



Aprendizagem significativa: interfaces com neurociência

Significant learning: Interfaces with neuroscience

Gabriele Maito¹ Gustavo Luiz Gava²

Elisangela Karine Martins³

DOI: [10.5281/zenodo.15881469](https://doi.org/10.5281/zenodo.15881469)

Submetido: 08/02/2025 Aprovado: 01/07/2025 Publicação: 14/07/2025

RESUMO

Ao identificar as contribuições da neurociência aos fatores fundamentais da aprendizagem significativa, aliados ao uso de metodologias ativas, é possível compreender como o desenvolvimento cognitivo intervém sobre a aprendizagem e aprimorá-lo por meio das relações sociais humanas, de forma a distinguir como funciona a aprendizagem no cérebro e como ele aprende de forma mais significativa, por meio de subsunções e organizadores prévios. A intenção deste trabalho é identificar quais as principais interfaces da aprendizagem significativa à neurociência aplicada à educação. Portanto, verifica-se que os dois instrumentos de ensino e aprendizagem podem favorecer o desenvolvimento das funções cerebrais que fazem parte do processo de aquisição do conhecimento. Para cumprir com este objetivo utilizou-se uma metodologia de pesquisa bibliográfica caracterizada por qualitativa e fundamentada principalmente sobre os autores Marco Antônio Moreira (2011) apresentando os principais aspectos da aprendizagem significativa, e Ramon Cosenza e Leonor Guerra (2011) abordando a neurociência no contexto da Educação.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Ciência cognitiva. Metodologias.

ABSTRACT

By identifying the contributions of neuroscience to the fundamental factors of meaningful learning, combined with the use of active methodologies, it is possible to understand how cognitive development influences learning and enhances it through human social relationships. This helps to distinguish how learning functions in the brain and how it learns more meaningfully, through subsumers and prior organizers. The intention of this work is to identify the main interfaces of meaningful learning with neuroscience applied to education. Therefore, it is observed that these two teaching and learning instruments can promote the development of brain functions that are part of the knowledge acquisition process. To achieve this objective, a bibliographic research methodology was employed, characterized as qualitative and primarily based on the works of authors Marco Antônio Moreira (2011), presenting the main aspects of meaningful learning, and Ramon Cosenza and Leonor Guerra (2011), addressing neuroscience in the context of education.

Keywords: Teaching and learning. Cognitive Science. Methodologies.

¹ Universidade Positivo, Paraná, Brasil. g.maito@outlook.com

² Universidade Positivo, Paraná, Brasil. gustavo.gava@up.edu.br

³ Universidade Positivo, Paraná, Brasil. elisangela.martins@up.edu.br

1. Introdução

Aprender de forma significativa vai muito além de apenas transformar a aprendizagem em habilidades por meio de um conhecimento prévio. Implica em relacionar estes aspectos do conhecimento e realizar operações mentais de maneira a concretizá-los na estrutura cognitiva do aprendiz, valorizando seu contexto histórico, social e cultural. Portanto, é necessário que seja do conhecimento das comunidades educativas, a importância da aprendizagem significativa para uma abordagem ativa da educação. Na qual os aprendizes produzem habilidades e conhecimentos para o exercício de seu uso autêntico em práticas do cotidiano, bem como, se tornam capazes de dominar saberes e se beneficiam deles de acordo com suas necessidades.

Atualmente, existem algumas discussões baseadas em um novo modelo educacional, inspirado pelo paradigma da complexidade e, que indicam determinadas dificuldades de aprendizagem quando são utilizadas metodologias que traçam um caminho oposto ao modelo de ensino tradicional e mecanizado, que de acordo com Moraes (1997) apresentam propostas que focalizam a assimilação do conhecimento acumulado, sendo o conteúdo e o produto mais importantes que o processo de aprendizagem significativa, e em termos metodológicos, as aulas são expositivas e os sujeitos aprendizes fazem exercícios de fixação traduzidos em leituras e cópias. Ou seja, aprendizagem mecanizada se concretiza quando o sujeito aprendiz armazena ou decora determinado conceito. E, ao decorá-lo, é compreensível que este permaneça em sua memória por certo período de tempo que pode ser considerado útil para um momento específico. Como o caso de avaliações escolares, como por exemplo; provas, testes, exercícios de caráter objetivo ou dissertativo etc. Ou em maratonas avaliativas exigidas nas fases de vestibulares universitários. No entanto, decorar determinado conteúdo, não representa aprendê-lo.

Desse modo, a aprendizagem de forma significativa seria a oposta da mecanizada, na qual a educação implica a existência de processos transformadores que dependem da ação, da interação e da transação entre sujeito e objeto, indivíduo e meio, onde tudo está em movimento (Moraes, 1997) e, portanto, suas estratégias de ensino podem parecer contraproducentes ao serem entendidas e determinadas pelo modelo tradicional. Porém, quando analisadas por meio de teorias, como as de Ausubel, Moreira e seus adeptos e, relacionadas a real configuração da aprendizagem cerebral humana mediante as pesquisas referentes às obras de Cosenza & Guerra (2011), Vygotsky (2007), Martorell (2014) e outros, é possível não apenas compreender como se processa a aprendizagem significativa, mas identificar os fatores fundamentais para o seu desenvolvimento e transformá-los em aliados para o uso de metodologias ativas e eficazes.

Sendo fundamentada pelos parâmetros anteriores, esta pesquisa busca identificar quais as principais interfaces da aprendizagem significativa em relação à neurociência aplicada à educação, para que, a partir das análises realizadas se possam compreender como o desenvolvimento

cognitivo intervém sobre a aprendizagem e como é possível estimulá-los de forma mais aprimorada por meio das relações sociais humanas, da mesma forma que, possui o intuito de distinguir como cérebro aprende de forma significativa utilizando conceitos subsunçores e em sua escassez, organizadores prévios, para que se possam propor sugestões de estratégias de ensino com instrumentos facilitadores que rompem o paradigma tradicional da educação mecanizada e permitem a autonomia da construção de conhecimentos por meio da realidade do aprendiz.

Para que se fizessem cumpridos os objetivos deste artigo, buscou-se uma abordagem metodológica baseada por meio de estudos e pesquisas bibliográficas a partir de revisão de literatura de livros em conjunto a periódicos científicos e trabalhos publicados em atas de encontros sobre a aprendizagem significativa. Portanto, estas análises foram subdivididas em onze tópicos, abordando inicialmente as contribuições da neurociência à aprendizagem, seguida de suas relações com a psicologia da educação, posteriormente abrangendo informações sobre as características da aprendizagem significativa e suas especificidades, seguidas de investigações que relacionam os processamentos cerebrais fundamentais para a aprendizagem significativa, chegando às sugestões de estratégias para a aprendizagem significativa, e, por fim, apresentando sucintamente os resultados da pesquisa realizada no ponto das considerações finais.

Deste modo, ao público que percorrer este estudo, espera-se que obtenham entendimento sobre como aplicar os conhecimentos da teoria da aprendizagem significativa em interface às contribuições da neurociência em suas práticas profissionais, acadêmicas ou em tudo quanto o que desejar, além de promover possíveis adaptações às informações expostas para sua realidade e para futuras pesquisas que se relacionem.

2. A influência do desenvolvimento cognitivo à aprendizagem

Quando se pensa em aprendizagem, embora esteja diretamente ligada à construção de um novo conhecimento, sabe-se que de acordo com Pinto (2016) respaldando-se pelos conhecimentos de Vygotsky, que o desenvolvimento e aprendizagem se relacionam à internalização de signos e à ação educativa, principalmente escolar. É na escola que os processos mentais evoluem das formas inferiores de generalização a formas superiores e complexas. Por isso a importância de métodos eficazes de aprendizagem que estarão aqui brevemente apresentados por meio de estudos sobre estratégias para a aprendizagem significativa e a negociação de significados pensando no desenvolvimento cognitivo individual de cada sujeito aprendente. Dessa forma, cabe ao professor mediador da construção de conhecimentos, compreender as perspectivas de aprendizagem em um contexto global, considerando principalmente o desenvolvimento cognitivo interligado aos fatores históricos vividos pelo aprendente, visto que segundo Martorell (2014) a hereditariedade, ambiente,

maturação e contextos de vida influenciam o modo como às crianças se desenvolvem, e ao levar em consideração as três principais áreas do desenvolvimento, é conveniente afirmar que aquele que envolve a linguagem, a memória, o pensamento, o raciocínio e essencialmente a aprendizagem é o desenvolvimento cognitivo.

3. Contribuições da neurociência para a aprendizagem

Distingue-se ao examinar os fatores cognitivos no que se referem à aprendizagem em uma concepção neurocientífica, que os processos mentais são frutos do funcionamento cerebral, cujo qual é constituído por diversos processos e organizações, encontrando-se entre eles o processamento e a transmissão de informações por meio de impulsos nervosos, que são correntes elétricas liberadas através das células nervosas – neurônios. Esta ação involuntária é realizada em uma região denominada sinapse, onde recebe certos neurotransmissores, como a adrenalina, a dopamina, a serotonina, e entre outros responsáveis pelo regulamento da condução e recepção das informações transmitidas entre os neurônios, formando então as chamadas “conexões sinápticas” que são, ao serem consolidadas, traduzidas resumidamente do ponto de vista neurobiológico, como fator fundamental para a aprendizagem (COSENZA & GUERRA, 2011; RELVAS, 2015), ou seja, a aprendizagem é um processo que acontece principalmente por conta da capacidade de plasticidade do cérebro, envolvendo as transmissões sinápticas (condução da passagem de informação) que ocorrem entre os neurônios. A aprendizagem, conforme descrita por Illeris (2007, apud Pontes, 2021), envolve mudanças contínuas nas capacidades, não se reduzindo a processos meramente biológicos.

Considerando a análise temática deste estudo, é importante destacar que uma das contribuições da neurociência para aprendizagem é o reconhecimento de que as funções cerebrais responsáveis pela linguagem, raciocínio, planejamento de ações, memória, atenção e etc., que são fatores fundamentais para a aprendizagem estão localizadas em uma área do cérebro conhecida como córtex cerebral situada em uma porção externa do cérebro, capaz de interpretar as principais capacidades sensoriais do corpo humano que são a origem das mais importantes operações de pensamentos, sustentando e constituindo os processos cognitivos diretamente a partir da percepção do sujeito sobre o mundo (VYGOTSKY, 2007; COSENZA & GUERRA, 2011; GARDNER, 1994).

A informação sensorial é definida como atividade neural originada da estimulação de células receptoras em partes específicas do corpo que são processadas no córtex cerebral representando o meio interno do indivíduo (sentimentos pessoais, motivações e conhecimento) em conjunto ao meio externo (visões, sons, gostos, cheiros, toques etc.). Em cada um dos sistemas sensoriais,

receptores fornecem a primeira representação neural do mundo externo e essa informação flui centralmente para regiões envolvidas na cognição, dessa forma tudo aquilo que é percebido é determinado por fatores internos e externos (GARDNER, 1994; GARDNER & JOHNSON, 2014), ou seja, o meio externo influencia diretamente sobre a definição de conceitos, no entanto, não é apenas a experiência de forma superficial que substância a informação. Para que ela se concretize é necessário que seja processada no interior do cérebro e assim possa contribuir para o desenvolvimento cognitivo e conseqüentemente para a aprendizagem por meio das capacidades sensoriais.

4. A formação cerebral e a sua capacidade de plasticidade neuronal

Sabe-se que o desenvolvimento encefálico se inicia em torno de três semanas após a gestação, e a partir desse momento, o cérebro já começa a se desenvolver e dar origem aos seus primeiros neurônios - fenômeno caracterizado pela formação de novos neurônios, conceituado como neurogênese - que, de um número reduzido se tornam bilhões em um curto espaço de tempo, criando conexões entre eles e ocupando seus devidos lugares no cérebro, gerando circuitos nervosos com diversas funções (MARTORELL, 2014; COSENZA & GUERRA, 2011), formando então o que se pode chamar de estrutura cognitiva, a qual possui uma enorme capacidade de modificação conforme ocorrem novas aprendizagens. Esta habilidade é denominada de plasticidade, e de acordo com Cosenza & Guerra (2011) permite também o aumento da conectividade entre os neurônios e a eliminação de sinapses.

Ao enfatizar que o cérebro possui plasticidade, entende-se que esta é uma capacidade cerebral que permite a adaptação dos neurônios às circunstâncias em transformação, bem como a reorganização de suas conexões neurais sinápticas dadas a partir de respostas aos estímulos do ambiente (GARDNER, 2002; RELVAS, 2015). Com isso, é possível compreender que o sistema nervoso se modifica a partir de sua formação e durante toda a vida enquanto houver estímulos externos, principalmente envolvendo as capacidades sensoriais que são controladas pelo cérebro.

5. As relações sócio cognitivas da aprendizagem de acordo com Lev Vygotsky

Constata-se de acordo com os estudos realizados nesta pesquisa que os graus de aprendizagem dependem do nível do desenvolvimento cognitivo pessoal, ou seja, para que um indivíduo possa captar informações, interpretá-las e saber como utilizá-las, é necessário que suas capacidades cognitivas estejam sendo desenvolvidas em um contexto em aquiescência com o determinado conhecimento a ser aprendido. Dessa forma, pode-se criar relações entre os

pensamentos de Vygotsky sobre as interações sociais influenciarem o desenvolvimento cognitivo e consequentemente afetarem de forma positiva ou não a aprendizagem dos sujeitos envolvidos. Em sua obra intitulada *A Construção Social da Mente*, Vygotsky (2007) apresenta reflexões sobre as relações sociais, o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem. Uma de suas contribuições implica que o aprendizado é considerado um processo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento, mas utiliza de seus avanços em vez de fornecer um impulso para modificar seu curso (VYGOTSKY, 2007). Portanto, por mais que a aprendizagem seja afetada pelo desenvolvimento, o mesmo processo não ocorre em situação inversa. Dado que:

Uma vez que essa abordagem se baseia na premissa de que o aprendiz segue a trilha do desenvolvimento e que o desenvolvimento sempre se adianta ao aprendiz, ela exclui a noção de que o aprendiz pode ter um papel no curso do desenvolvimento ou maturação daquelas funções ativadas durante o próprio processo de aprendizado. O desenvolvimento ou a maturação é visto como uma pré-condição do aprendiz, mas nunca como resultado dele (VYGOTSKY, 2007. p. 89).

Dessa forma, compreende-se que o desenvolvimento cognitivo, quando pensado em um fator específico para a aprendizagem contribui significativamente para sua produção.

Buscando um sentido para as especificidades da aprendizagem sobre o entendimento de Vygotsky, é imprescindível falar sobre a importância das relações sociais para o desenvolvimento humano, principalmente na infância, visto que “a mente da criança contém todos os estágios do futuro desenvolvimento intelectual; eles existem já na sua forma completa, esperando o momento adequado para emergir” (VYGOTSKY, 2007. P. 10). Esta emergência do desenvolvimento é vista como um processo colaborativo, no qual as crianças aprendem por meio da interação social e de atividades compartilhadas, bem como, por meio do processo de imitação das ações de adultos ou de outras crianças, ou seja, os contextos sociais, históricos e culturais fazem parte do processo do desenvolvimento e consequentemente da aprendizagem (MARTORELL, 2014; VYGOTSKY, 2007; MOREIRA, 2011).

Com isso, é necessário que seja compreendida a mediação destes processos. Feita, de acordo com Vygotsky (2007) por meio de instrumentos (algo que pode ser usado para fazer alguma coisa) e signos (algo que significa alguma coisa), individuais quando relacionados à sua compreensão cognitiva, e coletivos quando relacionados aos padrões aceitos pela sociedade. Isto é, ao compreender que algo significa determinado conceito, o sujeito cria um signo cognitivo individual para si, então ao compartilhar de seu conhecimento com a sociedade por meio de vivências poderá verificar se o signo utilizado por ele possui o mesmo significado que o utilizado socialmente.

6. A aprendizagem significativa e suas implicações

Ao reconhecer a aprendizagem como a internalização de signos, na qual os processos mentais trabalham para que seja desenvolvida uma nova conexão neural ou para que estes criem sinapses, isto é, novas ligações entre os neurônios já existentes, é possível identificar diversos tipos e formas de aprendizagem, no entanto, nem todas se encaixam em um quadro significativo à realidade do indivíduo que está aprendendo, ou seja, ao compreender que as pessoas possuem contextos históricos divergentes, é notável que provavelmente suas razões para encontrar significado em algo ou alguma coisa sejam também diversas, dessa forma, tenciona-se buscar um conceito para a aprendizagem significativa de modo concreto e em acessão a estrutura cognitiva dos sujeitos que aprendem.

De acordo com Moreira (2011. p.13), “a aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, isto é, a aprendizagem de um novo signo é relacionada a um conhecimento já existente no contexto cognitivo do sujeito, de forma a produzir um novo significado, e ao ser desenvolvido de forma não arbitrária, entende-se que são necessários alguns fatores importantes para que ela ocorra. Entre estes fatores podem ser encontrados alguns conceitos muito utilizados pelo autor David Ausubel, como os subsunçores, os organizadores prévios, a reconciliação integrativa e a negociação de significados.

Corroborando com os estudos de Ausubel, Tavares (2008) afirma que é possível compreender que outra característica importante da aprendizagem significativa, é que ela desenvolve no sujeito aprendiz, a capacidade de transferir esse conhecimento (novo em sua estrutura cognitiva) para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou, ou seja, conscientizar-se do real sentido de sua aprendizagem, beneficiando-se da mesma e tornando-a parte de sua capacidade de lidar com as diversas situações e problemas enfrentados ao longo da vida.

7. Subsunçores e Organizadores prévios

A aprendizagem é um processo coletivo que acontece principalmente em relação ao meio em que o aprendiz está inserido, no entanto sua originalidade é um fenômeno que ocorre de forma individual na estrutura cognitiva de cada indivíduo, ou seja, aprender implica em relações que o sujeito cria entre um novo conhecimento influenciado pelo meio e um conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva. Este conhecimento relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser um

símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel chamou de subsunçor, ou seja, para que uma aprendizagem seja significativa, a nova informação deve estar relacionada aos conhecimentos prévios importantes para o aprendiz - conceitos subsunçores relevantes (MOREIRA, 2011; YAMAZAKI, 2008).

Quando se fala em conceito subsunçor, pode-se considerar que eles são formados por ligações entre neurônios já existentes, e ao se tornarem mais eficientes, aumentam o nível de significatividade na estrutura cognitiva do indivíduo, dado que segundo Cosenza & Guerra (2011) dependendo da relevância do conhecimento, podem ocorrer alterações estruturais em circuitos nervosos específicos, tornando-os mais eficientes, o que é notável que se dê devida importância visto que:

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes (MOREIRA, 2011, p. 14).

Contudo, é possível que o aprendiz não possua conceitos subsunçores em sua estrutura cognitiva sobre determinado assunto a ser introduzido à aprendizagem. Nesse caso, entra então, a utilização de organizadores prévios que sirvam como um ancoradouro provisório, no lugar do subsunçor, levando ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011), ou seja, organizadores prévios são instrumentos facilitadores para a aprendizagem significativa, funcionando como uma ligação de ideias, conceitos e proposições entre o que o aprendiz já sabe, não relacionadas diretamente ao objeto de estudo, conectadas aquelas que pretendem-se que ele aprenda e que sejam estabelecidas em sua estrutura cognitiva como novo conhecimento, dado que:

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si mesmo, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, para servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber para que esse material fosse potencialmente significativo ou, mais importante, para mostrar a relacionabilidade do novo conhecimento com o conhecimento prévio (MOREIRA, 2000, p. 5).

Dessa forma, é possível reconhecer que os organizadores prévios possuem também função de reorganização na estrutura cognitiva do aprendiz por meio da habilidade de plasticidade cerebral, considerando que este, assim como os conceitos subsunçores, buscam ligações e comparações entre as conexões neurais já existentes, com os novos conhecimentos aprendidos, criando desse modo, novas conexões sinápticas e novas aprendizagens.

8. Como ocorre a aprendizagem significativa

Sabe-se que, de acordo com Moreira (2000) a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, isto é, por meio de uma relação semântica que ocorre no córtex cerebral entre os significados dos elementos subsunçores ou organizadores prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, com o novo conhecimento socialmente aceito. Ou seja, a aprendizagem significativa ocorre na mente do aprendiz, dessa forma este não pode ser:

Um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento (MOREIRA, 2000, p. 4).

Tornando-se sujeito ativo em sua própria aprendizagem, e partir do momento em que ele desenvolve noção de que é um sujeito ativo, não inexorável, toma direção para construir críticas a sua nova aquisição e dessa forma, cria a possibilidade de subverter sua realidade, buscando sentido aos seus novos conhecimentos, resultando sua aprendizagem em significativa para si, visto que, segundo Tavares (2008), em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

Ao considerar que ao aprender de forma significativa o sujeito identifica semelhanças e diferenças, reorganizando sua estrutura cognitiva por meio de uma diferenciação progressiva, é preciso compreender primeiro, de que forma ele integra essas informações a fim de relacioná-las entre seu conhecimento prévio e aquele que deseja aprender, ou seja, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre com seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em conhecimentos. Essa conexão de conceitos aparentemente díspares é chamada de reconciliação integrativa e acontece como um processo dinâmico em paralelo à diferenciação progressiva, que consiste no desdobramento de um conceito em outros conceitos menos inclusivos, eliminando diferenças aparentes, resolvendo inconsistências e fazendo superordenações (TAVARES, 2008; MOREIRA, 2011).

Esse processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora permite a atribuição de novos significados àqueles já existentes, bem como, a reorganização da estrutura cognitiva do aprendiz aumentando suas conexões com novos conhecimentos e contextualizando ou fortificando aqueles já existentes, dando significatividade à aprendizagem, ou seja, quanto mais ligações forem

estabelecidas entre as informações já disponíveis no cérebro, mais significativa será a aprendizagem. Dessa forma, cabe à comunidade educativa compreender que a aprendizagem é fruto de modificações estruturais no sistema nervoso de cada um (COSENZA & GUERRA, 2011) sendo assim, devem ser considerados os diversos contextos históricos daqueles que aprendem, para que, dessa forma os professores possam facilitar a aprendizagem, buscando estratégias e métodos de ensino eficientes ligados aos conhecimentos já existentes na rede neural dos aprendentes, dado que:

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 tornar um registro forte, uma vez que mais redes neurais estarão envolvidas (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 62).

Além disso, ao criar registros fortes, e trazer sentido a busca dos novos conhecimentos apresentados em aula de forma significativa para os aprendentes, o professor estará envolvendo a realidade dos sujeitos e disponibilizando estímulos para a concretização da aprendizagem de forma prazerosa, na busca de satisfazer as necessidades do desenvolvimento humano de cada um e de todos.

9. Estratégias para a aprendizagem significativa e a negociação de significados

Sabe-se, de acordo com Moreira (2008. p.5) que, "signo é alguma coisa que significa outra coisa". Estes signos são construídos na estrutura cognitiva de acordo com a individualidade de descobertas de cada um, ou seja, pela representação mental que cada pessoa possui sobre determinado conceito, objeto, gesto, etc.

Dessa forma, compreende-se então a importância crucial da interação social, por meio da qual, é possível que a pessoa possa captar significados e certificar-se que os significados que está captando são aqueles compartilhados socialmente para os signos desenvolvidos em questão (MOREIRA, 2008). Com isso, ao considerar que a aprendizagem significativa está relacionada ao significado que o aprendiz dá para si sobre determinado conhecimento de acordo com seu contexto histórico e seus conhecimentos prévios. Pode-se, aqui, complementar que é fundamental para a construção da aprendizagem significativa, uma "negociação de significados" entre o signo mental e o significado conveniente socialmente.

Ao expressar o conceito "negociação de significados", é indispensável dialogar sobre a importância das funções cognitivas essenciais para a aprendizagem com o modelo de ensino de Gowin, pelo qual, corroborando com sua teoria, Moreira (2011) demonstra a importância das

relações entre o professor, o aprendiz e os materiais educativos (objeto que proporciona informação), ao citar:

Um episódio de ensino ocorre quando é alcançado o compartilhar de significados entre professor e aluno. Usando materiais educativos do currículo, professor e aluno buscam congruência de significados. Uma situação de ensino, o professor atua de maneira intencional para mudar significados da experiência do aluno, utilizando materiais educativos do currículo (MOREIRA, 2011, p. 97-98).

Desse modo, a negociação de significados envolve englobar os conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz com os materiais educativos proporcionados pelo professor adequados ao tema do objeto de estudo, em conjunto com a metodologia e a mediação do professor em interação direta, buscando “negociar” a troca ou o acréscimo de significados aos signos representantes de determinados conceitos, gestos, objetos etc., para que dessa forma se possa consolidar ou construir novas redes neurais.

Inclui-se, portanto, de acordo com Vygotsky (2007) que a linguagem é um dos fatores mais influentes para a aprendizagem. Por meio dela, o indivíduo tem a capacidade de pensar, organizar suas ideias, planejar, executar etc., bem como, de acordo com Cosenza & Guerra (2011), existem outras funções cognitivas que também entram em contato com o meio e consequentemente proporcionam a aprendizagem. Entre elas, a memória e a atenção que se desenvolvem no cérebro com o auxílio de estímulos sensoriais. Dessa forma, pode-se conciliar estes fatores à metodologia utilizada pelo professor na negociação de significados, buscando facilitar a aprendizagem significativa, utilizando as contribuições da neurociência para a aprendizagem.

10. Linguagem, memória e atenção: fatores auxiliares da aprendizagem

Uma das principais formas pela qual nosso cérebro entra em contato com o meio é através dos órgãos dos sentidos, por meio deles é possível observar, sentir e ouvir para analisar determinado conceito ou informação, porém, de acordo com Cosenza & Guerra (2011) boa parte dessa informação não chega a ser processada, porque apesar de ser constituído por bilhões de células, o cérebro humano não tem a capacidade de examinar tudo ao mesmo tempo, no entanto, por meio de um fenômeno chamado “atenção”, o cérebro pode dedicar-se às informações importantes e focalizar os sentidos sobre a informação recebida. Desta forma, em um contexto específico, é possível utilizar o foco atencional como um auxiliar para a aprendizagem significativa.

A maneira primordial de capturar a atenção é apresentar o objeto de estudo de maneira que o aprendiz o reconheça como importante e significativo o que engloba ter ligações com o que já é conhecido, que atenda às expectativas ou que seja estimulante (COSENZA E GUERRA, 2011),

ou seja, por meio dos conhecimentos prévios - subsunçores, relacionados a fatores estimulantes do interesse do aprendiz, é possível focalizar a atenção para o objeto de estudo. É importante reconhecer que envolver o aprendiz em uma aprendizagem estimulante, engloba a utilização de metodologias que tornem o sujeito ativo, com materiais educativos selecionados com diversidade de ideias, para que o aprendiz possa ter autonomia em analisar e desenvolver sua própria construção de conhecimento.

Ao focalizar a atenção do aprendiz em determinada situação, é possível relacioná-la a mais um fator auxiliar da aprendizagem, a memória, a qual pela definição de Vygotsky (2007) possui sua verdadeira essência no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda de signos, visto que:

No caso da memória e atenção, a inclusão de signos na percepção temporal não leva a um simples alongamento da operação no tempo; mais do que isso, cria as condições para o desenvolvimento de um sistema único que inclui elementos efetivos do passado, presente e futuro (VYGOTSKY, 2007, p. 29).

Desse modo, a memória entra em ação quando o aprendiz se lembra de uma experiência vivenciada no passado e desenvolve novas definições para os seus signos, relacionando-os com as situações do presente em conjunto ao foco atencional sobre objeto de estudo.

Além disso, a memória também está associada aos mecanismos sensoriais que transmitem informação para o cérebro, ou seja, quanto mais se pode visualizar, ouvir, experimentar, cheirar ou sentir a informação que se pretende memorizar, mais irá reforçar a capacidade do cérebro de lembrar-se dela e quando se busca criar ativamente vínculos e relações daquele novo conhecimento com o que já está armazenado na memória, este tem mais chance de se tornar um registro forte e significativo, o que facilita a busca no cérebro pela a informação necessária em determinadas situações (BUZAN, 2012 E COSENZA & GUERRA, 2011).

Diante disso, a linguagem possui papel fundamental para a estruturação do conhecimento adquirido, considerando que segundo Vygotsky (2007) a possibilidade de combinar os elementos dos campos sensoriais do passado e presente no campo de atenção, leva a reconstrução da memória, que por meio de formulações linguísticas mentais, o aprendiz liberta-se da lembrança direta e sintetiza suas experiências de modo conveniente a seus propósitos, alterando o sentido de seus signos de acordo com as interações entre o meio e conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, ou seja, para memorizar determinada informação, é fundamental relacionar o novo conhecimento com sensações significativas já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e ao sintetizar essas informações com as habilidades adquiridas por meio das funções da linguagem, o aprendiz desenvolve o que se pode chamar de aprendizagem significativa.

11. Infográfico como estratégia para a aprendizagem significativa

Um infográfico é definido por um conjunto de informações importantes e significativas sobre um tema, assunto ou conhecimento específico, apresentadas de forma visualmente atraentes, com imagens, cores, tabelas, gráficos, formas, etc., que representam determinado conceito, seguido de um texto informativo curto em aceção ao elemento ilustrativo.

Este material como estratégia para a aprendizagem significativa pode ser proposto pelo professor em diversas áreas do conhecimento e inclusive de forma multidisciplinar, abrangendo os três principais fatores auxiliares da aprendizagem: linguagem, memória e atenção, visto que segundo Vygotsky (2007) com o auxílio da função indicativa da palavra (imagem, tabela, cores etc.), o aprendiz começa a dominar sua atenção, criando centros estruturais novos dentro da situação percebida, e com a utilização deste instrumento, o aprendiz além de reorganizar o campo visual-espacial, com o auxílio da linguagem (texto alternativo), cria um campo temporal que lhe é tão perceptível e real quanto o visual.

Ao propor a criação de um infográfico sobre o objeto de estudo a ser aprendido, o professor tornará possível relacionar os conhecimentos prévios dos sujeitos aprendentes com as novas informações disponíveis nos materiais educativos selecionados para determinada aula, além de dar autonomia para os aprendentes explorarem as habilidades mais presentes em seu campo cognitivo, ou seja, aquele que possui habilidades artísticas mais desenvolvidas poderá colocá-las em prática ao utilizar as diversas linguagens da arte para construir seu infográfico, relacionando seu interesse artístico com o objeto de conhecimento explorado, bem como, aquele que possui habilidades lógico-matemáticas também poderá explorá-las com a utilização de gráficos e tabelas, e assim sucessivamente com as diversas habilidades desenvolvidas de acordo com o contexto de experiências e vivências de cada aprendiz.

Os infográficos podem ser utilizados de forma simples ou complexa dependendo do objetivo a ser atingido e do público que irá explorar sua criação. Pode ser utilizado com crianças a partir do momento em que já são alfabetizadas, como podem servir de apoio para a alfabetização relacionando imagens e ilustrações já identificadas pelas crianças com novas palavras ou formulação de textos. Pode também ser utilizado com adolescentes, jovens e adultos em diversos contextos de aprendizagem, seja no ensino fundamental, médio ou superior.

A disponibilização da forma de criação do infográfico pode ser feita manualmente por meio de materiais concretos estruturados (papel, caneta, lápis, tesoura, cola, etc.) bem como por meio das Tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs) com computadores, *tablets*, celulares, o que também engloba a inteligência digital em relação ao objeto de conhecimento proposto em aula. Algumas ferramentas disponíveis para a montagem de infográficos digitais

gratuitos podem ser encontradas nos sites *Infogram* e *Vennage* e no aplicativo *Canva* disponível para *Android* e *IOS*, ficando a critério do professor mediador disponibilizar as ferramentas e materiais que considerar mais eficientes de acordo com a realidade de sua turma.

12. Mapa mental como estratégia para a aprendizagem significativa

O mapa mental é uma ferramenta de pensamento interligada gráfica e visualmente para armazenamento, organização, priorização e geração de informação. Ele pode ser constituído por palavras-chaves, imagens-chaves ou estimuladores organizados de forma similar ao processo de conexões entre neurônios (BUZAN, 2012), ou seja, as palavras e informações-chaves de um conceito ou tema específico, consideradas importantes e significativas para aprendizagem são conectadas umas às outras de forma a montar uma grande rede de ideias com palavras, flechas, cores e outros sinais gráficos que auxiliem à memorização da ideia principal.

Assim como o infográfico, o mapa mental utiliza-se das funções da memória, da atenção e da linguagem para relacionar as palavras-chaves que ajudarão o aprendiz a lembrar de conceitos completos, com cores ou sinais gráficos que visualmente enfoquem a atenção para determinada ideia e principalmente a ordenação mental desses instrumentos que é feita por meio das habilidades linguísticas ao sintetizar as informações constituintes de determinado assunto para extrair palavras-chaves.

Ao citar o termo “palavra-chave” como fundamental para a criação de mapas mentais, pode-se considerar que palavras são signos linguísticos, desse modo, uma simples palavra produz diferentes séries de significados para quem a ouve ou a lê (VYGOTSKY, 2007; BUZAN, 2012). Nesse caso uma palavra-chave se refere a principal associação que o aprendiz faz de determinado conceito, texto ou objeto, com uma única palavra já presente em sua estrutura cognitiva. Por exemplo: a palavra “calor” pode se referir à primeira ideia de um dia quente de verão na praia para uma pessoa que costuma viajar, como ao fator de energia térmica, ligado à temperatura para uma pessoa que está cursando física. Ou seja, o significado mental da palavra-chave é único para cada aprendiz dependendo de seu contexto histórico e social.

Assim como no infográfico, ao propor a construção de um mapa mental sobre o objeto de estudo a ser aprendido, o professor tornará possível relacionar os conhecimentos prévios dos sujeitos aprendentes com as novas informações disponíveis nos materiais educativos selecionados para determinada aula, além de valorizar o contexto histórico e as representações mentais que os indivíduos possuem sobre os conceitos abordados, bem como, dar autonomia para os aprendentes explorarem suas múltiplas inteligências, envolvendo a linguagem ao desenvolver as palavras chave, a criatividade ao pensar e relacionar de forma rápida e conectiva os conceitos às suas ideias

principais, a inteligência espacial ao definir os espaços e estrutura para montagem de seu mapa, e etc.,

É aconselhável que os mapas mentais sejam utilizados com o público de crianças, adolescentes, jovens e adultos já alfabetizados em diversos contextos de aprendizagem, seja no ensino fundamental, médio ou superior. A disponibilização da forma de criação do mapa mental pode ser feita manualmente por meio de materiais concretos estruturados (papel, caneta, lápis, tesoura, cola, etc.) bem como por meio das TDICs com computadores, *tablets*, celulares, o que também engloba a inteligência digital em relação ao objeto de conhecimento proposto em aula. Algumas ferramentas disponíveis para a montagem de mapas mentais digitais gratuitos podem ser encontradas nos aplicativos *Mindomo* e *Canva* disponíveis para android e IOS, ficando a critério do professor mediador disponibilizar as ferramentas e materiais que considerar mais eficientes de acordo com a realidade de sua turma.

13. Considerações finais

O estudo realizado por meio de pesquisas bibliográficas apresentadas nesta pesquisa indica as principais relações da neurociência com a aprendizagem significativa de forma a contribuir à comunidade educativa sobre como o cérebro aprende e como é possível tornar este aprendizado significativo com estratégias pensadas em conformidade às teorias de Ausubel e Moreira.

Constatou-se por meio dos estudos da neurociência que a aprendizagem é um movimento causado principalmente por conta da habilidade de plasticidade cerebral, que é responsável pela mutação da organização das redes neurais. Esse fenômeno acontece toda vez que o cérebro entra em contato com uma nova experiência, de forma a criar conexões entre os conhecimentos ou fortalecer aqueles já existentes, cujo conceito transpassa a ideia de uma aprendizagem significativa.

A fim de explorar estratégias concretas com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa de acordo com os princípios da neurociência, foi necessária primeiramente uma busca a partir de como se processa o desenvolvimento cognitivo e qual é a sua função para que se construa a aprendizagem. Ao consolidar estes estudos foi possível identificar que o desenvolvimento cognitivo é fundamental para que haja o processamento de informações cerebrais e a negociação de significados entre signos cognitivos individuais e aqueles utilizados socialmente. Além disso, o desenvolvimento cognitivo implica em exercitar os fatores de memória, atenção e linguagem, que são grandes agentes no processo de aprendizagem.

Verificou-se a partir dessa pesquisa que há possibilidade de utilizar as contribuições dos aspectos anteriormente mencionados em conjunto à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Moreira, focalizando os conhecimentos sobre os subsunçores e organizadores prévios

como fundamentais para abordar estratégias satisfatórias para facilitar a aprendizagem significativa. Com isso a pesquisa sugere dois instrumentos de ensino e aprendizagem voltados a ideia de utilizar os signos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e relacioná-los com novos conceitos, ideias, teorias etc., bem como, se favorecendo de funções cerebrais envolvendo a linguagem e atenção, levando em consideração a memória e o contexto histórico social do indivíduo. Visto que as duas estratégias permitem valorizar as inteligências dominantes de cada aprendiz e seus conhecimentos prévios em relação ao seu novo significado.

Posto isto, a pesquisa indica uma possibilidade concreta de aprendizagem significativa utilizando-se sucintamente de estudos sobre a Psicologia da Educação e a Neurociência Aplicada à Educação. No entanto, compreende-se que as realidades da educação são diversas e estão em permanente evolução, portanto necessitam de constante aprimoramento para atender às necessidades humanas temporais. Diante disso, alguns estudos da Pedagogia do Esporte podem ser bons auxiliares da Neurociência Aplicada à Educação ao considerar que o desenvolvimento cognitivo, muito presente em práticas esportivas, é um pré-requisito fundamental para a aprendizagem significativa.

Referências

BUZAN, T. **Use sua mente: como desenvolver o poder do seu cérebro**. São Paulo: Integrare Editora, 2012.

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

GARDNER, E. P., & JOHNSON, K.O. **A codificação sensorial**. In E. R. Kandel (Ed.) *Princípios da neurociência*. (pp. 393 - 414). Porto Alegre AMGH, 2014.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.

MARTORELL, G. **O desenvolvimento da criança: do nascimento à adolescência**. Porto Alegre: AMGH, 2014.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 1997.

MOREIRA, M. A. **Versão revisada e estendida: Aprendizagem significativa subversiva**. In: Moreira, M. A. et al. (Ed.). *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, – PT, Lisboa: 2000. Atas III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa, p.p. 33-45, 2000.

MOREIRA, M. A. Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**, 2008.

<https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/download/21027/12502>

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PINTO, G. U. A intrínseca relação entre elaboração de conceitos e aprendizagem escolar. **Crítica Educativa**, 2(1), 186-201, 2016.

PONTES, Edel Alexandre Silva. A práxis do professor de matemática por intermédio dos processos básicos e das dimensões da aprendizagem de Knud Illeris. **Rebena – Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 2, p. 78–88, 2021.

RELVAS, M. P. **Neurociências e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2015.

TAVARES, R. (2008). Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, 2022.

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212008000100010.

VYGOSTKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YAMAZAKI, S. C. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel**, 2008. Disponível em:

http://fisica.uems.br/profsergiochoitiyamazaki/2008/texto_1_referenciais_teoricos_ausubel.pdf