor auxilie os alunos a desenvolverem suas capacidades de aprender de acordo com as suas individualidades, segundo Consenza e Guerra (2011) o professor tem o papel de auxiliar o aprendiz a sua condição de aprender a aprender, podendo auxiliar no planejamento

do educando em selecionar as informações mais importantes e os materiais mais significativos para assim organizar criticamente a informação recebida no intuito de torná-la significativa.

Após os estudos realizados, obteve-se a constatação de que há muitas relações entre as duas bases científicas educacionais, cita-se em resumo: A existência dos subsunçores que são fundamentais para a aprendizagem significativa segundo Ausubel, com os neurônios ligando os conhecimentos prévios já existentes com o conhecimento recebido através de ligações celulares mais rápidas e eficazes devido aos fatores de facilitação da aprendizagem, como a atenção, a memória, a emoção discutidos anteriormente de acordo com as citações de Mora (2013); Consenza e Guerra (2011), a vontade do educando em aprender e os materiais potencialmente significativos, que completam a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Portanto, infere-se que, a aprendizagem se compõe genericamente de um trio principal professor-aluno-ambiente, dentre outros muitos fatores internos e externos que interferem na forma como a aprendizagem se direcionará, cabendo aos educadores buscar a cada dia as possibilidades mais favoráveis ao desenvolvimento do educando.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de**

conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

CONSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação:** Como o cérebro prende. Porto Alegre, Artmed, 2011.

CRUZ, M, Z; PEREIRA JUNIOR, A. Corpo, mente e emoções: Referenciais teóricos da Psicossomática. **Rev. Simbiologias**, v. 4, n. 6, p. 46-66, dez, 2011.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

IZQUIERDO I; BEVILAQUA, L. R.M; CAMMAROTA, M. **A Arte de esquecer.** Estud. av.20(58), Dez 2006
<https://doi.org/10.1590/S0103-40142006000300024>. Disponível em
<<https://www.scielo.br/j/ea/a/5N7GQL-BShWJ4ytCL5JRXv8Q/>> acesso em 12 de novembro de 2023.

JOCA, S., R.; PADOVAN, C., M.; GUIMARÃES, F., S. **Estresse, depressão e hipocampo.** SciELO Brasil, 2003. Disponível em (<https://doi.org/10.1590/S1516-44462003000600011>) acesso em 01 de novembro de 2023

LIBÂNEO, José Carlos. **DIDÁTICA.** São Paulo: Cortez, 1990. (Coleção Magistério 2º Grau. Série Formação do Professor

MENDES, P. B; MELO, S. R. Origem e desenvolvimento da mielina no Sistema Nervoso Central – Um estudo de revisão. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n 1, p. 93-99, jan/abr.2011 – ISSN 1983-1870.

MORA, FRANCISCO. **Neuroeducación:** Sólo se puede aprender aquello que se ama. Madrid, 2013.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. **Aprendizagem significativa: organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas.** Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013. Disponível em:
<<http://www.faatensino.com.br/wp-content/uploads/2014/04/Aprendizagem-significativa-Organizadores-pr%C3%A9vios-Diagramas-V-Unidades-de-ensino-potencialmente-significativas.pdf#page=41>> acesso em 10 de outubro de 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Cap. 10, p. 151-165. In: **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, EPU, 1999

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa:** Subsídios teóricos para professor pesquisador em Ensino de Ciências. 2ª edição revisada. Porto Alegre, 2016.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** Barcelona: Martínez Roca, 1988

VALLI, L, G; SOBRINHO, J de Andrade. Mecanismo de ação do glutamato no sistema nervoso central e a relação com doenças neurodegenerativas. **Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria.** 2014 Jan/Abr;18(1):58-67. Disponível em
<<http://www.revneuropsiq.com.br>> acesso em 12 de novembro de 2023;

VENTURA, Dora, Fix. Um retrato da Área de Neurociência e Comportamento no Brasil. Psicologia: **Teoria e Pesquisa**, v. 26 n. especial, p. 123-129, 2010.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociência.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.