

**O PROCESSO DE APRENDIZAGEM E OS MECANISMOS DA  
ATENÇÃO E MEMÓRIA – CONTRIBUIÇÕES DA  
NEUROCIÊNCIA COGNITIVA**

*Altieri A. CARVALHO<sup>1</sup>*

*Rachel T. M. AMARO<sup>2</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho buscou realizar uma revisão bibliográfica acerca do processo de aprendizagem, considerando as influências dos mecanismos de atenção e memória e também as contribuições da neurociência cognitiva. Descreveu as principais estruturas encefálicas envolvidas com as referidas funções psíquicas e procurou destacar a importância dessas contribuições para a reflexão sobre as estratégias didáticas no campo da educação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem; atenção; memória; neurociência cognitiva; socialização.

**THE PROCESS OF LEARNING AND THE MECHANISMS OF ATTENTION  
AND MEMORY – COGNITIVE NEUROSCIENCE CONTRIBUTIONS**

**ABSTRACT:** This research aimed to analyze some bibliographic studies about the process of learning, considering the influences of attention and memory mechanisms and the findings of cognitive neuroscience. It described the main brain structures involved with the reported psychic functions and emphasized these contributions to think over didactic strategies in the education field.

**KEYWORDS:** Learning, attention, memory, cognitive neuroscience, socialization.

---

<sup>1</sup> Fonoaudiólogo, Mestre em Neuroimunologia, Doutor em Neurociências, professor do curso de Pós-Graduação em Neurociências em Educação (Centro Universitário Padre Anchieta – Jundiaí/SP).

<sup>2</sup> Pedagoga (Universidade Estadual de Campinas – Campinas/SP), especialista em Gestão Educacional (UNICOC – Jundiaí/SP), pós-graduanda em Neurociência em Educação (Centro Universitário Padre Anchieta – Jundiaí/SP).

## INTRODUÇÃO

No cotidiano escolar, os educadores preocupam-se com as estratégias de ensino utilizadas no trabalho com os diferentes conteúdos. Para que essas estratégias possam auxiliar na construção do conhecimento pela criança, torna-se fundamental compreender o processo de aprendizagem, ou seja, entender como se aprende. Dessa forma, talvez seja possível a elaboração de estratégias didáticas mais coerentes e efetivas para a prática pedagógica.

O presente estudo bibliográfico busca refletir sobre os mecanismos e as estruturas mentais envolvidos no processo das funções psicológicas superiores de aprendizagem, atenção e memória, e a influência do meio externo para o desenvolvimento cognitivo.

Com as proposições da Neurociência Cognitiva, é possível analisar a questão da aprendizagem, com enfoques relacionados ao papel das estruturas biológicas, e a influência das interações estabelecidas com o meio. Além da correlação com a neuroanatomia e com a neurofisiologia, ou seja, com a localização e função, torna-se fundamental destacar que o indivíduo sofre as referidas influências de estímulos do meio e das relações sociais, o que implica aprendizagem e desenvolvimento da cognição durante a vida toda (BASTOS e ALVES, 2013).

A pesquisa bibliográfica e a reflexão acerca dessa temática podem contribuir para uma melhor compreensão desse contexto dinâmico, que envolve aspectos neurobiológicos, emocionais e sociais.

Ao considerar os aspectos neurobiológicos da aprendizagem, percebe-se que a hereditariedade define somente as estruturas básicas para a construção neuronal. As sinapses neuronais transmitem as informações entre as diferentes células, e os próprios neurônios se reúnem em redes capazes de se comunicar entre si. Dessa forma, tudo que se aprende altera essa rede neuronal (BEAR *et al.*, 2008).

Os múltiplos estímulos exteriores determinam a complexidade das ligações entre as células nervosas. Neurotransmissores, como a dopamina e a acetilcolina, também aumentam nesse processo. Toda situação vivida pelo sujeito, ao passar pelo córtex cerebral, é comparada a experiências anteriores e alcança, assim, a consciência.

Outro fator que pode estimular o aprendizado refere-se aos sentimentos, pois intensificam as atividades de redes neuronais e fortalecem as conexões sinápticas. Também influenciam a percepção e atenção (BEAR *et al.*, 2008).

O processo de aprendizagem é ativo, para que a criança se aproprie dos conhecimentos gradativamente, amplie suas formas de lidar com o mundo e vá construindo significado para suas ações e experiências.

Na prática cotidiana da sala de aula, é importante conhecer como esses processos mentais ocorrem para a reflexão e organização de estratégias didáticas, que considerem a realidade social, histórica e cultural da comunidade escolar.

As experiências sensoriais que o indivíduo acumula ao longo da vida fornecem o subsídio para que o sistema nervoso central processe as informações e as transforme em conhecimento. As relações sociais que esse indivíduo mantém com o mundo exterior, sua cultura com os instrumentos semióticos específicos, influenciam suas ações concretas e, conseqüentemente, as próprias formas de pensar. Diferentes estímulos auditivos, visuais, motores, em atividades envolvendo músicas, histórias, teatro, brincadeiras, esportes, jogos, etc., possibilitam a ativação de várias áreas corticais (BASTOS e ALVES, 2013).

Assim, pode ser relevante, no contexto escolar, o presente estudo bibliográfico para a compreensão geral dos substratos anatômicos encefálicos e os mecanismos neurofisiológicos do comportamento, a fim de potencializar as capacidades cognitivas.

## **O PROCESSO DE APRENDIZAGEM**

Neste capítulo, será discutido o processo de aprendizagem, de acordo com as contribuições dos neuropsicólogos Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934). A abordagem enfocará as principais questões sobre a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo, numa visão que considera os aspectos biológicos e, principalmente, o contexto histórico, social e cultural do indivíduo.

Nessa perspectiva, destaca-se a distinção entre a função como funcionamento de um tecido particular e a função como sistema funcional complexo. Os processos mentais como linguagem, pensamento, atenção, memória devem ser considerados como sistemas

funcionais, nos quais várias áreas encefálicas estão envolvidas. Organizam-se em sistemas de zonas de maneira funcionalmente integrada (FREITAS, 2006).

O pesquisador Luria, de acordo com Bastos e Alves (2013), apresentou as estruturas anatômicas e as vias neurais dos sistemas funcionais, nas quais ocorrem os processos mentais superiores e as quais proporcionam a cognição, a aprendizagem e a linguagem, considerando, concomitantemente, as influências dos aspectos sociais e culturais. Continuou os estudos formulados por Vygotsky em relação à atividade cognitiva humana na dialética do desenvolvimento histórico-social. O referido teórico descreveu as unidades funcionais em que participam grupos de estruturas cerebrais e suas principais funções nesses processos mentais superiores, conforme figura 1. Constituem, assim, o sistema neuropsicológico da aprendizagem humana, que advém do seu desenvolvimento, e se estabelecem, geneticamente, da primeira à terceira unidade.

A Unidade Funcional I proporciona o tônus cortical; inicia-se na formação reticular do tronco encefálico, regula o estado de consciência e influencia todos os processos cognitivos.

A Unidade Funcional II analisa e sintetiza a informação recebida, e é constituída pelos lobos temporais, parietais e occipitais, compreendendo, também de forma hierárquica, as zonas primárias, secundárias e terciárias. São nomeadas como zonas secundárias das áreas corticais posteriores (aférentes). Essa área localiza-se na parte posterior do giro superior do lobo temporal e permite a organização da linguagem, que é uma função fundamental para as demais funções intelectuais.

A Unidade Funcional III encontra-se nos lobos frontais e desempenha as funções de planejamento das ações, regulação e produção da linguagem, autocontrole, relação e julgamento sociais. Essa unidade é influenciada pela maturação, que ocorre ao longo do desenvolvimento humano. É composta, hierarquicamente, de áreas ou zonas primárias, secundárias e terciárias (ou associativa pré-frontal); recebe as informações das áreas referentes à Unidade Funcional II e planeja o movimento motor de resposta, como, por exemplo, a fala. Para tanto, necessita da região chamada de Área de Broca, localizada na parte posterior e lateral do córtex pré-frontal, e responsável pela fala e linguagem. A área de Wernicke associa-se constantemente com a área de Broca, possibilitando os circuitos neurais de compreensão e produção da fala e linguagem (FREITAS, 2006).

**Figura 1. Resumo esquemático das três Unidades Funcionais de Luria.**



Fonte: neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com

Com referência às áreas descritas, destaca-se que as áreas de projeção se relacionam com a sensibilidade, motricidade, e as áreas de associação e de sobreposição, com as funções psíquicas superiores, como gnosias, linguagem, memória, emoções, dentre outras (PAULA *et al.*, 2006).

Há, portanto, uma dinâmica do comportamento humano, com a inter-relação de múltiplas redes de informação existentes no sistema nervoso central e periférico. O sistema sensorial capta os estímulos e as informações táteis, cinestésicas, visuais e auditivas do ambiente, que serão analisadas e, posteriormente, processadas pelo sistema nervoso. É importante considerar o nível de maturação dessas estruturas nervosas para o desenvolvimento cognitivo.

Esse processo é influenciado por vários elementos, como a história de vida de cada um, interesses e motivações, contexto e relações sociais. É preciso conhecer esse complexo histórico social e cultural do sujeito, para analisar seu desenvolvimento e aprendizagem.

De acordo com Vygotsky e Luria, como citam Bastos e Alves (2013), desenvolvimento e aprendizagem integram-se e compõem a base do processo de construção do conhecimento. O aprendizado e desenvolvimento da cognição ocorrem ao longo da história de vida do indivíduo, com diferenciações neuronais em cada período.

Com os avanços dos estudos da neurociência cognitiva, pode-se verificar as regiões encefálicas e suas especificidades: percepções auditivas na região temporal; percepções visuais na região occipital; percepções sensoriais e taticinestésicas na região parietal; planejamento de ações e estratégias na região frontal (BASTOS e ALVES, 2013).

Segundo Luria (1984), por meio da linguagem, formam-se os complexos processos de regulação das próprias ações humanas. As funções mentais superiores, que envolvem as percepções, pensamento, consciência, emoções e linguagem, são cognitivamente importantes para a aprendizagem, o que proporciona a mediação das funções psicointelectuais. Os processos mentais e a atividade consciente ocorrem com a participação das três Unidades Funcionais já descritas, cada uma com seu papel e sua contribuição para o desempenho desses processos.

Nesse complexo sistema neurobiológico é importante destacar que as células nervosas, os neurônios, precisam estabelecer conexões entre si, ou seja, as sinapses, pois a partir da formação das redes neurais torna-se possível o aprendizado. Os gliócitos formam a maior parte das células do sistema nervoso central, sendo mais numerosos que os neurônios. Eles auxiliam os neurônios, produzem e veiculam sinais químicos de orientação do crescimento e da migração, participando também na nutrição, sustentação, regeneração e controle do metabolismo neural (PINHEIRO, 2007).

A mielina é uma substância lipoproteica produzida pelas macróglia. Estas células se enrolam em torno dos axônios, formando uma bainha isolante, que contribui para aumentar a velocidade de propagação do impulso nervoso, o que colabora para a maior eficiência na transmissão dos impulsos nervosos. Esse processo de mielinização também tem uma relação direta com a aprendizagem. As regiões corticais com mielinização precoce controlam movimentos mais simples, e as áreas com mielinização tardia controlam as funções mentais elevadas. Assim, ela funciona como um índice aproximado da maturação cerebral (PINHEIRO, 2007).

Os aspectos neurobiológicos aliados às experiências de vida, e ao contexto cultural e histórico do indivíduo possibilitam a construção dos conhecimentos e ampliação das aprendizagens.

Trata-se de um processo contínuo, que depende, essencialmente, da memória e atenção, e envolve circuitos neurais e mecanismos diferentes. É necessária uma

organização integrada do sistema nervoso, intra e interneurosensorial. A aprendizagem resulta da recepção dos estímulos e da troca de informações entre o meio ambiente e os centros nervosos. Portanto, inicia-se de um estímulo físico-químico do ambiente, o qual é transformado em impulso nervoso pelos órgãos sensoriais. A informação recebida é processada, elaborada e interpretada em níveis mentais cada vez mais complexos e profundos até a emissão da resposta (PAULA *et al.*, 2006).

Dessa forma, como revela Vygotsky *et. al.* (2006), “*a aprendizagem é uma superestrutura do desenvolvimento*” e tem como base fatores neurobiológicos, que são influenciados pela herança social, histórica e cultural do indivíduo. O referido autor acrescenta “... *o processo de desenvolvimento não coincide com o da aprendizagem, o processo de desenvolvimento segue o da aprendizagem, que cria a área de desenvolvimento potencial.*”

O autor ainda define:

*“Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções inter-psíquicas: a segunda, nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas” (VYGOTSKY, 2006, pág. 114).*

Em sua concepção sócio-histórica, o desenvolvimento humano é um processo inicialmente social ou intersíquico que, com as mediações do outro, é incorporado pelas crianças e interiorizado, tornando-se intrapsíquico e apresentando características históricas e culturais nas próprias funções mentais superiores do comportamento consciente.

## **OS MECANISMOS DA ATENÇÃO E DA MEMÓRIA**

Conhecer os mecanismos neurofisiológicos relativos à atenção e memória é fundamental para a compreensão do processo de aprendizagem, na medida em que é preciso focalizar determinados estímulos em detrimento de outros e evocar as memórias, para possibilitar a aquisição de outras informações e conhecimentos.

A atenção é considerada um importante construto para a compreensão dos processos perceptivos e funções cognitivas gerais; é a capacidade de o indivíduo responder aos estímulos que lhe são mais significativos, desconsiderando os demais (LIMA, 2005).

As informações do ambiente são recebidas pelo sujeito por meio dos órgãos sensoriais. Somente são processadas as que forem relevantes (BEAR *et al.*, 2008). Vários modelos teóricos já foram propostos, com o objetivo de determinar o momento em que os estímulos são selecionados. As teorias de seleção tardia demonstram que esses estímulos recebidos pelas vias sensoriais são analisados em relação às suas características e significados e, então, selecionados para um processamento mais aprofundado pelas áreas corticais (GAZZANIGA *et al.*, 1998, apud LIMA, 2005). Isso ocorre porque o encéfalo apresenta recursos limitados para o processamento das informações. Dessa forma, é necessário o estabelecimento do foco de atenção.

Conforme acrescenta Bear *et al.* (2008), o encéfalo não pode manipular, simultaneamente, toda a informação sensorial recebida. O referido autor destaca que a atenção talvez desempenhe um papel fundamental na seleção dessas informações e, por essa razão, cientistas acreditam na relação entre a atenção e os mecanismos da consciência.

É importante salientar, conforme Wright e colaboradores, citado por Lima (2005), que há uma espécie de processamento inconsciente das informações rejeitadas. Assim, não há exclusão total desses estímulos, apenas uma atenuação para reduzir a interferência daqueles irrelevantes em relação aos selecionados.

Vários fatores podem influenciar nesse processo: o contexto onde está o indivíduo, suas expectativas e motivações, o estado emocional e as próprias características dos estímulos (Lima, 2005). Assim, diversos elementos interferem na forma como se focaliza a atenção, como as novas relações de trabalho, a evolução da tecnologia, a mercantilização da sociedade, a ênfase no individualismo e a competitividade. Com base nesses componentes, a atenção caracteriza-se como condição para a realização de tarefas e para o processamento das informações (DE-NARDIN e SORDI, 2007).

Devido ao caráter multifatorial, os autores propõem uma divisão em relação à sua natureza e à forma de operacionalização. Luria (1981), citado por Gonçalves e Melo (2009), evidencia formas mais elementares, presentes nos primeiros anos de vida do



sujeito, e mais elaboradas, construídas socialmente, a primeira sendo chamada de involuntária, e a segunda, voluntária. A involuntária é de origem biológica, influenciada por estímulos externos, e a voluntária é um ato social, que requer certo grau de maturação do sistema nervoso.

Na atenção voluntária, há uma seleção ativa e deliberada pelo indivíduo, de acordo com seus interesses. Na atenção involuntária, o indivíduo não é agente de escolha; ocorre devido aos estímulos inesperados do ambiente. Determinadas características dos estímulos são atrativas como intensidade, tamanho, cor, movimento, novidade (LIMA, 2005). Segundo Bear et al. (2008), diferentes áreas do córtex apresentavam atividade aumentada, quando esses diferentes aspectos dos estímulos foram discriminados.

Há autores que refinaram os conceitos de atenção automática e atenção voluntária para o funcionamento do sistema visual. Propuseram as expressões “orientação exógena” e “orientação endógena”. Evidências de estudos neuropsicológicos sugerem que os mecanismos neurais desses dois tipos de orientação da atenção são distintos, independentes, porém, provavelmente, cooperam entre si (HELENE e XAVIER, 2003).

Na modalidade visual, a orientação exógena parece envolver uma via filogeneticamente mais antiga, a via retino-tectal, que se projeta da retina para os colículos superiores. A orientação endógena parece envolver controle cortical.

Gonçalves e Melo (2009) destacam as considerações de Nahas (2001), que distinguem três formas básicas de atenção: sustentada, dividida e seletiva. A atenção sustentada requer que se mantenha o foco atencional em um estímulo durante um período de tempo, para desempenhar uma tarefa. A atenção dividida ou alternada é a capacidade de desempenhar mais de uma atividade simultaneamente. Estudos mostram que, para a divisão da atenção, uma informação deve ser mediada pelo processamento automático, enquanto a outra, pelo esforço cognitivo (HELENE e XAVIER, 2003). Já a atenção seletiva é a capacidade do indivíduo de privilegiar determinados estímulos do ambiente e ignorar outros.

Além dos estímulos sensoriais, a atenção pode focalizar processos mentais, como pensamentos e memórias. Quando o foco é voltado para o ambiente externo, há a percepção seletiva. Quando se volta para o ambiente interno, trata-se de cognição seletiva (GAZZANIGA *et al.*, 1998; LENT, 2002, apud LIMA, 2005). Posner e Fan (2001), citado por Gonçalves e Melo (2009), denominam atenção executiva quando as situações

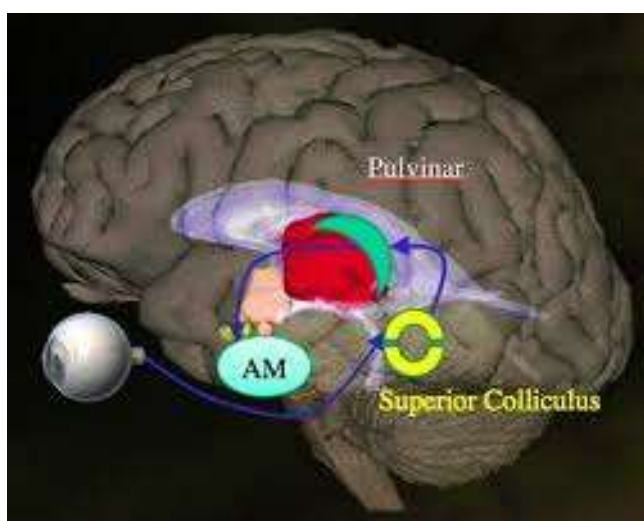
envolvem planejamento e tomada de decisões ou verificação de erros e respostas a ações que não são habituais.

Ainda segundo Gonçalves e Melo (2009), a atenção apresenta anatomia funcional própria, circuito e estrutura celular, porque trata-se de um sistema orgânico. É relevante mencionar que os estudos envolvendo a neuroanatomia da atenção são em menor proporção que aqueles que discutem os paradigmas psicológicos desse processo.

Os experimentos demonstram que os efeitos do processo atencional podem ser observados em numerosas áreas corticais visuais nos lobos parietal e temporal. Verifica-se também que, dependendo da natureza da atenção e das modalidades sensoriais (visual, auditiva e tátil), determinadas estruturas são afetadas. O córtex occipital ventromedial relaciona-se às tarefas de discriminação de cores e formas; o córtex parietal, com tarefas de movimento.

Estruturas corticais e subcorticais podem estar envolvidas na modulação da atividade de neurônios nas áreas do córtex sensorial. Sabe-se que o núcleo pulvinar (tálamo) modula amplamente a atividade cortical e pode ser uma estrutura envolvida nesse mecanismo. O colículo superior é a estrutura envolvida na geração dos movimentos sacádicos dos olhos (BEAR *et al.*, 2008), de acordo com a figura 2.

**Figura 2. Núcleo pulvinar, localizado no tálamo posterior. Possui conexões com as áreas corticais visuais dos lobos occipital, parietal e temporal.**

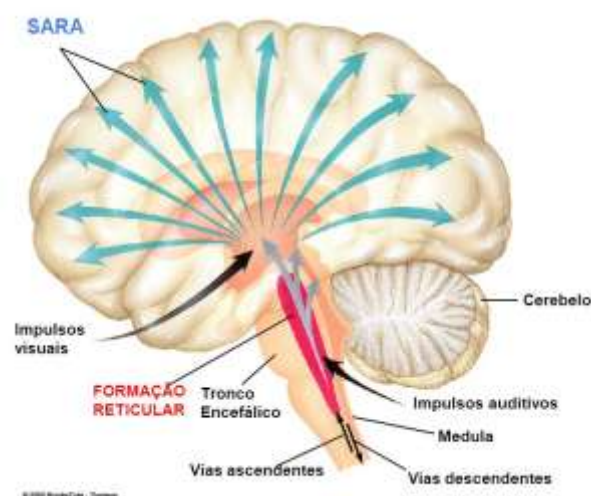


Fonte: repositório.unb.br

Essas bases biológicas da atenção há muito despertam o interesse de estudiosos. O neuropsicólogo Alexander Luria (1981) estabeleceu que as bases seriam a formação reticular, a parte superior do tronco encefálico, o córtex límbico e a região frontal. As duas primeiras seriam responsáveis pela manutenção do tono cortical de vigília e a manifestação de alerta geral; já o córtex límbico e a região frontal estariam relacionados à seleção de determinados estímulos e inibição de respostas a outros. As pesquisas recentes confirmam e acrescentam outras informações aos referenciais de Luria (GONÇALVES E MELO, 2009).

Um importante núcleo da formação reticular é o *locus ceruleus*, localizado na porção superior da ponte e inferior do mesencéfalo, na altura do colículo inferior. Representa um dos núcleos do Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA), mencionado na figura 3. O córtex límbico, na ocasião da teoria de Luria, era constituído pelas regiões do lobo límbico, ou seja, giro do cíngulo, parahipocampal e do hipocampo. Porém, atualmente, são consideradas participantes do comportamento emocional outras áreas corticais e subcorticais, além das regiões corticais do cíngulo anterior e da ínsula, o córtex pré-frontal e pré-frontal dorsolateral.

**Figura 3. Formação reticular – ativação do córtex cerebral. Localizada no tronco encefálico, envolvida com ações como regulação do sono e filtragem de estímulos sensoriais. A ação do SARA sobre o córtex cerebral se faz por meio das conexões da formação reticular com núcleos do tálamo.**



Fonte:slideplayer.com.br

Podem-se acrescentar as regiões parietais e occipitais, e a participação do giro supramarginal, da região temporoparietal. Assim, com o objetivo de revisar a descrição já citada, pode-se verificar que, partindo de uma ativação/estimulação inicial, os neurônios do córtex parietal recebem as informações sensoriais do tálamo e das áreas de associação corticais. As informações motoras são provenientes dos núcleos da base e do colículo superior; as informações límbicas são provenientes do giro do cíngulo e da amígdala cortical. Todas essas áreas recebem aferências da formação reticular, que regula o nível de ativação de cada uma delas. Os impulsos de diferentes regiões do córtex, principalmente da região frontal, modulam a atividade da formação reticular.

Sugere-se que numerosas áreas corticais são afetadas pela atenção, tendo maiores efeitos nas áreas tardias do que nas iniciais do sistema visual (Bear *et al.*, 2008). Dessa forma, pode-se analisar que várias estruturas são acionadas, de acordo com os focos atencionais. A atenção não se resume a um processo único e homogêneo, mas caracteriza-se como um movimento que se modula em diversos fluxos e, assim, pode funcionar de maneira distinta (DE-NARDIN E SORDI, 2007).

No espaço escolar, a concepção de aprendizagem processual pode colaborar para a construção de uma capacidade de atenção, que se amplia gradualmente e se configura em subsídio para enfrentar desafios e necessidades da realidade cotidiana. Na verdade, a capacidade atencional pode ser aprendida e mediada na relação com o outro.

Baseando-se nos pressupostos teóricos, que apontam a relevância da história, cultura e das influências sociais nos processos das funções mentais superiores de cada indivíduo, destaca-se o sistema da memória, que apresenta possíveis relações com os fenômenos atencionais comentados até aqui.

É possível dizer que memória compreende um conjunto de habilidades mediadas por distintos módulos do sistema nervoso, cujo funcionamento ocorre de forma independente, mas cooperativa (Helene e Xavier, 2008).

Para embasar as considerações referentes aos tipos de memória e às áreas cerebrais responsáveis na sua formação e extinção, revisou-se o estudo de Izquierdo *et al.* (2013), no qual se evidencia que todas as memórias são associativas, adquiridas pela ligação entre um grupo de estímulos e outro.

No campo da educação, deve-se considerar esse elemento na medida em que se pode associar os conteúdos a ensinar com uma variedade de elementos, que podem facilitar a evocação da memória e contribuir com a construção de novas memórias, apoiando, assim, a aprendizagem.

Com referência à função, existe um tipo de memória fundamental para a aquisição ou evocação de toda memória: a memória de trabalho. Ela mantém ativa a informação durante um curto período de tempo, enquanto é percebida ou processada. É sustentada pela atividade elétrica de neurônios do córtex pré-frontal, em rede, via córtex entorrinal, com o hipocampo e a amígdala, e não deixa traços.

Em relação aos conteúdos, as memórias podem ser divididas em dois grupos: as declarativas (fatos, conhecimentos) e as de procedimentos ou hábitos (andar de bicicleta, dirigir). As regiões envolvidas na memória declarativa são as do hipocampo e a amígdala, localizadas no lobo temporal; e as regiões corticais (pré-frontal, entorrinal, parietal e outras). Nas memórias de procedimentos, o hipocampo envolve-se nos primeiros momentos, após o aprendizado. Elas dependem, basicamente, de circuitos subcorticais (núcleo caudato e circuitos cerebelares).

Com as pesquisas dos últimos anos, é possível reconhecer as alterações moleculares sinápticas, que proporcionam a formação, persistência e evocação das memórias nas várias regiões encefálicas.

A memória que perdura segundos ou pouco tempo denomina-se de curta duração, ao passo que a memória de longa duração perdura horas, dias ou anos. A primeira utiliza processos bioquímicos breves no hipocampo e córtex entorrinal, que ocorrem em paralelo aos das memórias de longa duração. A segunda requer uma sequência de passos moleculares, que dura entre 3 a 6 horas, no hipocampo, nos núcleos amigdalinos e em outras áreas.

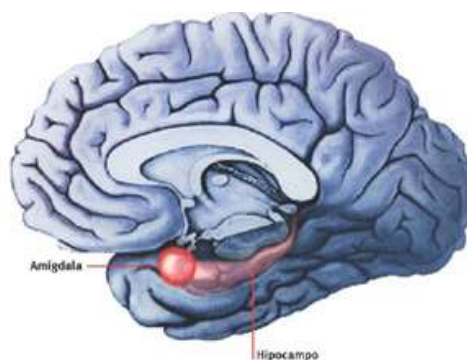
A estrutura central da formação das memórias declarativas, conforme mencionado, é o hipocampo. Inclui o córtex temporal, o núcleo da amígdala e áreas corticais distantes, conforme figura 4. Essas estruturas recebem terminações de vias nervosas, vinculadas ao afeto, aos estados de consciência, à ansiedade e ao estresse. Quando é necessário evocar memórias declarativas e de procedimentos, também estão presentes as áreas do hipocampo e a amígdala. Entretanto, com o passar do tempo, outras regiões do córtex predominam. A evocação é modulada pelos neurotransmissores

dopamina, noradrenalina e acetilcolina, e inibida pela serotonina e por corticoides procedentes da suprarrenal, principalmente, em situações de estresse.

**Figura 4. Amígdala – estrutura relacionada com a memória, regula os estados emocionais (sistema límbico). Hipocampo – desempenha papel fundamental para o aprendizado e memória**



Fonte:www.portaldoenvelhecimento.org.br



Fonte:cienciahoje.uol.com.br

Além do mecanismo de formação e evocação das memórias, em outro estudo, realizado por Izquierdo et al. (2006), revela-se a importância de sua perda para ampliar a capacidade de formar novas memórias. Há várias formas de esquecimento, mas enfatiza-se a extinção. Descoberta por Pavlov, refere-se à desvinculação entre o estímulo condicionado e incondicionado, ou seja, se a resposta do estímulo incondicionado cessa, rompe-se o vínculo com o estímulo condicionado.

Nos estudos realizados em laboratórios, percebeu-se a bioquímica existente em uma ou mais das seguintes estruturas relacionadas ao processo de esquecimento: hipocampo, amígdala basolateral, córtex entorrinal e área pré-frontal ventromedial.

Outra forma de extinção da memória, postulada por Freud, é a repressão, que pode ser voluntária ou inconsciente. Pesquisadores verificaram que, no momento da repressão, ativa-se o córtex pré-frontal ântero-lateral, com uma diminuição da atividade do hipocampo, área vinculada com a própria evocação da memória.

Sabe-se que memórias com forte conteúdo emocional contam com a participação de vias nervosas que regulam as emoções, estimulando vias enzimáticas no hipocampo e em outras regiões ligadas. As vias estimulam indiretamente a formação de novas sinapses, que possibilitam a retenção dessas memórias.

Memórias que não são repetidas desaparecem, pois a falta do uso causa atrofia das sinapses (ECCLES, 1957, citado por IZQUIERDO, 2006). Mostra-se que a melhor atividade para a memória é a leitura, e que, para a manutenção de cada uma em particular, o indicado é a sua recordação. Entretanto, também é preciso esquecer para poder formar novas memórias.

Novamente, na prática pedagógica, torna-se importante considerar esses aspectos para poder rever as estratégias didáticas, que podem melhor contribuir para o processo de aprendizagem. O estado físico e as emoções interferem no processamento das informações, o que inclui o foco atencional e a evocação das memórias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a revisão da literatura, nota-se que as funções neuropsicológicas da atenção e memória humana são indispensáveis ao processo cognitivo e também responsáveis pelas diferenças existentes no nível de desempenho dos sujeitos em suas tarefas cotidianas.

Os processos de atenção e memória perpassam as atividades mentais envolvidas na aprendizagem. O indivíduo sente, percebe, seleciona, processa, armazena e evoca informações construídas nas relações que estabelece com o ambiente.

Conforme indaga Vygotsky et. al. (2006, pág. 114):

*“... a aprendizagem, não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não-naturais, mas formadas historicamente.”*

Portanto, é preciso compreender os processos e relacioná-los ao contexto histórico e social do sujeito, pois essas diferenças influenciam o desenvolvimento das funções psíquicas.

As pesquisas atuais, utilizando-se, principalmente, de exames de neuroimagem, possibilitam verificar algumas das regiões encefálicas acionadas durante os processos da atenção e da memória, concomitantemente com muitos dos seus mecanismos bioquímicos e físicos.

No campo da educação, esse conhecimento pode subsidiar o planejamento das estratégias didáticas, com ênfase a facilitar a aquisição e retenção dos conteúdos trabalhados nas aulas, destacando a relevância de sua constante retomada para melhor consolidação da memória. Outro ponto significativo é estimular um ambiente adequado, para que a criança possa focar a atenção nos estímulos propostos pelo educador, com o objetivo de contribuir para o processo de aprendizagem.

O embasamento neurocientífico permite a análise do funcionamento do sistema nervoso e evidencia a inter-relação existente entre os aspectos cognitivos, afetivos, psicomotores e sociais.

Com o estudo bibliográfico, percebe-se a relevância de conhecer e refletir acerca das várias dimensões envolvidas no processo de aprendizagem e considerar cada indivíduo como ser único e repleto de potencialidades. Como cita Vygotsky et. al. (2006), “... o desenvolvimento das funções psicointelectuais superiores na criança, dessas funções especificamente humanas, formadas no decurso da história do gênero humano, é um processo absolutamente único”.

As funções neuropsicológicas devem ser compreendidas como suporte necessário para o desenvolvimento cognitivo e influenciadas pelas interações estabelecidas com o meio. Mais uma vez, enfatiza-se a importância de se conhecer e relacionar esse complexo histórico social, cultural, familiar e afetivo do sujeito para o planejamento de uma prática pedagógica que colabore para a aquisição de conhecimentos e potencialização das capacidades.

As pesquisas na área da neurociência cognitiva podem, assim, subsidiar a elaboração de estratégias educativas, que despertem a curiosidade, interesse e disposição, e que contribuam para uma aprendizagem significativa.



Nessa dinâmica realidade, o diálogo, o efetivo trabalho em parceria, o reconhecimento das diferenças existentes entre os indivíduos, a reflexão e avaliação contínua e sistemática da prática escolar, e a fundamentação teórica são alguns dos pressupostos que se deve levar em conta nas proposições pedagógicas e na construção de um projeto educativo abrangente, que garanta a participação e integração da comunidade escolar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, A.; ALVES, M.P. **As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem.** Volta Redonda, Revista Práxis, ano V, nº 10, 2013. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/10/41-53.pdf>> Acesso em setembro, 2015.

BEAR, M.F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

DE-NARDIN, M. H.; SORDI, R. O. **Um estudo sobre as formas de atenção na sala de aula e suas implicações para a aprendizagem.** Porto Alegre, Psicologia & Sociedade, nº 01, vol. 19, 2007. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/%OD/psoc/v19n1/a14v19n1.pdf](http://www.scielo.br/pdf/%OD/psoc/v19n1/a14v19n1.pdf)> Acesso em outubro, 2015.

FREITAS, N. K. **Desenvolvimento humano, organização funcional do cérebro e aprendizagem no pensamento de Luria e de Vygotsky.** São Paulo, Revista Ciências & Cognição, v.09, 2006. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/Index.php/cec/article/viewfile/606/388>> Acesso em setembro, 2015.

GORENDER, M. E. **Tempo e memória.** Belo Horizonte, Estudos de Psicanálise, nº 37, 2012. Disponível em: <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0100-34372012000100010&script=sci\\_arttext](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0100-34372012000100010&script=sci_arttext)> Acesso em outubro, 2015.

GONÇALVES, L.A.; MELO, S. R. **A base biológica da atenção**. Umuarama, Arq. Ciênc. Saúde Unipar, nº 1, vol. 13, 2009. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/saude/article/viewFile/2800/2086>> Acesso em agosto, 2015.

HELENE, A.F.; XAVIER, G. F. **A construção da atenção a partir da memória**. São Paulo, Revista Brasileira de Psiquiatria, nº 25, vol. II, 2003. Disponível em: < [www.Scielo.br/pdf/rbp/v25s2/a04v25s2.pdf](http://www.Scielo.br/pdf/rbp/v25s2/a04v25s2.pdf)> Acesso em outubro, 2015.

IZQUIERDO, I.A.; MYSKIW, J.C.; BENETTI, F.; FURINI, C. R. G. **Memória: tipos e mecanismos – achados recentes**. São Paulo, Revista USP, nº 98, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/69221/71685>> Acesso em outubro, 2015.

IZQUIERDO, I.; BEVILAQUA, L. R. M.; CAMMAROTA, M. **A arte de esquecer**. São Paulo, Estudos Avançados, v.20, nº 58, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142006000300024&script=sci\\_arttext&Tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142006000300024&script=sci_arttext&Tlng=pt)> Acesso em outubro, 2015.

LIMA, R. F. **Compreendendo os mecanismos atencionais**. São Paulo, Revista Ciências & Cognição, v.06, 2005. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/537>> Acesso em setembro, 2015.

LURIA, A. R. **Fundamentos de Neuropsicologia**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.

PAULA, R. P.; BEBER, B. C.; BAGGIO, S. B.; PETRY, T.: **Neuropsicologia da aprendizagem**. São Paulo, Revista de Psicopedagogia, v.23, nº 72, 2006. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0103-84862006000300006&scrip=sci\\_Arttext](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0103-84862006000300006&scrip=sci_Arttext)> Acesso em outubro, 2015.

PAVÃO, R. **Aprendizagem e Memória**. São Paulo, Revista da Biologia USP, v.01, 2008. Disponível em: <[http://www.ib.usp.br/revista/system/files/008Rodrigo\\_Pavão-APRENDIZAGEM E MEMÓRIA.pdf](http://www.ib.usp.br/revista/system/files/008Rodrigo_Pavão-APRENDIZAGEM_E_MEMÓRIA.pdf)> Acesso em outubro, 2015.

PINHEIRO, M. **Fundamentos de Neuropsicologia – o desenvolvimento cerebral da criança**. Trindade, Revista Vita et Sanitas, v.1, nº 01, 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/191778-Fundamentos-de-neuropsicologia-o-desenvolvimento-cerebral-da-crianca.html>> Acesso em setembro, 2015.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone Editora, 2006.