

## APROXIMAÇÕES ENTRE BASES NEUROBIOLÓGICAS DA MEMÓRIA HUMANA E PRESSUPOSTOS DA METODOLOGIA DIALÉTICA

Cleci Teresinha Werner da Rosa<sup>1</sup>  
Estela Mari Santos Simões da Silva<sup>2</sup>  
Caroline Maria Ghiggi<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente artigo constitui-se de pesquisa de natureza qualitativa e bibliográfica, visando refletir sobre as possíveis relações no campo educacional entre a metodologia dialética e a neurociência cognitiva, no que diz respeito ao processamento da informação por mecanismos cerebrais humanos. O objetivo da pesquisa é mostrar os princípios neurocientíficos da memória associados às dimensões da abordagem metodológica dialética. E embora se reconheça que o ato de aprender envolva diferentes mecanismos neurobiológicos como atenção, emoções, motivação, sono e plasticidade cerebral, opta-se no artigo por estabelecer como recorte aproximações entre tipos de memórias e suas funções, com os momentos propostos pela metodologia dialética. Para tanto, apresentam-se inicialmente conceitos sobre consolidação de memórias no campo da neurociência cognitiva e os três momentos da dialética (mobilização, construção e elaboração de síntese do conhecimento). Na sequência, busca-se aproximações entre essas duas dimensões, compreendendo a primeira com uma área complementar e a segunda como uma estratégia didática direcionada à construção de conhecimentos. Por fim, evidenciam-se os sobreamentos entre os dois campos e apontam-se novas possibilidades para pensar uma neurodidática, mostrando que compreender mecanismos cerebrais envolvidos no ato de aprender surge como condição à efetivação de uma prática escolar que busca favorecer a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Neurociência cognitiva. Metodologia dialética. Construção de conhecimentos.

---

1 Doutorado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil(2011). Professora Titular da Universidade de Passo Fundo , Brasil.

2 Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo.

3 Doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo.

# APPROACHES BETWEEN NEUROBIOLOGICAL BASES OF HUMAN MEMORY AND ASSUMPTIONS OF DIALECTIC METHODOLOGY

**Abstract:** This article is a qualitative and bibliographic research, aiming to reflect on the possible relationships in the educational field between dialectical methodology and cognitive neuroscience, with regard to information processing by human brain mechanisms. The objective of the research is to show the neuroscientific principles of memory associated with the dimensions of the dialectical methodological approach. And although it is recognized that the act of learning involves different neurobiological mechanisms such as attention, emotions, motivation, sleep and brain plasticity, the article chose to establish as a cut approximations between types of memories and their functions, with the moments proposed by the dialectical methodology. . To this end, concepts about memory consolidation in the field of cognitive neuroscience and the three moments of dialectic (mobilization, construction and elaboration of knowledge synthesis) are initially presented. Subsequently, approximations between these two dimensions are sought, comprising the first as a complementary area and the second as a didactic strategy aimed at the construction of knowledge. Finally, the shadows between the two fields are highlighted and new possibilities for thinking about a neurodidactics are pointed out, showing that understanding brain mechanisms involved in the act of learning emerges as a condition for the implementation of a school practice that seeks to favor learning.

**Keywords:** Cognitive Neuroscience. Dialectical Methodology. Knowledge construction.

## INTRODUÇÃO

Pesquisas no campo da neurociência cognitiva voltadas ao campo da educação, valorizam o processo de construção do conhecimento pelo aluno e a necessidade de que em situações didáticas o professor considere fatores como os conhecimentos que o sujeito já possui, a hierarquização conceitual, a mobilização dos estudantes em relação ao objeto de ensino, etapa de consolidação e aplicação do conhecimento, entre outros aspectos (SIMÕES; NOGARO, 2016). Nesse contexto, ecoam e se alinham elementos que têm sido discutidos pela neurociência cognitiva e pela educação, particularmente a partir do construtivismo. Moreira (1999), nos mostra que o construtivismo é uma concepção filosófica que entende que o conhecimento é construído a partir de um processo de interação entre o sujeito e o objeto. A perspectiva construtivista, adotada pela educação como principal fundamento para seus construtos teóricos, e os estudos sobre a mente humana trazidos pela neurociência, revelam a intencionalidade de oportunizar uma aprendizagem mais efetiva, duradoura e significativa.

A implementação de uma concepção construtivista, que valoriza a participação ativa dos estudantes, sofre com obstáculos frequentemente mencionados por autores na área da educação. Um deles é a ideia de que a aprendizagem se dá pela simples e direta memorização do conhecimento, sendo o professor aquele que transmite os conhecimentos acumulados pela humanidade. Libâneo (2006) enfatiza que a didática tradicional tem resistido ao tempo, prevalecendo na prática escolar. É comum nas nossas escolas atribuir ao ensino a tarefa de mera transmissão de

conhecimento, sobrecarregando o aluno de conhecimentos que são decorados de forma acrítica.

Dentre os problemas fundamentais dessas metodologias baseadas essencialmente em aulas expositivas, está a grande probabilidade de que os estudantes terão aprendizagens poucos significativas e, ainda, que em pouco tempo não lembrarão de nada ou de muito pouco do que foi apresentado pelo professor. Ausubel (2003), um dos representantes dessa vertente construtivista e cognitivista, ao apresentar a Teoria da Aprendizagem Significativa, apontou que os estudantes frente à metodologia expositiva e que prima pela repetição, têm dificuldades em aplicar os conhecimentos abordados pelo professor em contextos diferentes dos quais foram apresentados. Em outras palavras, metodologias voltadas à repetição e à memorização podem ter pouca eficiência para uma aprendizagem significativa e duradoura.

Nesse sentido, Freire (1983) já chamava a atenção para o fato de que, ao se utilizar esse tipo de método, o aluno acaba sendo um sujeito inerte ao processo de aprendizagem, sendo apenas um receptor, cabendo a ele ouvir, decorar e repetir informações, com uma atividade limitada, sem utilizar algum tipo de estratégia ou contribuir na elaboração dos conhecimentos. Em termos de formação dos indivíduos, essa metodologia pode resultar na formação de pessoas passivas, não críticas e/ou marginalizadas em relação às grandes reflexões e, ainda, prováveis vítimas da seleção social, por métrica ou outro aspecto de seletividade, uma vez que o *status quo* é uma das características desta tendência voltada à memorização e repetição.

É preciso, portanto, “(re)afirmar que a postura do professor transmissor de informações deve dar lugar à postura de mediador entre o sujeito e o objeto de conhecimento” (BACICH; MORAN, 2018, p. 188). Este é o desafio educacional do presente: superar concepções tradicionais sobre aprendizagem e valorizar as ideias progressistas de construção de saberes, promovendo a “migração do ensinar para o aprender, o desvio do foco do docente para o aluno que assim a corresponsabilidade pelo seu aprendizado” (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN, 2014, p. 285).

Esse deslocamento da perspectiva do professor para o aluno, possibilitando um processo realizado pelo próprio sujeito pautado na autonomia, converge com as ideias de diferentes teorias de aprendizagem, como a já mencionada Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, ou mesmo as conhecidas e clássicas teorias propostas por Jean Piaget e Lev Semenovitch Vygotsky. Além deles, podemos mencionar a significativa contribuição do pedagogo estadunidense John Dewey e do brasileiro Paulo Freire, na defesa de uma educação em que o aluno é protagonista de sua aprendizagem. A ideia do estudante como centro do processo educativo se justifica, pois é ele que irá modificar o novo conhecimento para assimilá-lo dentro da sua realidade, ou seja, no seu contexto social e com a interação com outras pessoas, sendo ativo e construindo o conhecimento de forma colaborativa.

Tais premissas têm sido a tônica das pesquisas no campo educacional, especialmente quando se trata da epistemologia da prática, ou seja, das questões que regem a produção do conhecimento em termos do ensino e da aprendizagem. Sem querer adentrar nessa enseada, nosso recorte ao escrever esse artigo está em estabelecer uma aproximação entre as discussões da didática (campo educacional) e da neurociência cognitiva, mostrando que as escolhas do professor podem favorecer uma aprendizagem mais significativa e duradoura. Em outras palavras, buscamos mostrar a importância de tornar o aluno protagonista em sua própria aprendizagem, quando o professor não apresenta o saber pronto, mas se torna mediador na relação aluno-objeto de conhecimento.

Propomos, ao longo desta escrita, aproximar saberes da neurociência cognitiva, em relação ao processamento da informação no cérebro e a metodologia dialética, por meio de uma releitura dessa última com base em conhecimentos sobre o funcionamento dos mecanismos cognitivos que codificam, armazenam e evocam informações na memória humana.

## **PRINCÍPIOS DA NEUROCIÊNCIA COGNITIVA SOBRE A FORMAÇÃO DE MEMÓRIAS**

Como campo de estudo sobre o cérebro, a neurociência vem ganhando espaço e diferentes áreas interessam-se cada vez mais por seus estudos, visando dela beneficiar-se. Segundo Lent (2010), a neurociência pode dividir-se em pelo menos cinco grandes campos de estudo: Neurociência Molecular (processos químicos e físicos); Neurociência Celular (bioquímica e citologia); Neurociência Sistêmica (princípios estruturais e funcionais); Neurociência Comportamental e Neurociência Cognitiva. Atualmente, por meio de avanços oportunizados pelas pesquisas em Física e que nos levam a obter neuroimagens, é possível observar o encéfalo humano em pleno funcionamento, bem como a ativação de determinadas áreas ao desenvolver algumas atividades.

A neurociência cognitiva dedica-se a diversos processos importantes e correlatos ato de aprender: aprendizagem e memória; atenção; motivação e emoções; sensação e percepção; identidade pessoal (o “eu”); pensamento e funções executivas; linguagem e interpretação; motricidade e planejamento motor. Goswami (2004) aponta que a neurociência cognitiva é um ramo da neurociência relativamente novo e concentra-se especificamente na compreensão dos processos cognitivos de nível superior por meio das tecnologias das imagens.

Embora as novas descobertas na área da neurociência cognitiva não sejam direcionadas *a priori* para aplicação direta na escola, elas nos permitem pensar os processos de ensino e aprendizagem sob novas perspectivas de como o cérebro aprende. De acordo com Guerra (2011), a neurociência pode informar a educação, mas não a explicar ou fornecer prescrições que garantam resultados. Teorias psicológicas baseadas nos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem podem inspirar objetivos e estratégias educacionais. O trabalho do educador pode

ser mais significativo e assertivo se ele conhece o funcionamento cerebral, o que lhe possibilita o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas.

Salientamos que bases neurobiológicas da aprendizagem envolvem diferentes mecanismos que influenciam no processo de aprender, como a capacidade de atenção e concentração, mecanismos da memória, a motivação e envolvimento com o assunto, experiências anteriores, estímulos internos e externos aos sujeitos, as emoções, vivências e percepções pessoais e em relação à escola, disciplina e professor, qualidade do sono, entre outras funções que podem estar envolvidas na aprendizagem. Ressaltamos, também com Tokuhamas-Spinoza (2010), quando menciona a necessidade de olharmos o processo de aprendizagem de forma ampla e não isolada das características da vida que o sujeito leva.

No âmbito desse artigo, no entanto, estamos delimitando como objeto de estudo a memória humana por ser mecanismo cerebral diretamente envolvido no processamento de novos conhecimentos, ao se considerar processos de repetição, elaboração e consolidação de informações. Tal escolha e delimitação deve-se, essencialmente, aos limites textuais de escrita e por entender que o apresentado se refere a uma proposição inicial de reflexão que poderá constituir-se em base para novas problematizações e análises futuras.

Pensar a aprendizagem sob a perspectiva da neurociência é algo bem recente e vem ganhando espaços cada vez mais significativos no campo educacional. Apesar de a área ainda buscar respostas a muitas das questões apresentadas particularmente em relação à aprendizagem, suas investigações têm sido extremamente relevantes quando se trata de analisar as condições da ocorrência dessa aprendizagem e como se consolidam novas memórias. Conforme menciona Oliveira (2021), a compreensão do papel crucial da memória no processo de aprendizagem escolar promove benefícios da aplicação pedagógica.

Sobre isso, Gazzaniga (2006, p. 320) especifica que:

A habilidade de aprender e de lembrar informações a respeito do mundo ao nosso redor e de nossas experiências que nele ocorrem é uma habilidade cognitiva fundamental que possuímos. Incrivelmente, armazenamos milhões de informações, algumas vezes com facilidade, outras vezes com muito esforço.

Simões e Nogaro (2016), reforçam essa ideia mencionando que a memória humana é o princípio gerador da aprendizagem, sem a qual não poderíamos construir novos conhecimentos e nem ter acesso ao que foi aprendido. A memória influencia inúmeros processos mentais complexos como a escrita, a linguagem, a imaginação e a inteligência.

A aprendizagem é o resultado da assimilação e conservação do conhecimento, controle e transformação do meio, que foi sendo acumulado pela experiência da humanidade por meio dos séculos. O processo de aquisição das novas informações que serão retidas na memória é chamado aprendizagem. Portanto, temos uma relação direta entre memória e aprendizagem, embora cognitivistas mostrem que a memorização não é suficiente para a ocorrência de uma aprendizagem significativa,

mas é o início do processo. Defende-se que há um contínuo entre a aprendizagem por repetição associada à memorização simples e a aprendizagem significativa, como já mencionado (AUSUBEL, 2003).

De acordo com Bear, Connors e Paradiso (2002), as memórias são estabelecidas por modificações na efetividade de sinapses químicas. A partir da existência de uma rede de neurônios distribuída por todo o cérebro é que ocorre a construção de memórias. Assim, se determinada área do cérebro é danificada, perde-se parte das lembranças e não a totalidade delas. Atualmente, classificam-se vários tipos de memórias, com específico processamento, função e localização cerebral.

Assim, podemos dividir as memórias em várias categorizações em função do tempo que duram, da localização, do tipo de informação que processam, etc. Para fins deste texto, optamos pela descrição apresentada por Simões e Nogaró (2016), baseada nas divisões quanto ao tempo de duração propostas por Gazzaniga (2006) e Izquierdo (2011), a saber: memória sensorial ou de trabalho, memória de curta duração e memória de longa duração.

### **Memória Sensorial ou de Trabalho**

Sendo essencial, a memória sensorial busca diferentes caminhos de acesso aos Sistema Nervoso Central (SNC), utilizando-se do máximo de vias sensoriais possíveis. É uma memória que dura somente instantes, experimentos fixam seu limite de permanência no receptor em até 250 milésimos de segundo (STERNBERG, 2000). Todos os órgãos sensoriais a registram, mas estima-se que ela dure algumas centenas de milissegundos para o sistema visual (memória icônica) e cerca de dois ou três segundos para o sistema auditivo (memória ecóica).

Essa forma de memória é sustentada pela atividade elétrica de neurônios do córtex pré-frontal, em rede via córtex entorrinal com o hipocampo e a amígdala, durante a percepção, a aquisição ou a evocação. A memória de trabalho dura segundos e não deixa traços: depende exclusivamente da atividade neuronal on-line. Um exemplo é a terceira palavra da frase anterior: durou 2 ou 3 segundos, para dar sentido à frase e conectá-la com a seguinte, mas já desapareceu de nossa memória para sempre (IZQUIERDO, 2013, p. 12).

Trata-se da recepção do que os órgãos dos sentidos percebem da experiência sensorial vivenciada, pois “[...] as memórias sensoriais contêm uma representação da informação com base em sensações” (GAZZANIGA, 2006, p. 323). Sua codificação é extremamente rápida, sendo que a informação por ela processada, aquela à qual presta-se atenção, passa para a memória de curto prazo, mas a informação a qual não prestamos atenção perde-se imediatamente (embora com esforço em certo nível ainda possa ser recuperada).

Segundo Sternberg (2000), coexistem várias definições e compreensões sobre a memória de trabalho (*working memory*), com perspectivas que vão desde modelos mais tradicionais em que a memória de trabalho é mais estática, até uma concepção mais dinâmica. Segue o autor conceituando memória de trabalho como uma parte

especializada da memória de longo prazo, ativada mais recentemente e que transfere elementos ativados para dentro e para fora da memória de curto prazo, fazendo parte de uma consciência imediata. Sua função não é de formar arquivos, mas de analisar as informações que chegam ao cérebro e comparar com as já existentes nas demais memórias. Para Boruchovitch e Bzuneck (2004), a memória de trabalho pode ser comparada a um gargalo pelo qual passam necessariamente todos os conteúdos a serem aprendidos, mas pouco por vez. Então, se estivermos com a mente ocupada com um raciocínio, uma solução de problema, ou com uma urgência financeira, muito pouco espaço resta, se é que resta algum, para qualquer outra atividade mental na mesma ocasião. Pode perder-se informações importantes caso sejam apresentadas informações em demasia ou de forma rápida demais, transbordando a capacidade da memória de trabalho.

### **Memória de Curto Prazo**

O segundo passo para a formação de uma nova memória é o destino da memória de curto prazo, que como sua denominação já informa, possui uma capacidade limitada de armazenamento de informações em torno de  $7 + ou - 2$ , ou seja, de cinco a nove itens. No entanto, seu tempo de duração é um pouco maior que a memória sensorial; estima-se que dure segundos, minutos, por vezes horas. Também pode-se ampliar sua capacidade organizando as informações em categorias maiores, bem como aumentar seu tempo de duração repetindo a informação mentalmente.

Sobre isso Brandão (2004, p. 113) especifica que:

Os traços a serem armazenados são inicialmente recebidos pela memória sensorial ou memória imediata que ocorre em uma fração de segundo. A partir daí, após a verbalização, eles são transferidos para a memória primária que representa a memória de curto prazo. Sua duração é pequena, da ordem de alguns segundos ou minutos. Em abordagens mais recentes a memória primária tem sido também denominada de memória operacional ou memória executiva (working memory) uma vez que se refere ao armazenamento momentâneo da informação por um período suficiente para o nosso raciocínio imediato e a resolução de problemas como, por exemplo, o teor de uma conversa com um amigo, um número de telefone ou compreensão de fatos. Após algum tempo estas informações podem ser descartadas. Esta memória pode ser prolongada por minutos, horas ou dias pelo processo de memorização, isto é, pela repetição mental do conteúdo da informação. Esse exercício facilita também a transferência da informação para o sistema duradouro de armazenamento, a memória de longo prazo.

É essa memória que dá sentido ao presente, fazendo uso das informações que prestamos atenção e, visto sua capacidade limitada, o que não é foco de atenção é descartado, muito embora também possa ser recuperada em baixo nível.

## Memória de Longo Prazo

A memória de longo prazo possui capacidade de armazenamento ainda não quantificável; seu esgotamento ainda é desconhecido aos neurocientistas. Howard-Jones (2014) menciona que quando essa memória está em funcionamento, várias partes do cérebro são ativadas. Ela não possui uma posição específica, mas está espalhada pelo neocórtex, a área mais externa do cérebro. Para Boruchovitch (1999), enquanto a informação precisa ser ensaiada, repetida para se manter na memória de curta duração, ela precisa ser elaborada para ir para a memória de longa duração, isto é, precisa ser classificada, organizada, conectada e armazenada em interação com a informação que já existe na memória de longa duração.

Esta reelaboração do conhecimento já possuído com o novo a ser armazenado é auxiliada novamente pela memória de trabalho, responsável pela constituição do que será armazenado na memória de longo prazo. O que será de fato armazenado pelo sujeito não é a nova informação em si que é apresentada a ele, muito menos a permanência do que ele já sabe, mas sim uma reelaboração do conhecimento com base em ambas as informações. Por isto, cada sujeito aprende de uma maneira, pois embora todos os sujeitos estejam submetidos à mesma informação, nenhum possui as mesmas experiências e conhecimentos que os outros.

Portanto, o resultado da aprendizagem jamais será o mesmo, uma vez que cada indivíduo fará o processo de reelaboração com base em associações e conexões vindouras dos pressupostos que já possui com as novas informações que lhe chegam. Simões e Nogaró (2016), pontuam que se pode dizer que esta memória é alimentada por dados oriundos da memória de curto prazo (novas informações) que são codificados em símbolos e transformados à medida que são integrados à memória de longo prazo (conhecimentos prévios).

Os conhecimentos são armazenados nesta memória em forma de conexão em rede, podendo ser acessados de forma aleatória, embora esteja relacionada a outras diferentes informações presentes. Como possui ainda uma capacidade de duração não identificada, estima-se que possa ter uma duração por toda a vida.

Enfatizamos que o processamento da informação por meio dos caminhos que levam ao armazenamento nas memórias não é o único aspecto a se considerar na construção de conhecimentos, pois há o envolvimento de muitos outros determinantes que influenciam no sucesso ou não da aprendizagem, como questões relacionadas às emoções, as condições de atenção e a percepção, a motivação, contexto de vivência e até mesmo a qualidade do sono do estudante. Nesse sentido, Santos (2007, p. 174)

considera a educação como o conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem para o desenvolvimento do indivíduo, seres humanos que pensam, sentem e atuam (fazem). Assim, a produção de conhecimento é um processo de intercâmbio e negociação de significados; é uma construção humana que coloca em jogo pensamentos, ações e sentimentos e, nesse sentido, é uma construção que se produz em dadas condições e em um determinado contexto.

Para Carvalho (2011), é preciso oferecer situações de aprendizagem fundamentadas em experiências ricas em estímulos e fomentar atividades intelectuais que possam promover a ativação de novas sinapses. Estratégias didáticas que consideram a maneira como o cérebro aprende possuem maiores chances de sucesso em termos de dar significado à aprendizagem do aluno.

Os mecanismos que a neurociência apresenta acerca dos processos da memória, remetem a entender que as situações de ensino precisam considerar a existência desses mecanismos como parte do processo de aprendizagem. Na verdade, essa compreensão já vinha sendo considerada, embora ainda sem os estudos mais recentes da neurociência. Um exemplo é a metodologia dialética, que veremos na continuidade desse texto. Ela apresenta em sua estrutura organizacional elementos que favorecem a construção do conhecimento e auxiliam no processo de aprendizagem.

## **PRESSUPOSTOS DA METODOLOGIA DIALÉTICA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO**

O ato de aprender envolve necessariamente a mobilização de estruturas cognitivas, bem como o contato com estratégias que favoreçam a interação com o objeto a ser aprendido. O trabalho pedagógico não é neutro e locomove-se em contextos complexos com várias especificidades próprias do período histórico, de determinados ambientes, das características dos sujeitos envolvidos, entre outras particularidades presentes em cada realidade escolar. Metodologias são caminhos que auxiliam a construir determinados saberes, entender o objeto de estudo.

Como panorama guia de nossa discussão, utilizamos a metodologia dialética estruturada por Libâneo (2006) para alicerçar discussões acerca do processo de ensino e aprendizagem, em consonância com as discussões da neurociência, particularmente as apresentadas na seção anterior. Para tanto, retomamos as três grandes dimensões desta metodologia e a partir delas apoiamos nossas discussões.

### **Mobilização para o conhecimento**

Para a construção de aprendizagens significativas em um processo de desenvolvimento que considera o sujeito de forma ativa e integral, é necessário envolvê-lo inicialmente no que a metodologia dialética propõe como primeiro momento que é a mobilização para o conhecimento. Essa etapa corresponde a uma sensibilização para o conhecimento, por meio da apresentação de uma situação orientadora que crie uma problematização inicial, onde o aluno irá gerar suas hipóteses iniciais e fazer a ativação de conhecimentos prévios. Para Boruchovitch e Bzuneck (2004, p. 35):

[...] qualquer conhecimento prévio, mesmo que não seja pré-requisito, pode ser utilizado para se dar sentido a uma nova informação, como acontece nas analogias, exemplos ou imagens. O aluno pode entender um determinado conteúdo novo fazendo analogia com algo que ele já saiba, seja proveniente

da Bíblia ou de sua própria experiência de vida, ou até de um episódio de um romance.

Essa situação orientadora inicial deve caracterizar-se por uma situação motivadora, de relação com os conhecimentos e com a própria experiência, instigando a curiosidade e desafiando a pensar, relacionar e formular perguntas que poderão nortear o roteiro de estudo, compondo um campo de maior interesse aos estudantes sobre o que saber e como saber mais sobre determinado assunto. Alternativamente, pode ser um momento de identificar o que não sabem, isto é, as lacunas daquele conhecimento.

É o momento de enamorar-se pela temática da aula criando expectativas e provocando interesse em aprender, mas também de promover uma emersão, ou seja, trazer à tona os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva em relação a temática. Visa “criar condições de estudo: mobilização da atenção para criar uma atitude favorável ao estudo, organização do ambiente, suscitamento do interesse e ligação da matéria nova em relação à anterior” (LIBÂNEO, 2006, p. 181). Segue ao autor mencionando que:

David Ausubel escreveu que um dos traços mais típicos da aprendizagem significativa é justamente o fato de o conhecimento novo a ser internalizado estar logicamente relacionado com os conhecimentos mais antigos existentes na mente do aluno [...] os conhecimentos antigos (ou velhos) são como “âncoras” (que se usam para manter os barcos parados na correnteza), com base nas quais são assimilados conhecimentos novos (LIBÂNEO, 2006, p. 186).

Para que essa dimensão do trabalho pedagógico seja eficiente, torna-se essencial que o docente realize uma boa articulação entre a realidade, o objeto e a mediação em sala de aula. Para tanto, é indispensável que o docente possua objetivos claros e conheça a realidade da sua turma, para que o ponto de partida das discussões seja os conhecimentos prévios dos estudantes.

Ao conhecer a realidade em termos dos conhecimentos prévios dos alunos, o professor entra em contato com um mapeamento subjetivo de necessidades, de aspirações, de representações e de desafios que os estudantes convivem, para poder estabelecer ligações e articulações com o conhecimento a ser construído. Segundo Libâneo (2002), a reflexão dialética torna possível captar a realidade no seu movimento, para descobrir sua essência. Nas palavras de Libâneo (2006, p. 113):

A incentivação como condições de incitamento das forças cognoscitivas dos alunos depende do conhecimento das características individuais e socioculturais [sic] dos alunos, pois não ensinamos a uma criança “em geral”, mas as crianças que pertencem a determinadas famílias, a determinada classe social e cuja prática de vida influi na sua aprendizagem e desenvolvimento.

Nesta perspectiva, ser professor mediador “requer conhecer o que está envolvido nos processos de ensino e de aprendizagem além dos aspectos didáticos. Requer reconhecer um sujeito por inteiro, e não apenas sob a faceta de aluno” (BACICH; MORAN, 2018, p. 193).

Neste momento de síntese, o aluno precisa ter vez e voz para expressar seus pontos de vista, problemáticas e até mesmo contradições, sem julgamentos, por meio de um processo de confiança e respeito de sentimento de crescimento coletivo com os demais colegas e professor. Considerar-se seguro para falar é fundamental, pois muitas das visões iniciais podem ser equivocadas ou de senso comum, implicando na curiosidade para seguir na busca pelo conhecimento. Portanto, não é o momento de o docente destacar os erros, mas sim de instigar a vontade dos discentes saberem mais, motivando-os a participar e despertando a vontade de ampliar seus conhecimentos.

### **Construção do Conhecimento**

O segundo momento na perspectiva da dialética diz respeito à construção do conhecimento ou período de análise. Trata-se da etapa operacional, onde o aluno, por meio de variados instrumentos e estratégias didáticas, entra em contato com o saber científico, como pesquisas de campo e teóricas, seminários, experimentações, leituras e outras atividades com a finalidade de construir conhecimentos.

Neste momento, o educador trabalha com o aprofundamento da temática abordada em aula, estabelecendo relações com o objeto de conhecimento, visando movimentos de significação contextual, de reflexão e ação do sujeito na sua aprendizagem de maneira ativa. É o momento em que o aprendiz age sobre o objeto de aprendizagem, construindo estruturas conectadas de significados. É a fase da “elaboração mental dos dados iniciais, tendo em vista a compreensão mais aprofundada por meio da abstração e generalização, até consolidar conceitos sobre os objetos de estudo” (LIBÂNEO, 2006, p. 187).

É importante que nesta etapa seja considerado a historicidade dos conhecimentos que estão sendo aprendidos, bem como que esses sejam olhados com criticidade pelo aluno, que deve construir representações libertadoras que possibilitem criar a partir de tal e não configure passividade para uma inércia existencial. Como apontado por Freire (1996, p. 22): “é preciso, sobretudo, e aí vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber”.

Buscar uma visão holística do conhecimento neste momento também é importante, pois possibilita uma visão mais completa e extrapola o contexto do aluno. Isso permite problematizar em micro e macro esfera o saber a ser abordado, obtendo maior número de conexões e prismas sobre um mesmo tópico.

A abordagem didática do professor deve primar pela interação na construção de novos conhecimentos, que são construídos a partir dos saberes já consolidados pelos alunos. É necessário, então, um movimento de continuidade e ao mesmo tempo de ruptura para avançar na sua formulação/reformulação, sendo possível criar a partir de tal. Segundo Bacich e Moran (2018), é função do professor mediador orientar o aluno em suas escolhas, ajudando-o a aproximar-se de seus objetivos e interesses, a reconhecer suas capacidades existentes e as que deverão

ser desenvolvidas, a identificar os recursos materiais e humanos necessários à concretização dos seus objetivos e a alinhar seus interesses e objetivos a outros semelhantes no grupo, suscitando o trabalho colaborativo. Também é função do professor mediador ajudar o aluno a gerir o tempo e o espaço de trabalho, conforme seus objetivos e condições para atingi-los.

Nesse contexto, é papel do professor fazer um constante movimento de mediação entre o objeto de ensino e o educando, oferecendo-lhe caminhos para essa construção de conhecimento através de variados instrumentos didáticos.

### **Elaboração da Síntese do Conhecimento**

Na sequência dos passos, a metodologia dialética com base nas discussões de Libâneo (2002; 2003; 2006) mostra que o estudante deve ter a oportunidade de sistematizar o conhecimento que está construindo, podendo demonstrá-lo, aplicá-lo ou expressá-lo por meio de diferentes linguagens e estratégias didáticas propostas pelo professor. Para Libâneo (2003), é o momento da síntese, da conclusão, generalização e consolidação de conceitos.

Neste momento, denominado também de “síntese”, espera-se que o aluno manifeste que já não possui as mesmas concepções iniciais, inclusive as vinculadas ao senso comum, mas sim um saber mais elaborado e mais abastado a respeito do conteúdo abordado em aula, ou seja, onde o aluno possa explicitar o que aprendeu. Também, e não menos importante, esse momento pode revelar o que ainda o aluno não aprendeu e o que precisa ser retomado em seu processo de ensino e aprendizagem.

Durante o período de síntese, o aluno deverá expor diferentes relações que consegue fazer com o objeto de aprendizagem, buscando aplicar em situações distintas daquelas que deram origem a esse conhecimento. Para isso, o educador precisa criar possibilidades para tal, por meio de instrumentos escritos, falados, grafados que condizem com a proposta de participação do aluno de forma abrangente. Portanto, seja por meio de redação individual, produção coletiva no quadro, práticas, resolução de situações-problemas, exercícios, desenhos ou outro instrumento, o importante é oportunizar que o aluno consiga sintetizar o conhecimento adquirido e os significados que possuem para ele, articulando com diferentes contextos.

É o momento, de acordo com Libâneo (2006), de sistematização das ideias e conceitos de um modo que seja possível operar mentalmente com eles em tarefas teóricas e práticas, em função da solução de problemas novos da disciplina e da vida prática.

É relevante que o aluno perceba o caminho que percorreu de uma síntese inicial, passando pela construção até chegar à possibilidade de realizar uma sistematização do aprendido. Isto é, que conscientemente perceba que rumou, saindo de um estado de conhecimento empírico, na direção do conhecimento científico. Apesar de ser uma reelaboração conceitual de cada sujeito, a partilha das

sínteses do grupo também deve ocorrer no intuito de contribuir com os demais e fazer trocas de experiências.

Refletir sobre estes três momentos da metodologia dialética é essencial, porém não se pretende oferecer receitas prontas, pois toda prática pedagógica possui suas peculiaridades e realidades. No entanto, não se pode falar em prática sem teorização e sem a sua análise. Assim, é indispensável a busca do docente por metodologias que possam dar suporte ao seu trabalho em sala de aula, como é o caso da metodologia dialética.

### **Convergências entre metodologia dialética e saberes neurocientíficos sobre memória**

Ao analisar a construção de conhecimento sobre a perspectiva dos processos de construção de memórias, pelo viés da neurociência cognitiva, levando em consideração a metodologia dialética como ferramenta didática de organização da atividade docente, percebemos que esta aproximação se manifesta como uma corajosa e viável proposta de trabalho pedagógico. Não se tem a pretensão aqui de fazer prontuários didáticos, muito menos esgotar a argumentação, mas sim de propor o debate sobre esta possibilidade como reflexão somatória destas duas dimensões que muito têm a contribuir com a atuação docente.

Para iniciar a aproximação sugerida, mencionamos a mobilização para o conhecimento e o papel dos conhecimentos prévios enquanto primeira etapa da metodologia dialética e os processos cognitivos da memória envolvidos na construção de conhecimentos. Segundo Libâneo (2002, p. 86), há “situações de ensino em que os alunos já possuem conceitos e operações mentais, bastando avivá-los e recordá-los”.

Em relação à ativação dos conhecimentos prévios, destacamos como fundamental a construção de memórias significativas, sendo que a melhor forma de construir novos aprendizados é explorar a curiosidade e as expectativas que o encéfalo produz em relação à temática, ou seja, a produção de interesse, a motivação extrínseca e/ou intrínseca que o sujeito direciona ao objeto de estudo. Embora na cognição, a mobilização do estudante em relação à aprendizagem possa ser entendida para além da motivação, como bem lembrado por Moreira (2021), a de se considerar que ela integra esse aspecto levando o sujeito a se sentir engajado com o objeto do conhecimento em discussão.

Essa motivação enquanto predisposição para aprender como variável fundamental, anunciado por Moreira (2021), vai além de um simples “gostar”; ela tem vínculos com os mecanismos de autoeficácia e autorregulação do sujeito, tem sua relação com a ativação de conhecimentos que estão na estrutura cognitiva dos estudantes e isso significa disponibilizá-los para servir de ancoradouro aos demais. Essa disponibilização envolve a memória de trabalho que está representada pelas associações entre as novas informações e aquilo que o aluno já sabe. O professor,

ao propor tais ligações com a realidade e incentivar a descobrir mais sobre, estará facilitando o trabalho desta memória e/ou criando condições para sua ativação.

Cosenza e Guerra (2011), afirmam que é aquilo que faz sentido no contexto em que o indivíduo vive, que tem ligações com o que já é conhecido e atende as suas expectativas, que será estimulante e agradável. Para Tokuhama-Espinosa (2008), o cérebro recorda melhor quando os fatos e habilidades são integrados em contextos. Utilizar-se de experiências anteriores para construir novas aprendizagens facilita o processo de codificação e de decodificação da informação. Segundo Boruchovitch e Bzuneck (2004), qualquer conhecimento prévio, mesmo que não seja pré-requisito, pode ser utilizado para se dar sentido a uma nova informação, como acontece nas analogias, exemplos ou imagens.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1983), essa aproximação pode ser realizada por meio da ativação de elementos da estrutura cognitiva do sujeito, do que é representativo para ele ou por meio do que os autores denominam de “subsunçores”. Esses, por sua vez, representam os aspectos relevantes da estrutura cognitiva que são ativados e interagem com o novo conhecimento e que se tornam mais bem elaborados, estáveis, diferenciados e inclusivos. Dessa forma, à medida que o aprendiz relaciona significativamente esses subsunçores com novos conhecimentos, eles ficam mais abrangentes, bem elaborados e cada vez mais eficientes no sentido de servirem como novos ancoradouros para outros conhecimentos a serem aprendidos no futuro.

Portanto, como ação didática, realizar a mobilização para o conhecimento, ativando memórias anteriores e possibilitando novas conexões é ponto chave, de acordo com os saberes neurocientíficos que podem ser aplicados à educação e estratégias metodológicas da visão dialética.

Outro aspecto inicial para debate consiste na utilização de diferentes órgãos sensoriais para apresentar o objeto de estudo de modo a ser problematizado, configurado em diversas hipóteses e mobilizado no momento de síntese. Segundo Howard-Jones (2014), ao abordar um conhecimento através de experiências que envolvam os diversos sentidos, se está possibilitando a ativação e “registro” das informações em várias áreas do neocórtex de nossas mentes, ou seja, ativando diversas áreas da memória de longo prazo.

Para a neurociência cognitiva, quanto mais vias de estimulação sensorial, mais chances de uma memória plenamente em atividade, pois a “memória é obra do cérebro todo, portanto, quanto mais estímulos atinjam as várias áreas cerebrais, por mais de uma via sensorial, é provável que mais seja memorizado o conteúdo apresentado” (METRING, 2011, p. 101). Pontuamos que se está mencionando estimulação e não hiperestimulação, a qual apresenta muito mais malefícios do que benefícios como a primeira.

Segundo Libâneo (2006, p. 85), na metodologia dialética

A primeira atividade é a observação sensorial das coisas, propriedades, semelhanças e diferenças que as distinguem externamente. As situações

didáticas devem ser organizadas para o aluno perceber ativamente o objeto de estudo, seja de forma direta (ações físicas com as coisas do ambiente, ilustração, demonstrações), seja de forma indireta pelo uso das palavras.

Configura-se, portanto, o exercício funcional da memória sensorial para constituição de uma representação sensorial inicial e breve daquilo que gera interesse do aluno, que irá mobilizá-lo a aprender e formar novas sinapses.

Durante a etapa de construção de conhecimento, a metodologia dialética propõe a apresentação de conhecimentos a serem processados de modo a compor campos semânticos. Para que a informação que está transitando entre a memória de curto prazo em direção à memória de longo prazo se estabeleça efetivamente, essa construção exige a utilização de várias estratégias e de diferentes instrumentos didáticos. De acordo com Simões e Nogaró (2016), estratégias de ensaio (repetir ou ensaiar a informação) podem ser ensinadas e usadas para organizar e reter a informação por períodos mais longos.

Nesta etapa, técnicas de organização da informação podem permitir que mais informações trafeguem na memória de curto prazo. Para tanto, podemos agrupar, categorizar, classificar estas informações com este fim. Métodos de repetição da informação que permitam utilizá-la por meios e situações diferenciadas, também auxiliam essa memória. Importante pontuar que o processo de repetição deve se dar de forma diversificada, sendo diferente a tradicional “decoreba”. Simões e Nogaró (2016) exemplificam que caso queiramos conservar informações constantemente usadas, como as regras gramaticais ou a tabuada, é preciso repeti-las e/ou relacioná-las a conhecimentos já existentes, isso irá sustentar a manutenção da informação e as informações serão conservadas na memória de curto prazo. Se processados por meio da repetição e codificação, os dados que estão na memória de curto prazo são levados então à memória de longo prazo.

A consolidação de memórias não é um processo fácil e simples; pelo contrário, constitui-se de elaborações complexas que modificam as sinapses cerebrais. Izquierdo (2013) pontua que a sequência dos processos moleculares subjacentes à formação de memórias no hipocampo envolve a ativação de numerosas enzimas que regulam a atividade de proteínas preexistentes e a produção por elas de ativação gênica e síntese proteica. Muitas das proteínas sintetizadas no hipocampo na formação de memórias se incorporam às sinapses das células hipocâmpais com as de outras regiões e alteram sua função. Outras regulam esses processos.

Demonstrar certa consolidação de memórias/aprendizagens é proposição do momento de síntese da metodologia dialética, onde deve ocorrer uma sistematização de forma a saber aplicar o conhecimento em diferentes situações. Salientamos que a aprendizagem não é a reprodução idêntica do que o professor transmitiu/trabalhou, mas “[...] resultante da associação entre o novo e o que já se sabia” (BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2004, p. 28).

Metring (2011) destaca que de nada serve uma grande quantidade de conteúdo sem sentido, pois sabemos que as sinapses se fortalecem na medida em que a informação para aquela rede neural seja significativa. As alterações sinápticas e

a nova formação na rede neural também causam alterações morfológicas no próprio cérebro.

o grande empenho da escola é o de ajudar o aluno a atribuir significado à informação, aprender a pensar de modo a reordenar e reestruturar a informação que chega a ele de forma fragmentada e superficial. Entretanto, os objetivos da formação hoje pedem um cidadão participante, que saiba interpretar a realidade e intervir nela, envolvendo-se com os problemas atuais em relação à natureza, sociedade, política, cultura, trabalho e de sua própria vida (LIBÂNEO, 2002, p. 42).

Assim, quanto mais estratégias didáticas na direção de possibilitar o estabelecimento de ligações entre os saberes, mais o educador facilitará o armazenamento e evocação de memórias pelo estudante. Conforme lembra Tokuhama-Espinosa (2008), a informação nova é arquivada em várias áreas do cérebro e pode ser evocada através de diferentes rotas de acesso. Neste sentido, Oliveira (2021), explica que o exercício de recuperação da informação produz um efeito de reaprendizagem, que contribui para minimizar o esquecimento por desuso da informação. Portanto, possibilitar o trabalho com conhecimentos conectados em uma rede neuronal ampla, permite pensar de diferentes formas o mesmo saber, permitindo ainda a criação de novas representações e significações pelo cérebro, além de possibilitar várias vias de acesso para evocação do saber construído

As convergências entre a neurociência cognitiva e metodologia dialética nos parece cada vez mais evidentes e ressaltamos que essa proximidade precisa ser melhor explorada. Como mencionado anteriormente, o objetivo desta pesquisa não é esgotar a discussão, mas ofertar caminhos iniciais de reflexão pontuando as primeiras aproximações. Sabemos que muito ainda pode ser explorado nesta direção, como por exemplo, as indagações sobre a influência nos processos de consolidação de memórias de mecanismos neurobiológicos da atenção, das emoções, da motivação, do foco e do próprio sono, assim como o ambiente no processo de aprender. Tais indagações permitem novas pesquisas a posteriori.

### **Considerações finais**

Transformações no paradigma educacional contemporâneo redirecionam o prisma da concepção sobre o processo de aprendizagem. A mudança ocorre em deixar de pensar apenas em como ensinar e passar a compreender como os sujeitos aprendem e balizar suas ações. Neste sentido, novos saberes provenientes da área da neurociência cognitiva tornam-se importantes na atividade pedagógica, por apresentarem informações por exemplo de como o cérebro humano processa, armazena e evoca memórias.

Nesta nova perspectiva, emerge a necessidade de pensar novas práticas por meio de metodologias que considerem o aluno como um sujeito ativo. No presente contexto, a metodologia dialética manifesta-se como promissora; embora não seja uma metodologia nova ou da “moda”, pode ser relida com base em conhecimentos neurocientíficos pertinentes.

Pontuamos que essa associação configura ganhos para o campo educacional, uma vez que permite trabalhar em concordância com a forma com qual o nosso encéfalo constrói conhecimento, favorecendo mecanismos de produção, reformulação e consolidação de memórias por meio de estratégias pedagógicas que trabalham de forma a não sobrecarregar a memória com informações desconexas ou desinteressantes, mas sim beneficiar o processamento da informação.

A metodologia dialética colabora para uma aprendizagem que leva em consideração o funcionamento neuronal humano, de maneira a trabalhar o raciocínio, estimulando a aproximação dos conhecimentos prévios dos alunos, contextualizando e gerando interesse pelo objeto de estudo. Ainda, é importante salientar que essa metodologia é abastada em oportunidades, mencionadas no decorrer desta pesquisa, que promovem uma aprendizagem significativa que considera a forma como o cérebro aprende.

## Referências

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Tradução de Ligia Teopisto. Rio de Janeiro: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicología Educativa:** un punto de vista cognoscitivo. 2. ed. Cidade do México: Editorial Trillas, 1983.
- BACICH, L; MORAN, J (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BRANDÃO, M. L. **As bases biológicas do comportamento:** introdução à neurociência. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2004.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências:** desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BORUCHOVITCH, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 12, n. 2, p. 361-376, 1999.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.) **Aprendizagem:** processos psicológicos e o contexto social da escola. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.
- CARVALHO, F. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 8 n. 3, p. 537-550, 2011.
- COSENZA, R.; GUERRA, L. **Neurociência e educação:** como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 12a. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GAZZANIGA, M. (Org.) **Neurociência cognitiva: a biologia da mente**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GOSWAMI, U. Neuroscience and education. **British Journal of Educational Psychology**, v. 74, p. 1-14. 2004.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.

HOWARD-JONES, P. Neuroscience and education: myths and messages. **Nat Rev Neurosci**, v. 15, n. 12, p. 817-824, 2014.

IZQUIERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

IZQUIERDO, I. *et al.* Memória: tipos e mecanismos – achados recentes. **Revista USP**, n. 98, p. 9-16, 2013.

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

LIBÂNEO, J. C. **Didática: velhos e novos temas**. Goiânia: Edição do Autor, 2002.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública**. A pedagogia crítico-social dos conteúdos. 19ª. edição. Coleção Educar. Edições Loyola. São Paulo, 2003.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa em Ciências: condições de ocorrência vão muito além de pré-requisitos e motivação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 2, p. 25-35, 2021.

METRING, R.A. **Neuropsicologia e aprendizagem: fundamentos necessários para planejamento de ensino**. Rio de Janeiro: Wak, 2011.

OLIVEIRA, C. O papel da memória humana na aprendizagem escolar e na inovação pedagógica. In: **Políticas e Dinâmicas Educativas**: Coimbra, 2021.

SANTOS, F. T. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2007.

SIMÕES, E. M. S.; NOGARO, A. **Neurociência Cognitiva para educadores: aprendizagem e prática docente no século XXI**. Curitiba: CRV, 2016.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais. **Medicina**, v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The scientifically substantiated art of teaching:** a study in the emerging standards in neuroeducation. Tese de doutorado, Capella University, 2008. Disponível em: <http://gradworks.umi.com/3310716.pdf> . Acessado em 01 de agosto de 2022.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The new science of teaching and learning:** using the best of mind, brain and education science in the classroom. Nova Iorque: Teachers College Press, 2010.