

TODO CÉREBRO APRENDE? NEUROPLASTICIDADE, COGNIÇÃO E CONDIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM

*Maria Carmem Silva Batistar**

RESUMO

Este artigo discute, em perspectiva teórica e interdisciplinar, a proposição de que todo cérebro aprende, tomando a neuroplasticidade como fundamento para compreender a aprendizagem como processo de transformação dependente da experiência. Foram incorporados estudos publicados em periódicos de elevada circulação científica. A análise sustenta que a aprendizagem não pode ser reduzida à aquisição de informações nem explicada por uma relação linear entre estrutura cerebral e desempenho escolar, pois aprender envolve alterações na atividade e conectividade de redes neurais e reorganização progressiva de estratégias, em interação com fatores biológicos, psicológicos, pedagógicos e socioculturais. A principal contribuição do artigo consiste em propor uma leitura da neuroplasticidade que preserve simultaneamente potencial, limites, contexto e responsabilidade institucional.

Palavras-chave: neuroplasticidade; cérebro; aprendizagem.

DOES EVERY BRAIN LEARN? NEUROPLASTICITY, COGNITION, AND CONDITIONS FOR LEARNING

ABSTRACT

This article discusses, from a theoretical and interdisciplinary perspective, the proposition that every brain learns, taking neuroplasticity as the foundation for understanding learning as an

* Doutora em Letras pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Professora da Faculdade de Educação (UERN). Coordenadora do grupo de pesquisa GEPELT (UERN). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9660-8018>. Correio eletrônico: mariacarmem@uern.br.

experience-dependent process of transformation. Studies published in high-impact scientific journals were incorporated. The analysis argues that learning cannot be reduced to the acquisition of information nor explained by a linear relationship between brain structure and academic performance, as learning involves changes in the activity and connectivity of neural networks and the progressive reorganization of strategies, in interaction with biological, psychological, pedagogical, and sociocultural factors. The article's main contribution lies in proposing an interpretation of neuroplasticity that simultaneously acknowledges potential, limitations, context, and institutional responsibility.

Keywords: *neuroplasticity; brain; learning.*

¿TODO CEREBRO APRENDE?

NEUROPLASTICIDAD, COGNICIÓN Y CONDICIONES PARA EL APRENDIZAJE

RESUMEN

Este artículo aborda, desde una perspectiva teórica e interdisciplinaria, la premisa de que todo cerebro aprende, tomando la neuroplasticidad como fundamento para comprender el aprendizaje como un proceso de transformación dependiente de la experiencia. Se han incorporado estudios publicados en revistas de alto impacto científico. El análisis sostiene que el aprendizaje no puede reducirse a la adquisición de información ni explicarse mediante una relación lineal entre la estructura cerebral y el rendimiento escolar, ya que aprender implica cambios en la actividad y la conectividad de las redes neuronales, así como una reorganización progresiva de estrategias, en interacción con factores biológicos, psicológicos, pedagógicos y socioculturales. La principal contribución del artículo consiste en proponer una interpretación de la neuroplasticidad que contemple simultáneamente el potencial, los límites, el contexto y la responsabilidad institucional.

Palabras clave: *neuroplasticidad; cerebro; aprendizaje.*

1 INTRODUÇÃO

A pergunta “todo cérebro aprende?” ultrapassa a dimensão estritamente biológica, especialmente por envolver uma questão epistemológica sobre o que significa aprender, uma questão pedagógica sobre como se organizam experiências de ensino e uma questão ética sobre quais condições uma sociedade oferece para que crianças e adolescentes desenvolvam suas capacidades.

É certo que o cérebro não funciona como um recipiente que recebe informações, mas sim como um sistema dinâmico que seleciona, integra, atualiza, compara e reorganiza representações. E, nesse processo, conhecimentos prévios, atenção, memória, motivação, emoção e controle executivo participam de forma articulada, por isso a necessidade de compreender neuroplasticidade, funções cognitivas superiores e sua relação com as práticas pedagógicas (Costa, 2023).

Dessarte, precisamos compreender que é um fator imprescindível, quando falamos em aprendizagem, a convicção que todos somos capazes de aprender, ainda que seja cada um em seu tempo e dentro de suas limitações, ou seja, todo cérebro é capaz, em maior ou menor medida, de aprender. Para tanto, é necessário compreender que o cérebro é uma estrutura anátomo-morfológicamente complexa, responsável por controlar todo o funcionamento do nosso corpo, inclusive a maneira como aprendemos.

Essa estrutura complexa do cérebro, em especial os neurônios e neuroglias (também conhecidas por células da glia) são capazes, por meio das sinapses, de criar redes neurais nas quais se cristalizam os conhecimentos que adquirimos durante toda nossa vida. Já as sinapses são as ligações comunicacionais entre um neurônio e outro, e são as causadoras das transformações que podem ser maximizadas e treinadas.

O que nos leva a compreender que os neurônios são células nervosas fundamentais para o controle, o equilíbrio e o desenvolvimento corporal, comportamental e cognitivo do ser humano. Tendo em vista que são células nervosas presentes na composição do sistema nervoso que constitui o cérebro humano e que, por sua vez, é a rota para as instruções que possibilitam a execução precisa das atividades por nosso corpo.

Assim, quando dizemos que todo cérebro aprende, estamos ressaltando a eficiência desse sistema e fazendo referências à capacidade que o cérebro tem de se adaptar, como também a sua característica muito singular de se reorganizar, se modificar, se transformar, ou seja, estamos falando da neuroplasticidade em cena.

Para Relvas (2012, p. 118),

a plasticidade cerebral pode ser aplicada à educação, considerando a tendência do sistema nervoso em ajustar-se diante das influências ambientais durante o desenvolvimento infantil, ou na fase adulta, restabelecendo e restaurando funções desorganizadas por condições patológicas. Em síntese, é preciso ressaltar os vínculos dos fenômenos plásticos cerebrais com o desenvolvimento do sistema nervoso na sua compreensão histórica-educativa, observando-se a capacidade de resposta compensatória diante não apenas das lesões patológicas mas também das influências externas, concluindo-se que a plasticidade cerebral pode ser encarada sob vários ângulos, seja mediante abordagem experimental (que é a mais comum), seja na perspectiva mais concreta da existência e expressão funcional do sistema nervoso, como, por exemplo, motricidade, percepção e linguagem.

Nesse ínterim, compreendemos que o nosso processo de aprendizagem se dá, em grande medida, pela neuroplasticidade, sendo possível inferir que todo ser humano dotado de um cérebro é capaz de aprender. E, dentro dessa perspectiva, devemos considerar limitações, capacidades cognitivas prévias, ambientes sociais, estímulos, composição biológica, interações sociais e individuais, linguagem, métodos de ensino, dentre outros aspectos.

Tendo em vista que a aprendizagem acontece por meio das modificações sinápticas das redes neurais, ou seja, é uma reestruturação irreversível e acumulável, isso faz com que seja imprescindível a memória, já que o aprendizado no futuro depende diretamente do que se acumulou até o momento em que se depara com algo novo para se conhecer (Bridi Filho; Bridi; Rotta, 2018).

É importante observar e considerar que a aprendizagem muda de pessoa para pessoa e que, por isso, se faz importante ponderar eixos como: atenção, concentração, prática, contexto, recompensa e desafios, experiências, vivências e desafios, por exemplo. Cada eixo desse é processado de forma diferente por cada um de nós e gera formas diferentes de aprendizagem.

Sendo assim, quanto mais partes do cérebro forem acionadas, no momento da aprendizagem, mais fácil será o aprendizado! Esses são alguns vieses de como nosso cérebro aprende.

2 O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: RAZÃO DE SER DA ESCOLA

Na contemporaneidade pensar o ensino é pensar a aprendizagem e ao debater sobre a aprendizagem e o ensino precisamos entender o que realmente constitui esse processo. Sabemos, inicialmente, que estão presentes nesse processo os alunos e os professores, no entanto, as ferramentas, os instrumentos, os recursos, as metodologias diferem de acordo com o conteúdo a ser trabalhado, o ambiente e a estrutura em que acontece, e principalmente, as

relações e interações sociais que ali se manifestam, bem como os transtornos de aprendizagem presentes.

Sendo assim, iniciamos por tratar da compreensão dos sujeitos que compõem esse processo de forma mais direta e imediata: alunos e professores. Os alunos, seres racionais e complexos, assim como os professores, vivem, experienciam, pensam, sentem e apresentam expectativas diversas, são motivados, incentivados a partir de vários processos, interesses e relações vivenciadas.

Podemos afirmar que uma compreensão do processo de ensino-aprendizagem está vinculada a uma teoria psicológica desse processo, tendo em vista que a teoria apresenta como o processo ensino e aprendizagem é compreendido e exercido na sala de aula. Assim, se faz necessário, ainda que de forma breve, apresentarmos algumas concepções teóricas que se apoiam em diferentes visões de homem, vinculadas a uma percepção de mundo existente em um dado momento histórico: inatismo, ambientalismo e interacionismo.

Pertinente ao inatismo sabemos que esta teoria parte do pressuposto de que o homem já nasce praticamente pronto para o mundo, podendo apenas ser aprimorado pelo ambiente em que vive. As origens dessa concepção podem ser encontradas na filosofia idealista, na Teoria Evolucionista de Darwin e até na Teologia, como nos afirmam Davis e Oliveira (2015, p. 27):

as origens da posição inatista podem ser encontradas, de um lado, na Teologia: Deus, de um só ato, criou cada homem em sua forma definitiva. Após o nascimento, nada mais haveria a fazer, pois o bebê já teria em si os germes do homem que viria a ser. O destino individual de cada criança já estaria determinado pela “graça divina”.

Ou seja, o inatismo apresenta o ser humano como um sujeito estático, sem possibilidade de transformações. Desta forma, quando o homem nasce, sua personalidade, valores, hábitos, crenças, pensamento, emoções e conduta social já estão definidos, uma vez que toda a atividade de conhecimento é exclusiva do sujeito, o meio não participa dela.

Por compreender que a educação não se altera nas determinações inatas, podemos inferir que essa concepção traz prejuízos à escola, uma vez que o ambiente em que a criança vive não interfere no que ela vai aprender. Além do que, no olhar inatista, os conteúdos não precisam se relacionar com o aluno e sua realidade social, mas sim serem transmitidos de forma uniforme a todos, por igual, não respeitando as diferenças de cada um, consequentemente os transtornos de aprendizagem não são levados em conta.

O professor, por sua vez, é um inculcador de valores das gerações mais velhas para as gerações mais novas, com uma prática espontaneísta, sem desafios, considerando apenas que cada indivíduo tem seu talento, dom ou aptidão própria.

Quanto ao processo ensino-aprendizagem, essa teoria afirma que o mesmo se dá quase totalmente de forma natural, sem necessidade de aprimorar conteúdos, produzir conhecimentos ou construir algo novo, pois, como o homem já nasce pronto, o que pode acontecer é apenas um aprimoramento do que ele é ou virá a ser.

Como bem nos coloca, Davis e Oliveira (2015, p. 29),

[...] o ditado popular “pau que nasce torto morre torto” expressa bem a concepção inatista, que ainda hoje aparece na escola, camuflada sob o disfarce das aptidões, da prontidão e do coeficiente de inteligência. Tal concepção gera preconceitos prejudiciais ao trabalho em sala de aula.

Outra concepção que serve de suporte para muitas ações realizadas na escola é a ambientalista. Divergindo da concepção supracitada, essa atribui ao ambiente um poder quase que exclusivo de formador e transformador do homem. Tal abordagem tem sua origem nas correntes filosóficas empirista positivista e racionalista, que tem como principais representantes Bacon, Hobbes, Watson e Skinner. De acordo com os empiristas todo conhecimento é obtido através das experiências vividas pelo sujeito no meio em que se encontra.

Nesse âmbito, temos na psicologia, um grande defensor dessa concepção teórica, Skinner que, em seus estudos e experimentos, explica os comportamentos observáveis do sujeito, mas deixa de lado outros aspectos do ser humano como o raciocínio, desejos, fantasias e sentimentos.

Destarte, os ambientalistas defendem a ideia de que é possível controlar o comportamento manipulando-se os elementos que se encontram no ambiente, ou seja, as mudanças no comportamento podem ser provocadas de diversas formas:

uma delas requer uma análise das consequências ou resultados que o mesmo produz no ambiente. As consequências positivas são chamadas de reforçamento e provocam um aumento na frequência com que o comportamento aparece... já as consequências negativas recebem o nome de punição e levam a uma diminuição na frequência com que certos comportamentos ocorrem... Quando um comportamento é absolutamente inadequado e se considera desejável eliminá-lo totalmente do repertório de comportamentos de um certo indivíduo, usa-se o procedimento dito de extinção (Davis; Oliveira, 2015, p. 31-32).

Percebemos assim, que a aprendizagem, nessa concepção, está ligada à experiência, a prática e a experimentação. O comportamento se modifica como resultado dessa experiência, que é preciso ser planejada e direcionada para os objetivos que se pretende atingir.

É fato que por muito tempo foi essa concepção que serviu de base para as práticas educativas voltadas para a supervalorização do ensino e da escola, compreendendo o aluno como vazio, sem qualquer conhecimento anterior. E nesse contexto predominava a verdade da

escola, transmitida pela sabedoria do professor ao aluno, que apenas recebe, executa o que lhe é ensinado. A velha visão de aluno enquanto “banco para depósito” ou “folha em branco!

Talvez, ainda hoje, ressoe em algumas práticas escolares marcas dessa visão de ensino e aprendizagem, talvez quando se valoriza apenas o trabalho individual, a disciplina, a memorização e as notas, talvez quando se considere o professor como o único capaz de avaliar e julgar o conhecimento e o comportamento de cada aluno, estejamos com o olhar imbuído dessa teoria. Apenas, talvez!

Outrossim, na concepção ambientalista a aprendizagem é ocasionada por repetições sistematizadas de exercícios de fixação e cópias. Os conteúdos, a metodologia e os recursos didáticos não precisam se relacionar com a realidade do aluno e, conseqüentemente, não o torna envolvido no processo, assim não o faz construtor de conhecimentos, o que favorece o seu distanciamento do conhecimento elaborado, sistematizado, que é transmitido pela escola.

Nessa percepção, Rego (2014, p.92) faz uma análise das abordagens inatista e ambientalista, que vale salientar:

é bastante curioso observar como abordagens tão distintas, como inatismo e ambientalismo, baseadas em pressupostos epistemológicos tão diferentes, podem ser utilizadas para justificar uma mesma perspectiva pedagógica: o espontaneísmo. Esta identificação se dá na medida em que ambas reforçam a ideia de um determinismo prévio (por razões inatas ou adquiridas), que acarreta uma espécie de perplexidade e imobilismo do sistema educacional. A escola se vê, assim, desvalorizada e isenta de cumprir o seu papel de possibilitadora e desafiadora (ainda que não exclusiva) do processo de constituição do sujeito, do ponto de vista do seu comportamento de um modo geral e da construção de conhecimentos.

Ou seja, podemos entender que esta concepção não está preocupada em explicar os processos através dos quais se dá o raciocínio do aluno, nem em entender o desenvolvimento cognitivo, mas sim na experiência, elemento fundacional do conhecimento. Haja vista que todo aprendizado vem exclusivamente das experiências sensoriais e do contato com o mundo externo.

Tentamos fazer um breve levantamento das concepções mais gerais que tentam explicar o processo ensino-aprendizagem de formas diversas, para que possamos compreender a concepção adotada por nós, que é de uma perspectiva interacionista, baseada nos estudos realizados por Vygotsky, numa visão histórico-social.

Antes de trazermos essa concepção, faz-se necessário retomar a compreensão anterior de escola, que é de mera transmissora do saber acumulado de geração a geração. Essa compreensão de escola levou, durante muito tempo, a separação do ensino e da aprendizagem, reforçando uma distância entre o saber científico e o saber adquirido nas relações sociais que se estabelecem com os indivíduos, que vão além dos muros escolares. O saber era de uns (os professores) e a aprendizagem de outros (os alunos), receptores passivos

desse jogo de ensinar e aprender.

No entanto, quando a escola não corresponde aos anseios da sociedade em que está inserida, exige-se mudanças na compreensão desse processo. Foi nesse pensar que o aluno passou a ser visto como um ser ativo e social, que vive e se relaciona com outros e por isso, ao chegar na escola, já traz conhecimentos que precisam ser levados em conta, para que assim, a escola faça sentido e possa servir de mediadora entre o mundo objetivo, real, concreto e o mundo pretendido, em que todos sejam integrantes e atuantes críticos, conscientes de que são formadores da própria história.

A partir desse olhar, é que se evidencia a concepção interacionista de Vygotsky. Para esse teórico, o desenvolvimento da criança deve ser examinado a partir do mundo social em que ela faz parte, porque as habilidades cognitivas e linguísticas aparecem inicialmente, no plano social e depois no plano psicológico.

Partindo daí, Vygotsky fornece uma nova compreensão de aprendizagem e introduz a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) definida como

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1989, p. 97).

Ou seja, o ensino passa a ser uma assistência ao desempenho do aluno em sua atuação pela zona de desenvolvimento proximal. Percebemos, com isso, que para Vygotsky (1989) a escola deve proporcionar situações em que todos os envolvidos no processo participem, em que a autoridade não se imponha, em que se entenda que as pessoas ao se interagirem se influenciam, sendo a aprendizagem vista como um processo de cooperação entre sujeitos.

Dessa forma, todos os envolvidos no processo são responsáveis e, como tal, atuantes, na busca pela consolidação dos objetivos educacionais. Ele ressalta a escola como um local da produção social de signos e a linguagem como meio de consolidar a construção de ambientes educacionais propícios à criação, descoberta e apropriação do científico produzido pelo homem em toda a sua história.

Ora, tal como os homens historicamente criam e usam instrumentos na sua relação com a sua natureza, com o fim de transformá-la, dominá-la assim também criam e usam, no curso da história, os signos – a linguagem, a escrita, os números –, através dos quais internalizam a cultura e se tornam capazes de agir como sujeitos históricos produtores de cultura. A linguagem desempenha aqui um papel essencial, por ser construída da consciência e organizadora da ação humana (Kramer, 2003, p. 90).

Não estamos falando mais de uma escola que distancia o ensino do aprendizado, mas de uma escola que considera o ensino-aprendizagem como um processo que se constrói no dia a dia, que se consolida com a interação dos que participam desse processo, que com a aceitação do aprendizado externo, das relações sociais que se estabelecem fora da escola forma um aparato de conhecimentos que serão úteis ao aprendiz.

Essa escola mencionada agora interliga todas as disciplinas escolares, possui um projeto pedagógico, sabe para onde ir e como ir, reconhece todas as atividades da escola e seus sujeitos como participantes do processo ensino-aprendizagem, sendo a atividade pedagógica um ato de mediação.

Assim esclarecem Luria, Leontiev, Vygotsky *et al.* (1991, p. 10):

a partir do momento em que um problema fundamental do processo educativo é o da formação social e da formação individual, ligadas entre si por uma relação dialética, deduz-se que a comunicação no interior dos grupos de estudantes adquire a máxima importância. Uma “classe” não é um grupo passivo de ouvintes pouco interessados e “dominados” por um professor, mas sim, pelo contrário, um “coletivo”, um grupo de pessoas eu, interagindo entre si, têm um único objetivo.

Dessa forma, o processo educativo considera a comunicação como fator do desenvolvimento mental, sendo importante esse processo acontecer com outros colegas de sala de aula, por exemplo, para a partir de então, cada um tomar consciência do que está sendo aprendido com clareza, contradições e de como pode ser interpretado e utilizado para explicar outros aspectos da realidade, mas para que isso ocorra, a comunicação deve ser adequada ao nível de cada aprendiz em um processo construtivo do conhecimento.

Nessa compreensão de ensino e de aprendizagem, interessam as diferenças, interessam os transtornos de aprendizagem pois são colocados em cena para que professor e aluno dialoguem, conheçam-se e juntos possam caminhar em busca da aquisição construtiva do conhecimento, como partícipes, protagonistas do processo.

Tantas outras teorias da aprendizagem foram construídas e designadas como capazes de inserirem no processo de ensino e de aprendizagem o fazer contínuo, ligado ao desenvolvimento cognitivo, social, mas também envolvendo emoções, sentimentos, discursos que perpassam não só o espaço instituído do aprender que é considerado a instituição escolar, estabelecendo relações contínuas com os outros e outras esferas de apropriação de conhecimentos mediadas pelo professor que utiliza diversas ferramentas para que esse processo aconteça de forma ampla, global e individual, e aqui incluímos as tecnologias de informação e comunicação como capazes de apoiarem e serem úteis como instrumentos pedagógicos de mediação.

3 NEUROPLASTICIDADE E A POSSIBILIDADE DE APRENDER

Sabemos que a neuroplasticidade pode ser compreendida como a capacidade do sistema nervoso de modificar sua organização funcional e estrutural em resposta à experiência, à atividade, ao desenvolvimento e às demandas do ambiente. A plasticidade manifesta-se em diferentes escalas, desde alterações na eficácia sináptica até mudanças na conectividade entre redes.

Aprender implica, portanto, uma transformação do sistema que aprende: conhecimentos e procedimentos que inicialmente exigem elevado controle consciente podem tornar-se mais estáveis, eficientes e acessíveis à medida que são praticados e integrados a redes de conhecimento.

Entretanto, plasticidade não significa ilimitabilidade. O cérebro é plástico, mas não infinitamente maleável. Idade, história de aprendizagem, condições sensoriais, saúde, sono, estresse, motivação, conhecimento prévio e qualidade da experiência interferem no modo como a mudança ocorre.

A plasticidade pode ser adaptativa, compensatória ou pouco funcional, por isso, a afirmação “todo cérebro aprende” precisa ser interpretada com precisão: todos os cérebros humanos possuem capacidade de mudança, mas a extensão, o ritmo, as estratégias e os resultados dessa mudança são variáveis.

Nesse ínterim, a literatura contemporânea também evidencia que a plasticidade deve ser compreendida em relação ao contexto. Em estudo publicado na JAMA Pediatrics, recursos psicossociais ambientais no primeiro ano de vida foram associados a trajetórias mais favoráveis de desenvolvimento cerebral e cognitivo (Luby *et al.*, 2024). O resultado não autoriza afirmar causalidade simples entre um único fator ambiental e o desempenho futuro; ele sustenta, contudo, a interpretação de que o desenvolvimento neural ocorre em sistemas ecológicos nos quais relações, recursos e experiências constituem condições relevantes para o desenvolvimento.

Assim, do ponto de vista educacional, a plasticidade oferece uma base para expectativas elevadas e realistas. Se o cérebro pode mudar em função da experiência, a escola não deve tratar o desempenho atual como destino. Por outro lado, reconhecer plasticidade não permite responsabilizar exclusivamente o estudante pelo próprio desenvolvimento. A possibilidade de mudança depende de oportunidades concretas, qualidade da instrução, tempo de prática,

feedback, condições emocionais e materiais e acesso a experiências culturalmente significativas.

Aprender não corresponde à ativação isolada de uma região cerebral. Processos cognitivos complexos emergem da coordenação de redes distribuídas que articulam percepção, memória, linguagem, controle executivo, emoção e ação.

A leitura, por exemplo, requer integração entre processamento visual, linguagem, acesso lexical, conhecimento semântico, memória de trabalho e monitoramento da compreensão. Resolver um problema matemático exige representação, recuperação de conhecimentos, seleção de estratégias, inibição de respostas inadequadas e monitoramento de resultados.

E a memória possui papel central nesse processo, isso é fato. A aprendizagem duradoura depende da passagem de informações por sistemas de memória de trabalho e de sua integração progressiva com conhecimentos armazenados. Quanto maior a quantidade de conhecimentos bem consolidados em memória de longo prazo, menor tende a ser a carga necessária para determinadas operações, permitindo ao aprendiz dedicar recursos a relações mais complexas. Isso explica por que ensinar conteúdo não é incompatível com desenvolver autonomia: conhecimento prévio é uma condição para que a autonomia cognitiva se amplie.

Em relação a atenção, podemos considerar que esta também não deve ser tratada como recurso ilimitado. Ela é modulada pela relevância da tarefa, novidade, emoção, fadiga, contexto e objetivos. O ensino precisa reduzir demandas irrelevantes e destacar aquilo que é cognitivamente essencial. E as pesquisas recentes do Brasil, sobre neurociência e aprendizagem, enfatiza justamente a relação entre atenção, memória, motivação, emoções e funções executivas, indicando que tais processos precisam ser considerados na organização pedagógica (Costa, 2023).

Assim, não podemos deixar de mencionar as funções executivas, pois são elas que permitem manter metas, inibir respostas, atualizar informações, planejar e adaptar estratégias. Seu desenvolvimento é prolongado e ocorre em interação com experiências. A pesquisa contemporânea reforça que desenvolvimento cognitivo não pode ser separado de condições de vida.

Xiao *et al.* (2023), por exemplo, demonstraram que padrões de determinantes sociais da saúde se associam a diferentes perfis de cognição e saúde infantil. A implicação educacional é importante: dificuldades de desempenho não podem ser interpretadas exclusivamente como propriedades internas do estudante.

Por fim, não menos importante, nem menos necessário, queremos destacar a emoção, que por sua vez, não é um componente externo à cognição, pois estados emocionais interferem na seleção atencional, na motivação e na persistência. Segurança, pertencimento e previsibilidade podem favorecer a participação em tarefas desafiadoras, enquanto estresse intenso ou persistente pode comprometer recursos necessários à aprendizagem. O papel da escola não é transformar a sala de aula em ambiente terapêutico, mas construir condições relacionais que permitam ao estudante participar, errar, revisar estratégias e persistir.

Ou seja, o desenvolvimento cerebral é um processo prolongado, dinâmico e sensível ao ambiente. A infância constitui período de intensa reorganização, mas a capacidade de aprender não desaparece com o avanço da idade. Ao longo do ciclo vital, novas experiências podem produzir adaptações, embora os mecanismos e a velocidade de mudança variem conforme a tarefa e a história individual.

4 CONCLUSÃO

Destarte, inferimos que os recentes estudos são particularmente relevantes porque deslocam a discussão de uma visão individualizada do cérebro para uma perspectiva desenvolvimental e ecológica. Nesse sentido, Michael *et al.* (2024) investigaram a temporalidade das associações entre práticas parentais, arquitetura cerebral e mental, evidenciando que relações e experiências ambientais se articulam ao desenvolvimento de estruturas e trajetórias cerebrais.

Já Yu, Haynie, Gilman *et al.* (2024), em grande amostra longitudinal, encontraram associações entre diferentes padrões de adversidade e indicadores neurocognitivos. Esses achados reforçam a necessidade de interpretar o cérebro em contexto.

A pesquisa nacional converge com essa perspectiva. Em estudo brasileiro publicado em periódico da área de avaliação de políticas públicas educacionais, foram identificadas pesquisas que articulam neurociência, pobreza, estresse precoce, funções executivas, práticas pedagógicas e desenho universal, mas também foi observado número reduzido de estudos nacionais diretamente voltados à interface entre neurociência e práticas escolares. Essa lacuna é relevante porque a maior parte da produção neurocientífica ainda se concentra em contextos e populações que não representam integralmente a diversidade das escolas brasileiras.

Em educação, essa perspectiva implica compreender o ambiente como parte da arquitetura da aprendizagem. Tempo disponível, qualidade das interações, materiais,

oportunidades de linguagem, sono, alimentação, segurança e acesso a experiências culturais não são elementos periféricos, mas sim, elementos que constituem condições que podem favorecer ou restringir a possibilidade de o estudante utilizar plenamente seus recursos cognitivos.

REFERÊNCIAS

- BRIDI FILHO, César Augusto; BRIDI, Fabiane Romano de Souza; ROTTA, Newra Tellechea (org.). **Plasticidade cerebral e aprendizagem**: abordagem multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed. 2018.
- DAVIS, Cláudia; OLIVEIRA, Zilma M.R. **Psicologia na educação**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2015.
- JAMA PEDIATRICS, n. 178, p. 678 - 687, jul. 2024. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2024.1318.
- LURIA, A. R.; LEONTIEV, A.; VYGOTSKY L. S. *et al.* **Psicologia e pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Moraes, 1991.
- MICHAEL, C.; MENDONÇA-GOMES, J. M.; DEPAOLO, C. W.; DI CRISTOFANO, A.; DE OLIVEIRA, S. **Um modelo de xenotransplante de zebrafish de câncer anaplásico da tireoide para estudar o microambiente tumoral e as interações de células imunes inatas in vivo**: câncer relacionado ao endocrinologista. 2024.
- PEREIRA, L. B. **A dança dos neurônios**: ensaio para uma educação complexa. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- PICCINATO, Ricardo. **Para aprender a neurociência**: conceitos fundamentais para compreender o funcionamento do cérebro e seus distúrbios. Bauru, SP: Editora Alto Astral, 2020.
- RELVAS, Marta P. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak editora, 2012.
- REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- SANTOS, Rocilene O. **Estrutura e funções do córtex cerebral**. Monografia (Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2002. p. 34.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- YU, J.; PATEL, R. A.; HAYNIE, D. L. *et al.* Experiências adversas na infância e mortalidade prematura até a meia-idade: um estudo prospectivo de cinco décadas. **Lancet Reg Health Am**, 2024. DOI: 10.1016/j.lana.2022.100349.

XIAO, K-Q; ZHAO, Y.; LIANG, C. *et al.* Introducing the soil mineral carbon pump. **Nature Reviews Earth & Environment**, 4. p. 135-136. ISSN: 2662-138X. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00396-y>. 2023.

Recebido em: 6 jul. 2026.

Aceito em: 8 set. 2026.