

MEMÓRIA E APRENDIZAGEM: INTERLOCUÇÕES NECESSÁRIAS PARA UMA EDUCAÇÃO BASEADA NA CIÊNCIA

MEMORY AND LEARNING: NECESSARY INTERLOCUTIONS FOR A SCIENCE-
BASED EDUCATION

Luana Aparecida Rossi¹
Adriana Fernandes Coimbra Marigo²

RESUMO: Este trabalho aborda os conceitos de memória e aprendizagem nas teorias elaboradas por Lev Vygotski e por Eric Kandel, com os objetivos de analisar possíveis convergências e divergências entre esses autores e trazer elementos fundamentais desses conceitos para subsidiar ações pedagógicas desenvolvidas em sala de aula. Este estudo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa de Iniciação Científica e aprofundado em Trabalho de Conclusão de Curso, na Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal de São Carlos, assumindo o referencial da Aprendizagem Dialógica e considerando lacunas indicadas pela literatura científica brasileira. Por meio de procedimentos de pesquisa bibliográfica em algumas das obras desses autores, foi possível identificar divergências decorrentes das diferenças entre suas perspectivas analíticas, como também convergências que conduziram ao aprofundamento dos conceitos focalizados, recolhendo suas contribuições para a área educacional. As conclusões apontaram para a relevância de aproximar educação e neurociência, buscando elementos científicos para subsidiar as ações pedagógicas e a formação de professores.

Palavras-chave: Neurociência; Educação escolar; Formação de professores.

ABSTRACT: This work addresses the concepts of memory and learning in the theories developed by Lev Vygotsky and Eric Kandel, with the aim of analyzing possible convergences and divergences between these authors, as well as presenting key elements of these concepts to support pedagogical practices carried out in the classroom. This study was developed through an undergraduate research project and later expanded into a final course paper in the Pedagogy degree program at the Federal University of São Carlos, adopting the framework of Dialogic Learning and considering gaps identified in the Brazilian scientific literature. Through bibliographic research procedures based on selected works by these authors, it was possible to identify divergences arising from differences in their analytical perspectives, as well as convergences that contributed to a deeper understanding of the concepts under study, highlighting their contributions to the field of education.

Keywords: Neuroscience; School education; Teacher education

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda os conceitos de memória e aprendizagem, compreendidos a partir de resultados obtidos em uma pesquisa desenvolvida na Iniciação Científica³ e que

¹Luana Aparecida Rossi, Licenciada em pedagogia pela Universidade Federal de São Carlos, luanarossi22@gmail.com

²Adriana Fernandes Coimbra Marigo, Doutorado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos, adriana.marigo@ufscar.br

³A pesquisa, intitulada Memória e aprendizagem dialógica: uma abordagem interdisciplinar, foi desenvolvida conforme Edital 001/2021 (CoPICT/ProPq), e recebeu recursos do CNPQ.

se aprofundou na elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Os dados foram obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica, cujos objetivos foram analisar possíveis convergências e divergências entre Lev Vygotski e Eric Kandel e trazer elementos fundamentais desses conceitos para subsidiar ações pedagógicas desenvolvidas em sala de aula.

A despeito de que os conceitos de memória e de aprendizagem sejam fundamentais aos processos educativos, nossa compreensão sobre eles, na área educacional, por vezes, se torna fragmentada ou apoiada em observações e opiniões calcadas no senso comum, deixando de explorar uma das capacidades mais destacadas nos processos de formação humana. Nesse cenário, consideramos que, às contribuições das ciências da educação que sustentam os saberes constituídos para ensinar e aprender, o conhecimento pedagógico deva integrar contribuições das novas áreas de conhecimento que vieram se configurando desde o século XX, como é o caso da neurociência.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2002), formada por países desenvolvidos e emergentes e da qual o Brasil tem sido considerado parceiro-chave, a novidade da neurociência, desde a “década do cérebro”⁴, chamou a atenção de profissionais da educação sobre a compreensão do cérebro em termos de aprendizagem, visando melhorar suas práticas em sala de aula. Essa organização aponta que neurocientistas também têm se interessado em contribuir com seus conhecimentos para potencializar a aprendizagem nas escolas. Contudo, diversas pesquisas demonstram que, há mais de 20 anos, más interpretações e equívocos deram origem a “neuromitos” e mais recentemente a “neuroedumitos” (OCDE, 2002; Dekker *et al.*, 2012; Amorim; Rato, 2021; Racionero-Plaza *et al.*, 2023).

Desde 2002, a OCDE adota o conceito de neuromito para se referir aos equívocos de compreensão ou de interpretação sobre os conceitos produzidos na neurociência acerca do funcionamento do cérebro e das consequências negativas que isso tem para a educação. De acordo com esse organismo, isso ocorre, por exemplo, por meio da simplificação na divulgação dos resultados das pesquisas sobre o cérebro em revistas populares.

Pesquisas constataram que mais de 80% dos professores de regiões do Reino Unido e da Holanda, por exemplo, acreditam em neuromitos propagados por meio de informação simplificada em mídias populares e até mesmo por programas educacionais comercializados (Dekker *et al.*, 2012). São comuns as ideias de que cada estudante aprenderia de um jeito e preferiria determinado canal (visual, auditivo ou cinestésico), como também de que o cérebro precisaria estar entediado para aprender. Desse modo, esses professores podem usar informações equivocadas ou mal interpretadas como base para desenvolver suas ações em sala de aula, partindo de sua compreensão de como o cérebro funciona em relação à aprendizagem.

Racionero-Plaza *et al.* (2023) vêm, mais recentemente, apresentar o conceito de neuroedumito, ampliando o conceito de neuromito ao incluir também equívocos de interpretação por parte dos neurocientistas sobre as relações entre neurociência e educação. Esses autores assinalam que “neurocientistas que têm conhecimento científico

⁴ De acordo com a OCDE, foi assim considerado o período dos anos de 1990 a 2000.

em seu campo podem também ter más interpretações sobre a educação” (Racionero-Plaza *et al.*, 2023, p. 4, tradução nossa).

Em vista dessa problemática, o enfoque deste trabalho recai sobre as contribuições da psicologia histórico-cultural de Vygotski (1896-1934), entendendo a perenidade de suas contribuições para o campo pedagógico, na formação de professores e na pesquisa educacional. Concordamos com Duarte (2016) ao afirmar que a teoria pedagógica requer a compreensão do desenvolvimento psíquico, além de fundamentos filosóficos, sociológicos, históricos etc., especialmente quando almejamos promover melhorias na educação escolar brasileira, a partir de uma vertente crítica da realidade.

Além de Vygotski, consideramos que Eric Kandel (1929-), consagrado autor da neurociência, poderia nos apoiar na compreensão sobre o funcionamento do cérebro em relação à memória e à aprendizagem, haja vista que avanços das pesquisas nesse campo científico. Entendemos que as evidências encontradas na neurociência sobre o processamento da aprendizagem e da memória poderiam oferecer subsídios para ampliar a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem, bem como levar a reflexões e pesquisas que busquem entender como esse conhecimento poderia melhorar as práticas pedagógicas e os processos de aprendizagem humana.

Ressaltamos que a memória se mostra como ponto chave para conduzir a aprendizagem do ser humano, tarefa historicamente atribuída a pedagogos e pedagogas. A compreensão de como opera a memória, entendida neste trabalho como a capacidade de adquirir, manter e resgatar informações, poderia oferecer suporte para a elaboração e a proposição de estratégias metodológicas e atividades pedagógicas que potencializariam a aprendizagem de alunos e alunas. Isso não significa, de modo algum, criar um método novo puramente baseado em neurociência, mas sim repensar as práticas pedagógicas, considerando as evidências trazidas pelo conhecimento científico ao conceito de aprendizagem que orienta essas práticas.

Os resultados apresentados neste texto foram obtidos por meio de procedimentos metodológicos da pesquisa bibliográfica e de técnicas de análise de conteúdo aplicadas a obras fundamentais de Vygotski e de Kandel, as quais foram selecionadas por abordarem a relação entre memória e aprendizagem. Esse estudo possibilitou a identificação de trechos com potenciais respostas à questão delineada para nossa pesquisa: seria possível compatibilizar as compreensões advindas da psicologia histórico-cultural de Lev Vygotski e da perspectiva biológica de Eric Kandel sobre a relação entre memória e aprendizagem?

Com base em seu percurso metodológico, nossa pesquisa possibilitou identificar algumas divergências entre os autores cujas obras analisamos, haja vista suas diferentes perspectivas analíticas. No entanto, as muitas convergências encontradas entre esses expoentes da ciência contemporânea nos permitiram aprofundar em suas ideias, recolhendo suas contribuições para a área educacional, especialmente para o campo de formação de professores, como apresentado a seguir.

2. NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO NA PERSPECTIVA DE ARTIGOS

NACIONAIS

O delineamento do tema da pesquisa aqui apresentada foi traçado a partir de uma revisão bibliográfica que visou explorar, nos periódicos nacionais publicados em bases científicas digitais,⁵ artigos científicos que abordassem a relação entre neurociência e educação. Nessa revisão preliminar, encontramos a predominância de uma abordagem que tem como foco o indivíduo e seus processos cerebrais e/ou psicológicos individuais, principalmente da memória de trabalho em relação com a educação. Temos, como exemplos: processamento da memória de trabalho no aprendizado da matemática (Corso; Dorneles, 2012; Silva; Santos, 2011), em uso de jogos digitais para memória de trabalho fonológica (Olalla; Lukasova, 2019), em crianças com déficits de aprendizagem (Mourão Junior; Melo, 2011), em tarefas visoespaciais (Rodrigues, 2016), em crianças com transtornos de aprendizagem (Gaviria; Fitzgerald, 2014), na infância e adolescência (Siquara; Dazzani; Abreu, 2014).

Ademais, há menções que se referem especialmente ao impacto das emoções na memória e no processo de aprendizagem, considerando que o estresse se torna um empecilho para o armazenamento na memória do que foi aprendido e que a emoção e a atenção são componentes importantes para a retenção da memória (Silva; Santos; Santos, 2024; Costa, 2023; Menezes; Silva, 2022).

Destacamos também o alerta de que a neurociência não deva ser utilizada para gerar receitas milagrosas para a educação ou prescrições, mas, sim, ser utilizada como um conhecimento que pode auxiliar na preparação de estratégias pedagógicas a partir da compreensão de como a aprendizagem ocorre neurobiologicamente (Nampo; Caetano; Bezerra, 2022; Silva; Santos; Santos, 2024). Nesse sentido, é observado que “a Neurociência Cognitiva não traz um protocolo para um melhor aprendizado, mas traz princípios que fundamentam pesquisas e práticas pedagógicas que objetivam uma aprendizagem mais efetiva” (Nampo; Caetano; Bezerra, 2022, p. 55793).

Crespi, Noro e Nóbile (2023) ressaltam que a aproximação entre neurociência e educação pode oferecer ferramentas para promover o desenvolvimento cognitivo das crianças, bem como ações baseadas em evidências científicas para a formulação de práticas pedagógicas que atinjam o maior número de alunos. Junto a isto, os autores consideram de suma importância que os professores tenham acesso aos conhecimentos que têm sido produzidos no campo da neurociência, como sobre o desenvolvimento cerebral e quais são os mecanismos biológicos do processo de aprendizagem.

Outros estudos têm buscado encontrar respostas no campo pedagógico sobre o tipo de organização didática ou pedagógica que potencializaria o aprendizado dos indivíduos, considerando como o cérebro funciona. Silva, Santos e Santos (2024) indicam a importância de estratégias educacionais que estimulem o interesse e a motivação nos estudantes. Nampo, Caetano e Bezerra (2022) apontam que as discussões em grupo poderiam fortalecer o domínio do conteúdo aprendido, e que a elaboração de mapas mentais seria relevante nos processos de repetição e de elaboração da memória.

⁵ Foram consultadas as bases da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Costa (2023) esclarece que as “Funções Nervosas Superiores” (atenção, memória, motivação, emoções e funções executivas) “se desenvolvem e se aprimoram pela interação do indivíduo com os meios ambiente e social (estímulos ambientais e sociais)” (p. 9). Visando articular as contribuições da neurociência com as práticas pedagógicas, este autor indica estratégias pedagógicas que podem ser utilizadas a partir do conhecimento que já se tem no campo da neurociência no que se refere às Funções Nervosas Superiores.

Para Costa (2023), é importante que o ensino seja contextualizado, mobilizando e motivando os aprendizes, por meio de propostas de resolução de problemas, conversas, interações e colaboração entre estudantes sobre determinado assunto a ser aprendido. Ademais, o autor aponta as necessidades de o professor: explicar aos estudantes as razões de aprenderem determinado conteúdo e como este se relaciona como a vida real, aplicar atividades que provoquem metacognição, ou seja, “controle e reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem” (p. 14), e que exijam que o estudante aprenda a se planejar e a executar uma ação, bem como desenvolver suas próprias estratégias mentais.

A despeito das possibilidades apresentadas, verificamos também que existem poucas pesquisas que fazem essa articulação sob uma perspectiva integral do ser humano. Segundo esses autores, a maioria dessas pesquisas se limitam em perspectivas e princípios construtivistas, assumindo enfoque em uma concepção individualizada e subjetiva da aprendizagem (Oliveira e Mendes, 2021). Por outro lado, encontramos sugestões de um possível antagonismo entre a perspectiva histórico-cultural na psicologia de Vygotski e a perspectiva biológica da neurociência de Kandel, no que diz respeito à memória (Silva; Lyra, 2017). Essa publicação apresenta que autores da neurociência, como Kandel, compreenderiam a memória como advinda da inscrição de informações no cérebro, enquanto que, para Vygotsky, a memória resultaria dos signos e da subjetividade.

Portanto, em vista de nossos achados preliminares sobre a relação entre neurociência e educação, entendemos que seria importante aprofundar nossa compreensão das bases fundamentais das teorias propostas por Vygotski e por Kandel, buscando diretamente nos autores possíveis contribuições para fortalecer o conhecimento pedagógico e, especialmente, a formação de professores.

3. O DIÁLOGO ENTRE ÁREAS DE CONHECIMENTO PARA SUSTENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO ESCOLAR

Vislumbrando encontrar convergências e divergências entre Vygotski e Kandel para entender melhor a relação entre memória e aprendizagem e seus impactos na educação, partimos para a busca de respostas diretamente em obras fundamentais dos autores mencionados. Com apoio no referencial da Aprendizagem Dialógica (Aubert *et al.*, 2016), entendemos que o conhecimento científico deva sustentar as práticas de educação escolar, tendo em vista que o alcance dos melhores resultados de aprendizagem é direito de todos os estudantes.

Nessa perspectiva, consideramos que as teorias pedagógicas devam ser constantemente revistas para promover o sucesso da aprendizagem em diferentes contextos educativos, haja vista a centralidade do conhecimento na sociedade

contemporânea. Considerando as mudanças sociais e seus impactos na vida humana, o conceito de Aprendizagem Dialógica oferece possíveis contribuições para reorganização dos diferentes contextos educativos, ressaltando que as interações e o diálogo são a chave para que as pessoas aprendam. Essa perspectiva se contrapõe às limitações de outras concepções de aprendizagem que partiram de desafios de uma sociedade que, desde a modernidade, vinha se apoiando especialmente no modo de produção industrial (Aubert *et al.*, 2016).

De acordo com Aubert *et al.* (2016), as aceleradas mudanças ocorridas nas últimas décadas provocaram um “giro dialógico”, no qual as interações, antes baseadas em relações de poder tendem a se basear, cada vez mais, no diálogo, visto que, por meio da crescente presença das tecnologias de informação e comunicação (TIC), têm se ampliado o acesso à informação e o contato com diferentes formas de viver, pensar e agir. Nesse contexto social, as pessoas podem compreender e exercer seus direitos sociais, na medida em que, ao longo de todo o mundo, os movimentos sociais, como o das pessoas negras e indígenas, das mulheres e da comunidade de lésbicas, gays, bissexuais, transexuais, queer, intersexos, assexuais, pansexuais, não-binários e outras (LGBTQIAPN+), das pessoas com deficiência, entre outros grupos, vêm apontando desigualdades sociais e questões cruciais de nosso tempo:

Aubert *et al.* (2016) explicam que, anteriormente, havia a autoridade incontestável do pai dentro de casa, ao passo que, na atualidade, questionamentos possivelmente são levantados pelos filhos e pela esposa sobre as decisões autoritárias do pai. Esse comportamento autoritário, no qual apenas uma pessoa decide tudo, tem sido cada vez menos aceito. De fato, esta é uma virada que também ocorre de forma mais ampliada, tornando as organizações mais flexíveis e aptas para responder mais rapidamente aos desafios identificados em um mundo com aceleradas mudanças em todas as suas dimensões: econômica, política e cultural.

Os impactos das mudanças sociais alcançam escolas e seus profissionais, assim como estudantes, seus familiares e sua comunidade. Muitos livros adotados pelas redes de ensino ainda se apoiam em concepções de aprendizagem ultrapassadas, difusas e sem base científica, ao passo que as avaliações externas indicam baixos resultados da educação escolar. Por sua vez, os profissionais frequentemente indicam a falta de políticas públicas baseadas em evidências científicas, sendo necessário remar contra a correnteza. Em vista dessa problemática educacional, o conceito de Aprendizagem Dialógica reafirma o papel da ciência para que as necessidades educativas da sociedade sejam atendidas.

Sendo assim, reconhecemos o “giro dialógico” também no âmbito das ciências sociais, tanto na tendência para compreender, em perspectiva multidisciplinar, os complexos fenômenos sociais (Aubert *et al.*, 2016), quanto na forma contemporânea de coletar, analisar e interpretar dados científicos contando com a integração de agentes sociais não especialistas às equipes de pesquisadores, a fim de constituir evidências científicas com impacto social (Gómez; Puigvert; Flecha, 2011). Na Psicologia da Educação, por exemplo, tem ocorrido a transição de concepções mentais subjetivistas, baseadas em conhecimento prévio, para teorias que consideram a intersubjetividade e a comunicação como elementos fundamentais à aprendizagem (Racionero; Padrós, 2010).

Para superar desafios que dificultam a aprendizagem nas escolas contemporâneas, o conceito de Aprendizagem Dialógica se sustenta em ampla base multidisciplinar, tendo como base diversos autores de diferentes áreas de conhecimento, como da pedagogia (Paulo Freire), da psicologia (Vygotski), da sociologia (Habermas), da linguística (Bakhtin) etc. Trata-se de autores mundialmente reconhecidos por suas contribuições teóricas à educação, ajudando a compreender e a potencializar os níveis de aprendizagem de todas as meninas e meninos e a superar desigualdades sociais e educativas (Aubert *et al.*, 2016).

Vygotski, um dos autores focalizados no presente trabalho, é destacado, na base da Aprendizagem Dialógica, por apresentar uma teoria que assinala o aspecto histórico, cultural e social do processo de aprendizagem e desenvolvimento intelectual do ser humano (Vygotski, 1993, 2000, 2006, 2009). Esse autor indica que o desenvolvimento do intelecto humano ocorre primeiramente na relação intersubjetiva, desencadeando um processo de internalização dos conceitos aprendidos com outras pessoas que vai do coletivo ao individual, do intersubjetivo ao subjetivo (Aubert *et al.*, 2016).

Uma das contribuições fundamentais de Vygotski (1993), para a educação escolar, é a explicação de que a aprendizagem ocorre a partir da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que se refere à divergência entre tarefas que o indivíduo é capaz de fazer sozinho (nível de desenvolvimento atual) e tarefas que é capaz de fazer em colaboração ou com ajuda (nível mais próximo do atual). Isso significa que, com a mediação e o estímulo de alguém mais experiente, e a partir do que já é capaz de fazer sozinho, o indivíduo é capaz de aprender e se desenvolver mais.

De acordo com Aubert *et al.* (2016), a teoria de Vygotski é transformadora na medida em que faz a conexão do desenvolvimento cognitivo com o meio social e cultural, além de propor a transformação desse meio para promover a aprendizagem, buscando apoio na intersubjetividade, nas interações e no coletivo. O que ocorre socialmente, nas interações, é internalizado na subjetividade, transformado e devolvido nas interações de outra forma. Nesse sentido, à medida que o indivíduo é transformado, o mesmo ocorre no coletivo em que ele vive por meio de suas ações naquela realidade. No que diz respeito à memória, Vygotski (1993, 2000, 2006) deixa claro que o desenvolvimento dessa função também ocorre de forma mediada e a partir da relação intersubjetiva, cultural e social.

Aubert *et al.* (2016) também apontam que “hoje, a comunidade científica internacional considera medíocre toda concepção que esteja baseada em apenas uma disciplina e recuse as contribuições de outras” (p. 16). Considerando o objeto de pesquisa deste trabalho, entendemos a necessidade de entender memória e aprendizagem, na perspectiva da integralidade do ser humano, considerando não apenas a psicologia ou a pedagogia, de formas isoladas, nem tampouco apenas a neurociência, visto que todas essas ciências, entre outras, podem dar suporte para a melhoria dos níveis de aprendizagem para todos os estudantes.

Nesse sentido, é reiterada a importância do campo de pesquisa denominado socioneurociência (Mallart *et al.*, 2019), surgido nos últimos anos, tendo como finalidade encontrar soluções para problemas no campo social, incluindo-se aqui a área da educação. Esses autores explicam que “a socioneurociência estuda as relações bidirecionais entre o cérebro e as interações humanas” (p. 207), visando identificar e encontrar soluções para

problemas sociais urgentes que envolvem as relações sociais. Portanto, a solução não viria da neuroeducação pautada em bases científicas, visto que a compreensão dos processos educativos emerge da interdisciplinaridade de pedagogia, psicologia, sociologia entre outras ciências sociais.

Enfim, entendemos, com base no referencial da Aprendizagem Dialógica, que visões deterministas do desenvolvimento humano podem fragilizar a trajetória de escolarização de grande parte do alunado brasileiro (Aubert *et al.* (2020). Destacando o princípio da transformação, entre outros que integram o conceito de Aprendizagem Dialógica, consideramos a relevância de superar neuroedumitos para promover uma educação igualitária, democrática e de boa qualidade, cujo acesso esteja aberto a todas as pessoas, visando a redução das desigualdades sociais.

Buscamos, assim, encontrar elementos que possam consolidar nossa compreensão sobre as contribuições potencialmente advindas dos autores Vygotski e Kandel, permitindo avançar no diálogo entre as respectivas áreas de conhecimento para sustentar práticas de educação escolar, de forma consistente e comprometida com as necessidades educacionais brasileiras.

4. METODOLOGIA

Buscando respostas para a nossa questão de pesquisa, desenvolvemos uma pesquisa bibliográfica, selecionando e analisando obras dos autores Lev Vygotski e Eric Kandel, apresentados brevemente, a seguir.

Vygotski apresenta suas ideias no início do século XX, influenciado pela perspectiva do materialismo histórico e dialético desenvolvida por Marx e Engels. Nessa perspectiva, a consciência é concebida como uma estrutura situada em determinado contexto histórico e cultural do desenvolvimento humano. Em certo momento da história humana, segundo Vygotski (2000), as estruturas básicas da consciência começaram a se reorganizar, passando para estruturas de tipo superior, em meio aos estímulos e às reações diante do cenário social, visto que estabelecidas entre as pessoas e o meio em que se encontram.

Ressaltamos que a psicologia histórico-cultural, proposta por Vygotski, surge em meio a uma crise instalada na psicologia moderna que, fundada no final do século XIX, sustentava-se na ideia desenvolvimentista de criança oculta na concepção de “adulto em miniatura” e em investigações orientadas por comparações com padrões adultos ou com o que se considerava “normal”. Contrapondo-se à ideia vigente, o autor ressalta que é na interação com outras pessoas que cada criança aprende instrumentos e signos para viver e intervir no contexto que o envolve.

Por outro lado, as elaborações de Kandel partiram de estudos sobre a natureza biológica da mente humana, no campo da biologia molecular, desenvolvidos a partir da década de 1960. Kandel (2010) ressalta que o surgimento da biologia molecular decorre da união entre a psicologia cognitiva, a filosofia da mente e a psicologia behaviorista para busca elementos comuns aos processos mentais. Na década de 1970, essa configuração de psicologia cognitiva moderna se une à neurociência, introduzindo métodos biológicos de exploração dos processos mentais. Na década de 1980, a neurociência ganha impulso

com o desenvolvimento das técnicas de imageamento cerebral, como a tomografia e a ressonância magnética, possibilitando a medição dos índices de atividade neuronal.

As obras selecionadas para nossa pesquisa foram: “Em Busca da Memória: O nascimento de uma nova ciência da mente” (Kandel, 2009); “Princípios de Neurociências” (Kandel *et al.*, 2014); “Mentes Diferentes: O que cérebros incomuns revelam sobre nós” (Kandel, 2020); “Obras Escogidas vol. II” (Vygotski, 1993); “Obras Escogidas vol. III” (Vygotski, 2000); “Obras Escogidas vol. IV” (Vygotski, 2006). A seleção dessas obras considerou que, em nos respectivos índices remissivos constava os termos “memória” e “aprendizagem”, objetos da pesquisa realizada.

Para o delineamento da pesquisa bibliográfica, optamos pelo uso de quatro etapas (Salvador, 1971) desenvolvidas contínua e complementarmente para a seleção do referencial teórico, possibilitando elaborar o projeto de pesquisa, investigar as soluções, analisar as explicações das soluções, e sintetizar todas as ideias centrais referentes aos temas. Em cada uma dessas etapas, realizamos leituras do tipo informativa (Salvador, 1971), de forma exaustiva, registrando os dados em fichas de leitura especialmente elaboradas e organizando-os em quadros, seguindo as técnicas de análise de conteúdo (Bardin, 2012). Este processo culminou na identificação de categorias referentes aos conceitos de memória e de aprendizagem Kandel e Vygotski, possibilitando identificar seus elementos fundamentais (Rossi, 2022).

5. OS CONCEITOS DE MEMÓRIA E DE APRENDIZAGEM DE VYGOTSKI E DE KANDEL: CONCEPÇÕES BÁSICAS, CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS

Ao analisarmos diretamente as obras selecionadas de Lev Vygotski e de Eric Kandel, encontramos-nos com diferentes pressupostos teóricos e metodológicos, como também debates estabelecidos nos respectivos contextos de produção científica. Considerando os limites deste texto, apresentamos, ainda que de forma breve, as concepções fundamentais dos autores estudados, para, na sequência, apresentarmos as principais convergências e divergências identificadas nas suas contribuições.

5.1 Concepções fundamentais de Vygotski e de Kandel

Vygotski indica, fundamentalmente, que as formas de regulação da conduta humana não devem ser analisadas de forma isolada, mas como processos em movimento, sempre orientados pelo âmbito coletivo (Vygotski, 2000). Segundo o autor, trata-se de processos naturais, no sentido de subordinação às leis da natureza humana, mas que têm suas estruturas naturais modificadas no curso da vida social com a ajuda dos signos. Portanto, a compreensão sobre a aprendizagem e o desenvolvimento humano deve ser buscada pelas suas raízes na realidade histórica do indivíduo e da coletividade em que se encontra, considerando os processos de relações entre os indivíduos e as estruturas sociais pelas quais se movimenta no mundo.

Nas obras analisadas de Vygotski (2000; 2006), identificamos a compreensão da memória como uma Função Psicológica. Isso significa que a memória tem uma forma

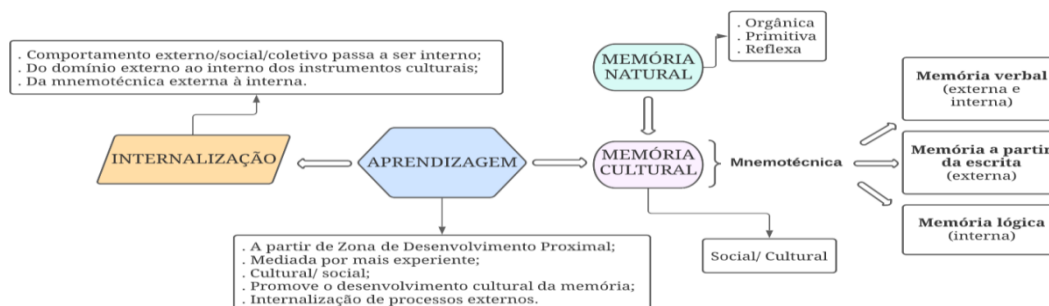
elementar, chamada como Memória Natural, que é regida pela função orgânica e fisiológica, que ocorre de maneira reflexa, involuntária e imediata, por meio do estímulo-resposta. Quando o indivíduo nasce, essa é a forma predominante de memória.

Para Vygotski (2009), a memória, no ser humano, é capaz de se desenvolver a um nível de Função Psicológica Superior, chamada como Memória Cultural. Esta memória decorre de seu uso intencional que é estimulado por algo intermediário, que são os signos⁶ produzidos social e culturalmente pelo ser humano e que, ao longo do desenvolvimento, são internalizados. Isso significa que o ser humano passa a pensar por meio desses signos criados culturalmente.

De acordo com Vygotski (2009), a aprendizagem nada mais é do que o processo de internalização de um comportamento externo, social, coletivo, ou seja, o indivíduo passa a dominar por conta própria o que aprendeu. Isto está intimamente ligado ao desenvolvimento da memória, pois é por meio da aprendizagem que este processo ocorre, de forma mediada por outrem mais experiente, de forma intencional e cultural. Para o autor, é por meio do aprendizado que a memória se desenvolve para uma Função Psicológica Superior, ou seja, para uma Memória Cultural, mediada, intencional.

Sintetizamos, a seguir, a relação entre memória e aprendizagem em Vygotski.

Figura 1. Relação entre memória e aprendizagem na perspectiva de Vygotski



Fonte: Rossi (2022)

Por sua vez, Kandel (2009) parte do pressuposto de que mente e cérebro são inseparáveis e que cada função mental no cérebro é realizada por diferentes circuitos neuronais especializados em cada região. Kandel *et al.* (2014) ressaltam que “os neurocientistas têm feito progressos significativos na obtenção de informações acerca dos mecanismos subjacentes ao comportamento, os sinais de saída que podem ser observados em relação ao sistema nervoso de seres humanos e outros organismos” (p. XV). Nesse contexto, os autores defendem que as neurociências devem se configurar como a base da neurologia e da psiquiatria clínica, à medida que se desenvolvem abordagens e esquemas conceituais para a compreensão de sistemas que transitam das células nervosas de cada indivíduo para o substrato da cognição.

Nessa abordagem, os neurocientistas se apoiam em evidências de que há uma estrutura biológica da memória existente no sistema nervoso, como o cérebro, neurônios

⁶ É a representação mental das coisas do mundo. No caso do ser humano, essa representação evolui por meio da linguagem, que é aprendida socialmente.

e diversas outras estruturas que possibilitam aos seres vivos que suas experiências no mundo sejam registradas e armazenadas por meio de conexões nervosas entre os neurônios. Segundo Kandel (2009), a aprendizagem ocorre por meio das experiências do indivíduo no mundo, criando novas memórias, novas sinapses, e modificando a própria estrutura biológica que possibilita esses processos. Em última instância, podemos dizer que ocorrem influências mútuas que envolvem a estrutura orgânica da memória e os processos de aprendizagem: a capacidade orgânica de memória possibilita a experiência e a aprendizagem enquanto que estas modificam o cérebro, ou seja, memória e aprendizagem são fatores indissociáveis e têm um impacto no corpo.

Kandel (2009) também menciona a ocorrência de uma “Evolução Cultural”, que é a transmissão dos conhecimentos produzidos pelo ser humano por meio do que o autor chama de “aprendizagem e memória compartilhadas”; ou seja, de geração em geração, os conhecimentos são transmitidos e o comportamento social também é modificado ou mantido. Em suma, o autor considera os processos de memória como fundamentais tanto para a continuidade da identidade individual, como também para a transmissão da cultura e para a evolução e a continuidade das sociedades ao longo dos séculos.

Com base nas concepções fundamentais de Kandel e de Vygotski, no que tange à memória e à aprendizagem, destacamos que o primeiro busca compreender tanto a memória quanto a aprendizagem enquanto processos orgânicos que ocorrem física, química e biologicamente no cérebro. Esses processos envolvem sinapses, genes, memórias do tipo implícita, explícita, de curto e de longo prazo, memória de trabalho, bem como a repetição da experiência para que o aprendizado seja memorizado a longo prazo, de forma que a aprendizagem depende desses processos. Tudo isso é possível, graças ao que Kandel (2009) denomina como “plasticidade sináptica”, que é a capacidade biológica e flexível de mudança nas conexões neurais, a qual ocorre em decorrência das nossas experiências (principalmente pela repetição).

Além disso, Kandel aborda os tipos de aprendizagem possíveis, em decorrência desses processos biológicos da memória, que são o aprendizado “associativo” e o “não associativo”, identificados em seus experimentos com neurônios, baseados nos procedimentos que Pavlov denominou como habituação, sensibilização e condicionamentos (clássico e operante). O autor constata que esses processos ocorrem a nível neuronal (Kandel, 2009; Kandel *et al.*, 2014).

No caso do ser humano, indo para além da evolução biológica, o processo de “evolução cultural”, que ocorre através do aprendizado e do compartilhamento de memórias ao longo da história humana, desencadeia a ampliação da capacidade de aprendizado, memória e acumulação de conhecimentos. Assim como na evolução biológica, a evolução cultural é resultado também do comportamento adaptativo⁷ (social), que busca a conservação do indivíduo e da espécie (Kandel, 2009).

5.2 O conceito de memória: divergências e convergências entre Kandel e Vygotski

⁷ Ressaltamos que comportamento adaptativo significa que o indivíduo ou grupo faz um esforço para se adaptar ao ambiente (conscientemente ou não, em termos biológicos ou sociais), ou seja, para buscar se modificar para conservar sua sobrevivência quando necessário. Isto implica mudanças orgânicas inclusive na memória, no aprendizado e, no caso do ser humano, no comportamento social.

Ao identificarmos os elementos de cada concepção, foi possível verificar que há muito mais convergências do que divergências entre Kandel e Vygotsky no que se refere à memória e à aprendizagem.

É necessário destacar que, embora os autores abordem os mesmos objetos de pesquisa (memória e aprendizagem), os objetivos, métodos e os meios usados para compreensão diferem de forma importante, o que não pode e nem deve ser ignorado. Se, por um lado, Kandel busca compreender como a memória e a aprendizagem ocorre física e biologicamente no cérebro, Vygotsky anseia por entender como ocorre a história do desenvolvimento da memória em termos psicológicos e aponta o papel da aprendizagem nesse processo.

Ainda que, à primeira vista, as ideias dos autores parecem ser antagônicas, é necessário considerar que o ser humano, em sua complexidade, não é composto apenas pelo caráter biológico e nem tampouco apenas pelo psicológico ou subjetivo. Ambos os processos ocorrem concomitantemente, de forma que mudanças fisiológicas no cérebro impactam nos processos psicológicos, bem como impactos psicológicos, provocados a partir da experiência, também modificam o cérebro.

Considerando o conceito de memória, como já mencionado os autores divergem em suas metodologias e objetivos, ainda que o objeto de pesquisa seja o mesmo. A divergência se encontra pelo fato de que Kandel busca compreender como a memória ocorre biologicamente no cérebro, sua estrutura, formação e processos físico-químicos. Por outro lado, Vygotski busca compreender como se dá o desenvolvimento psicológico da memória.

Kandel (2009) apresenta que sinapses são geradas no cérebro quando uma nova memória é criada por meio da experiência do indivíduo no mundo, o que envolve processos biológicos, químicos e físicos. Isto significa que as experiências modificam a memória e o cérebro de modo geral. As categorias identificadas nas obras de Kandel demonstram exatamente os processos e os diferentes tipos de memória processados organicamente.

Das convergências sobre a memória, podemos sumarizar que: 1- os dois autores consideram aspectos biológicos e culturais, dando mais ou menos enfoque nestes ou naqueles, de acordo com os objetivos de suas pesquisas; 2- a memória é modificada pela experiência; 3- há uma compatibilidade entre “memória explícita” (Kandel, 2009, 2020; Kandel et al, 2014) e “memória lógica” (Vygotski, 2000, 2006); 4- há uma aproximação entre “memória implícita” (Kandel, 2009, 2020; Kande et al, 2014) e “memória natural” (Vygotski, 2000).

A primeira convergência encontrada indica que ambos os autores consideram a perspectiva biológica da memória. Isto porque Vygotski (2000) também compreende que há um componente orgânico da memória quando menciona o que chama de “memória natural”. Para o autor, esta é uma função psicológica elementar, orgânica, involuntária, imediata e reflexa. Ela é considerada imediata, porque não é mediada pelos signos, pela linguagem, o que a configura, em termos psicológicos, como um processo elementar.

Um segundo ponto de convergência entre Kandel e Vygotski é o papel da experiência na modificação da memória. O primeiro demonstra, como já mencionado,

que as experiências do indivíduo modificam suas memórias organicamente, ou seja, modificam o cérebro por meio da criação de novas sinapses (Kandel, 2009). Ao mesmo tempo, Vygotski aponta que a experiência do ser humano social e historicamente também modifica a memória em termos psicológicos, fazendo com que haja o desenvolvimento de uma memória natural e reflexa a uma memória cultural. Esta última é uma função psicológica superior, voluntária, intencional, consciente e mediada pelos signos culturais como a linguagem (Vygotski, 1993, 2000, 2006).

A terceira convergência refere-se à compreensão de Kandel sobre “memória explícita” e a de Vygotski sobre “memória lógica”. O primeiro conceito diz respeito a uma memória consciente, complexa, voluntária, sendo possível identificar o seu processamento em regiões específicas do cérebro. Já o segundo conceito se refere, em uma perspectiva da psique, a uma memória cultural, que é voluntária, consciente e que exige domínio interno; ou seja, o próprio indivíduo é capaz de controlar consciente e deliberadamente o uso de sua memória. Essa memória decorre de um caminho histórico não linear de desenvolvimento na experiência sociocultural. Ao analisar ambos os conceitos, foi possível identificar que os autores se aproximam quando descrevem aspectos de uma memória consciente, voluntária e complexa.

A quarta e última convergência incide no fato de que, tanto Kandel quanto Vygotski abordam um tipo de memória caracterizada como involuntária, reflexa, inconsciente, que são: a “memória implícita” (Kandel, 2009; Kandel et al, 2014) e a “memória natural” (Vygotski, 1993, 2000). A memória implícita é descrita como uma memória inconsciente, involuntária e que envolve mecanismos reflexos, do ponto de vista biológico. Já a memória natural tem origem orgânica, primitiva, mecânica, imediata e que se configura como função psicológica elementar.

5.3 O conceito de aprendizagem: divergências e convergências entre Kandel e Vygotski

Sobre o conceito de aprendizagem, foi identificado o mesmo tipo de divergência que em relação à memória: Kandel busca compreender como ela ocorre biologicamente enquanto Vygotski busca compreender a aprendizagem psicologicamente.

De modo mais específico, Kandel (2009) e (Kandel *et al.*, 2014) abordam a aprendizagem com um enfoque na base estímulo-resposta (aprendizagem não-associativa) e associação de estímulos ou entre um estímulo e um comportamento (aprendizagem associativa). Nessa perspectiva, esse autor identifica que existem mecanismos de aprendizagem,⁸ a nível biológico, de interação neural e em termos de estrutura cerebral, que são conservados pelos organismos e que configuram a base biológica do comportamento. Além disso, também aponta para a influência do meio externo no indivíduo, indicando também o papel da aprendizagem na criação de novas memórias.

Vygotski, entretanto, aborda a aprendizagem em termos psicológicos,

⁸ Temos, por exemplo, os processos de memória de curto e de longo prazo, a plasticidade sináptica, as sinapses, expressão de genes e os tipos de memória (KANDEL, 2009).

compreendendo que ela tem o papel de impulsionar o desenvolvimento das funções psicológicas, como a memória, a um nível superior, em um processo denominado por ele de “internalização”. Segundo o autor, o comportamento aprendido externa, coletiva e culturalmente passa a fazer parte da estrutura psíquica individual, da identidade do indivíduo, significando que a aprendizagem do ser humano ocorre por meio de um processo sociocultural e, portanto, intersubjetivo.

Nesse sentido, Vygotski realça o caráter cultural da aprendizagem nos seres humanos, que vai para além da base estímulo-resposta, ainda que essa também possa ocorrer, o que faz com que o comportamento humano seja complexo. Essa complexidade está relacionada com um comportamento intencional, consciente, mediado por meio da capacidade de dominar o próprio comportamento. Portanto, a diferença entre os dois autores é qualitativa, porém não os antagoniza, o que poderá ser verificado a seguir.

No que diz respeito às convergências acerca da aprendizagem, temos que: (1) Kandel e Vygotski demonstram que a aprendizagem modifica a memória; (2) a aprendizagem modifica o comportamento; (3) Kandel demonstra que a memória e a aprendizagem envolvem processos interdependentes, ao mesmo tempo em que Vygotski aponta a aprendizagem e o desenvolvimento (inclusive da memória) como processos em unidade; (4) a aprendizagem parte do meio externo, inclusive sociocultural.

A primeira convergência demonstra que, tanto Kandel quanto Vygotsky, compreendem que a aprendizagem é um meio para a modificação da memória. Isto porque o primeiro aponta que a aprendizagem cria novas memórias, ou seja, faz com que novas sinapses sejam criadas e as estruturas neuronais do cérebro sejam modificadas. Ao mesmo tempo, Vygotski demonstra que a aprendizagem proporciona o desenvolvimento psíquico da memória a um nível superior, lógico, consciente e intencional. Isso significa que a aprendizagem, a partir da experiência do indivíduo no mundo e socialmente, promove uma mudança orgânica e psicológica da memória.

Já a segunda convergência explícita que, nas indicações de ambos os autores, a aprendizagem modifica o comportamento: Kandel aponta que a aprendizagem modifica o comportamento do indivíduo por meio dos mecanismos neurais da memória e, Vygotski, demonstra que a aprendizagem modifica o comportamento do indivíduo por meio social e cultural. Um exemplo deste último é o indivíduo passar de um comportamento instintivo para um comportamento intencional, partindo do domínio de sua memória. Observamos, portanto, que essa mudança de comportamento por meio do aprendizado é possível de ser observada, tanto nos mecanismos orgânicos da memória e da aprendizagem,⁹ quanto psicologicamente.

A terceira convergência indica que ambos os autores têm compreensão aproximada no que diz respeito à relação existente entre aprendizagem e memória (ou desenvolvimento). Kandel (2009) deixa evidente que a memória e a aprendizagem são processos interdependentes, pois a aprendizagem depende dos mecanismos biológicos da memória para que ocorra e, ao mesmo tempo, ela modifica a memória. Do mesmo modo, Vygotski (1993, 2006) demonstra que a aprendizagem e o desenvolvimento das funções psíquicas, como a memória, são processos que ocorrem em unidade, já que a

⁹ Habituação, sensibilização e condicionamentos (Kandel, 2009).

aprendizagem impulsiona o desenvolvimento. Verifica-se, desse modo, que há evidências, tanto no âmbito orgânico e biológico quanto no psicológico, dessa dinâmica unidade entre memória e aprendizagem.

A quarta e última convergência refere-se às evidências de que a aprendizagem ocorre a partir do meio externo. Kandel (2009) e Kandel et al (2014) abordam as transformações que os estímulos externos ao indivíduo, incluindo o contexto sociocultural, fazem no cérebro a partir dos mecanismos orgânicos da memória.¹⁰ Outrossim, Vygotski (1993, 2006, 2009) evidencia essas transformações, ao abordar o processo de internalização,¹¹ que ocorre no contexto sociocultural e intersubjetivo em que os seres humanos aprendem. É possível deduzir, portanto, que tanto o que o indivíduo aprende, como sua forma de aprender, a partir de suas experiências sociais, culturais e intersubjetivas, têm impacto diretamente no cérebro, organicamente, além de psicológico.

Considerando os resultados encontrados na pesquisa, verifica-se imprudente e equivocada o antagonismo feito por Silva e Lyra (2017) entre Kandel e Vygotsky no que tange a memória, pois é inegável a complexidade do ser humano em fatores biológicos, psicológicos, sociais, históricos e culturais. Não é possível negar que tanto a memória como a aprendizagem têm, além de fatores psicológicos, um fator biológico, reiterado inclusive pelo próprio Vygotski em suas obras analisadas em nossa pesquisa.

Consideramos que a antagonização entre aspectos orgânicos e aspectos psíquicos do ser humano com a finalidade de escolher qual desses é “mais verdadeiro”, dissociando-os completamente, é contraproducente e falsa, não trazendo nenhum ganho científico e nenhum benefício social, seja em termos educacionais ou de saúde.

Enfim, em concordância com as indicações de Aubert *et al.* (2016), nossa pesquisa realça a inadequação de concepções que se baseiam em uma única disciplina, desprezando o que outros campos de conhecimento têm a contribuir. Nossas análises das obras de Vygotski e de Kandel demonstram que há uma convergência, inclusive entre dados, a respeito da confluência de fatores orgânicos e dos fatores psicológicos estabelecidos na relação entre memória e aprendizagem.

Embora haja uma divergência metodológica e de ponto de partida entre Kandel e Vygotski, a resposta a que chegamos é que a aprendizagem tem o fator social e intersubjetivo como algo importante na experiência humana, provocando um impacto significativo na memória (criação de novas sinapses) do ponto de vista orgânico, e também em seu desenvolvimento psicológico (por meio intersubjetivo). Ou seja, a aprendizagem modifica o indivíduo, principalmente por meio social e intersubjetivo, o que significa que é possível entrever a necessidade de uma educação de máxima qualidade para todas e todos, tal como a concepção da aprendizagem dialógica aponta.

Voltando-nos para os processos de aprendizagem, encontramos em Kandel (2009; 2020) e Kandel *et al.* (2014), informações de que a aprendizagem ocorreria por meio do treino constante da habilidade que se deseja desenvolver, até que se atinja um tal nível de consolidação em que as conexões nervosas referentes a essa habilidade se fortaleçam ao

¹⁰ Plasticidade sináptica (Kandel, 2009).

¹¹ O que é aprendido social e externamente passa a ser interno, a fazer parte da estrutura psicológica individual de cada um (personalidade e identidade).

ponto de ficar registrada na memória de longo prazo. Isso significa que é importante o indivíduo estar envolvido e ativo em sua aprendizagem, exercitando o cérebro ao ouvir, ver ou tocar em um objeto, retirando o cérebro da passividade e da ociosidade, propondo-lhe a resolução de problemas, ao questionar, refletir, escrever e discutir.

Kandel (2009) e Kandel et al. (2014) indicam a existência de um mecanismo cerebral denominado neuroplasticidade, que é a capacidade do cérebro de criar novas conexões entre os neurônios a partir de estímulos e, também, de desfazê-las no caso de pouco uso desses caminhos neurais. Sendo assim, a capacidade de aprender é intrínseca ao ser humano. Os autores deixam clara a necessidade de treino e repetição, recrutando a função de atenção, para que ocorra a aprendizagem, ou seja, para que essas sinapses tenham ligações que fiquem armazenadas na memória de longo prazo.

Essas indicações nos permitem compreender que a afirmação de que seria um neuroedumito acreditar que estudantes teriam um desempenho acadêmico melhor e que outros, gerado a partir do neuromito de que a dominância de um dos hemisférios cerebrais explicaria a tendência de desenvolver habilidades criativas ou habilidades acadêmicas (Racionero-Plaza *et al.*, 2023). Segundo Racionero-Plaza *et al.*, (2023), não há embasamento neurocientífico para tal crença, visto que Kandel (2009) e Kandel *et al.* (2014) demonstraram que diferentes regiões do cérebro são ativadas para armazenar e para evocar uma memória, de forma que determinado estímulo pode ser processado em diferentes regiões do encéfalo.

[...] a circuitaria cerebral tem uma redundância intrínseca. Muitas funções sensoriais, motoras e cognitivas são servidas por mais de um caminho neural - a mesma informação é processada simultânea e paralelamente em diferentes regiões do cérebro. Quando uma região ou caminho é lesionado, as outras podem mostrar-se capazes de compensar essa perda, ao menos parcialmente (Kandel, 2009, p. 141).

Outros dois neuroedumitos propagados indicam que o cérebro se desenvolve completamente nos três primeiros anos de vida, que existem períodos críticos na infância para aprender determinadas habilidades e que dificuldades de aprendizagem associadas ao desenvolvimento não podem ser remediadas pela educação. Estes neuroedumitos são usados para embasar a ideia de que, se determinadas habilidades não forem aprendidas na idade correta, entre os três primeiros anos de vida, ou nos períodos críticos, será muito mais difícil e lento para desenvolver posteriormente.

Racionero-Plaza *et al.* (2023) apontam que neuroedumitos, como os mencionados, partem de uma visão determinista do desenvolvimento que afeta principalmente estudantes com deficiência ou aqueles que tiveram menos oportunidades de aprendizagem, como os que vivem na pobreza. Tal visão aponta para um caminho de menores expectativas, por parte da escola e de professores, em relação ao processo de aprendizagem com os estudantes mencionados, não contribuindo em nada para o desenvolvimento dessas pessoas, nem tampouco para melhorias em suas vidas.

Os estudos neurocientíficos encontraram a existência dos chamados períodos críticos (ou períodos sensíveis), que são definidos como “períodos de tempo em que um

determinado evento biológico provavelmente ocorrerá melhor” (OCDE, 2002, p.75)¹², significando que existem determinadas habilidades que são mais facilmente desenvolvidas quando aprendidas em um período da vida em que há uma maior predisposição biológica do cérebro para tal.

Kandel *et al.* (2014) também apontam que “[...] experiências precoces definem um espectro de capacidades mentais humanas, da capacidade de compreender aquilo que é visualizado à capacidade de estabelecer interações sociais adequadas” (p. 1099). Contudo, existem “[...] evidências recentes de que os períodos críticos podem ser menos restritivos do que se acreditava; em alguns casos, podem ser prolongados ou mesmo “reabertos”, ocasionando no aumento da plasticidade cerebral e, conseqüentemente, facilitando o aprendizado de determinadas habilidades (p. 1099).

Os autores indicam ainda que há fortes indícios de que “o contexto comportamental afeta a capacidade de reorganização do sistema nervoso” (Kandel *et al.*, 2014, p. 1116), o que implica, novamente, que a experiência e o estímulo comportamental podem afetar positivamente a “reabertura” de períodos críticos. Ou seja, a aprendizagem e o desenvolvimento do ser humano não são determinísticos e nem estanques, mas fluem de acordo com estímulos sociais que, no caso da educação formal, devem ser intencionais, mediados e não espontâneos, e com repetições regulares.

Enfim, a partir dos resultados obtidos em nossa pesquisa, podemos afirmar a potencialidade que pode ser oferecida pela neurociência à educação, especialmente para compreensão da base biológica de funções psicológicas, como a memória, e, por conseguinte da aprendizagem. Nesse entendimento, reforçamos as interações sociais, que ocorrem em instituições educativas como a escola, reafirmando-a como espaço de cultura e desenvolvimento humano.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa teve, como objetivo, analisar obras de dois cientistas de campos diferentes, Eric Kandel, da neurociência, e Vygotski, da psicologia, buscando compreender como os autores concebem a aprendizagem e a memória em seus estudos e se seria possível haver convergências entre ambos, bem como divergências de pensamento.

Identificamos que há confluências entre Kandel e Vygotski, ainda que sejam cientistas de campos diferentes, demonstrando que por meio da experiência o ser humano é capaz de aprender e se desenvolver. Nesse sentido, o ser humano tem uma característica importante que é a potencialização do aprendizado e do desenvolvimento por meio social, mediado, intersubjetivo, e através de memórias compartilhadas. Destacamos, além disso, a importância do treino e da repetição para que o aprendizado de algo seja armazenado em nossa memória de longo prazo e seja duradouro.

Considerando os resultados obtidos e as indicações da presença de neuroeducadores na formação de educadores, muitas vezes reforçados por programas de formação inicial

¹² Texto original: “time frame in which a particular biological event is likely to occur best”(OCDE, 2002, p.75).

e continuada, afirmamos que a formação deve se basear na ciência, tanto no campo da educação quanto na interlocução com o campo da neurociência. Alertamos que os achados da neurociência não devem ser transferidos para a sala de aula, de forma direta e irresponsável, haja vista que a educação também é uma área complexa e que é alvo de estudos de diversos outros campos da ciência (pedagogia, psicologia, sociologia etc.). Nesse sentido, o enfoque de uma socioneurociência pode contribuir com pesquisas de alta relevância no que diz respeito a uma atuação docente baseada em evidências científicas.

7. REFERÊNCIAS

AUBERT, A. *et al.* **Aprendizagem Dialógica na Sociedade da Informação**. Tradução: Paula Ladeira Prates. São Carlos: EdUFSCar, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís A. Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2012.

CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Qual o papel que a memória de trabalho exerce na aprendizagem da matemática? **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 42B, p. 627-647, abr. 2012.

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 28, e280010, p. 1-22. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/ZPmWbM6n7JN5vbfj8hfbyfK/?lang=pt> Acesso em: 20 mar. 2026.

CRESPI, L.; NORO, D.; NÓBILE, M. F. Desenvolvimento na primeira infância: Convergindo Neurociências e Educação. **Contexto e Educação**, v. 38, n. 120, e10970, p. 1-22. 2023.

DEKKER, S. *et al.* Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. **Frontiers in Psychology**, vol. 3, n. 429, p. 1-8, out. 2012. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2012.00429/full> Acesso em 19 mar. 2026.

GAVIRIA, T. O.; FITZGERALD, O. S. Análisis del funcionamiento de la memoria operativa en niños con trastornos en el aprendizaje. **Acta Colombiana de Psicología**, v.17, n. 2, p. 81-90, maio 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-91552014000200009&lng=en&nrm=iso Acesso em: 16 mar. 2026.

GÓMEZ, A.; PUIGVERT, L.; FLECHA, R. Critical Communicative Methodology: Informing Real Social Transformation Through Research. **Qualitative Inquiry**. v. 17, n. 3, 2011, p. 235 –245. Disponível em: Critical Communicative Methodology: Informing Real Social Transformation Through Research. Acesso em: 12 mar. 2026.

KANDEL, E. R. **Em busca da memória**: o nascimento de uma nova ciência da mente. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

KANDEL, E. R. Memória, o reservatório do self: demência. In: KANDEL, E. R. **Mentes diferentes: o que cérebros incomuns revelam sobre nós**. Tradução: Paulo Laino Cândido. 1. ed. Barueri: Manole, 2020. p. 92-112.

KANDEL, E. R. *et al.* **Princípios de Neurociências**. Tradução: Ana Lúcia Severo Rodrigues *et al.* 5 ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014. p. 1256-1273.

MALLART, L. P. *et al.* Socioneuroscience and its contributions to conscious versus unconscious volition and control: The case of gender violence prevention. **AIMS Neuroscience**, v. 6, n. 3, p. 204–218. 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7179364/> Acesso em 19 mar. 2026.

MENEZES, A. R. de; SILVA, F. F. da. Articulação entre neurociência e educação: um olhar para a produção teórica. **E-Mosaicos**, v. 11, n. 26, p. 72-86. 2022. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/48026> Acesso em: 19 mar. 2026.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MELO, L. B. R. Integração de Três Conceitos: Função Executiva, Memória de Trabalho e Aprendizado. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 309-314, jul./set. 2011.

NAMPO, D. S. O.; CAETANO, R. S.; BEZERRA, R. C. Fatores fundamentados pela Neurociência Cognitiva no ensino e aprendizagem da matemática: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.8, p.55786-55796, ago. 2022.

OCDE. **Understanding the brain: towards a new learning science**. 2002. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/understanding-the-brain_9789264174986-en.html. Acesso em: 13 jan. 2025.

OLALLA, C. E. S.; LUKASOVA, K. Avaliação de um jogo digital com treino de memória de trabalho para alfabetização em crianças no ensino fundamental. **Informática na Educação: teoria & prática**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 74-91, 2019.

RACIONERO, S.; PADRÓS, M. The Dialogic Turn in Educational Psychology. **Revista de Psicodidáctica**, v. 15, n. 2, 2010, p. 143-162. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/175/17517246001.pdf>. Acesso em 13 mar. 2026.

RACIONERO-PLAZA, S. *et al.* Neuroedumyhts: A Contribution from Socioneuroscience to the Right to Education for All. **Qualitative Research in Education**, vol.12, n.1, p. 1-24, fev. 2023. Disponível em: <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/qre/article/view/10795> Acesso em 19 mar. 2026.

RODRIGUES, P. F. S. Processos Cognitivos Visuoespaciais e Ambiente Visual Circundante: Implicações Educacionais. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 1-10, out. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/5TQh3wGZcrCVJyLbydCdWnK/?lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2026.

ROSSI, Luana A. **Memória e aprendizagem dialógica**: uma abordagem interdisciplinar. Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Pedagogia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 81. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16775>. Acesso em: 20 mar. 2026.

SALVADOR, A. D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1970, 229 p.

SILVA, J. R. R. T. da; LYRA, M. da. C. D. P. de. Rememoração: contribuições para a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo. v. 21, n. 1, p. 33-40, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/yHv7mZTcknjvTQYzQBRWvMH/?lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2026.

SILVA, P. A. da; SANTOS, F. H. dos. Discalculia do Desenvolvimento: Avaliação da Representação Numérica pela ZAREKI-R. **Psic.: Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 169-177, abr./jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/NxVNZNvr8JJybDHS55jWJFC/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2026.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. L. A. dos; SANTOS, A. de S. A neurociência e a educação: abordagem sobre memória e emoções no processo de aprendizagem. **Educação**, v. 49, p. 1-21. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/72088>. Acesso em: 19 mar. 2026.

SIQUARA, G. M.; DAZZANI, M. V. M.; ABREU, N. Tarefas que avaliam a memória operacional na infância e adolescência: Uma revisão sistemática da literatura. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 19, n. 4, p. 258-267, out./ dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epsic/a/VZJxYbNZNVZTzKMSYCTrQFj/?lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2026.

VYGOTSKI, L. S. **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores**. 3ª ed. Barcelona: Crítica, 2009. 226 p.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. 2ª ed. Madrid: Machado Libros, 2006. Psicologia infantil. (Colección Aprendizaje. Tomo IV).

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. 2ª ed. Madrid: Visor, 2000. Problemas del desarrollo de la psique. (Colección Aprendizaje. Tomo III).

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Madrid: Aprendizaje Visor, 1993, v. 2. Problemas de psicología general. (Colección Aprendizaje. Tomo II).

VYGOTSKII, L.S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 228 p. (Coleção Educação Crítica).