

NEUROCIENCIA DO DESENVOLVIMENTO APLICADA AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

DEVELOPMENTAL NEUROSCIENCE APPLIED TO PEDAGOGICAL PRACTICES: EVIDENCE, LIMITS, AND PRINCIPLES FOR RESPONSIBLE TRANSLATION

Lucinete Souza Silva¹
Rozineide Iraci Pereira da Silva²

RESUMO: Este artigo discute como a neurociência do desenvolvimento pode dialogar com práticas pedagógicas sem reduzir a educação a explicações exclusivamente biológicas, articulando fundamentos do neurodesenvolvimento, plasticidade neural, funções executivas e bases afetivo-motivacionais do engajamento, ao mesmo tempo em que delimita o que conta como evidência e enfrenta neuromitos recorrentes no campo educacional, propondo princípios de tradução responsável para o planejamento didático, a mediação docente e a avaliação formativa, com atenção especial a contextos de estresse, sono, alimentação e relações em sala de aula como variáveis que modulam a aprendizagem e a autorregulação ao longo da infância e adolescência.

Palavras-chave: Neurociência do desenvolvimento. Práticas pedagógicas. Plasticidade neural. Funções executivas; aprendizagem.

ABSTRACT: This article examines how developmental neuroscience can inform pedagogical practices without collapsing education into purely biological explanations, by integrating core concepts of neurodevelopment, neural plasticity, executive functions, and affective-motivational bases of engagement, while also clarifying what counts as evidence, addressing persistent neuromyths in educational settings, and proposing principles for responsible translation into didactic planning, teacher mediation, and formative assessment, with particular attention to stress, sleep, nutrition, and classroom relationships as contextual variables that modulate learning and self-regulation across childhood and adolescence.

Keywords: Developmental neuroscience. Pedagogical practices. Neural plasticity. Executive functions. Learning.

1 INTRODUÇÃO

A aproximação entre neurociência e educação ganhou força à medida que pesquisas sobre desenvolvimento cerebral passaram a circular no debate público e a influenciar discursos sobre ensino, aprendizagem e desempenho escolar, mas essa circulação nem sempre respeita a natureza probabilística dos achados científicos, suas condições metodológicas e os limites de

¹Mestranda em Neurociências pela Christian Business, School, especialista em libras educação do surdo, neuropsicopedagogia, psicopedagogia clínica e institucional e graduada em pedagogia.

²PhD, Doutora em ciências da educação, mestra em ciências da educação, especialista em escrita avançada, psicopedagogia, pedagogia, Professora e orientadora da Christian Business School - CBS.

inferência ao transpor resultados de laboratório para salas de aula marcadas por desigualdades, cultura escolar e múltiplas demandas, o que torna indispensável construir uma ponte crítica que reconheça potencialidades sem prometer “receitas” universais ou determinismos do tipo “o cérebro explica tudo” (Bruer, 1997).

No campo específico da neurociência do desenvolvimento, o interesse educacional se justifica porque infância e adolescência são períodos de reorganização intensa de circuitos neurais, em que a aprendizagem escolar se entrelaça a mudanças cognitivas, afetivas e sociais, mas esse entrelaçamento depende de trajetórias de vida e de contextos, de modo que o mesmo marcador neurocognitivo pode se associar a desfechos diferentes conforme experiências, rotinas, exposição a estressores e qualidade das relações, exigindo que a leitura pedagógica privilegie tendências e condições, e não diagnósticos simplificados (Baker, 2025).

Assim, o objetivo deste artigo é sistematizar fundamentos essenciais da neurociência do desenvolvimento e discutir interfaces com a educação, destacando evidências e limites do que se pode afirmar sobre ensino, para então propor aplicações prudentes às práticas pedagógicas, com ênfase em planejamento por faixa etária, estratégias de atenção e autorregulação, fortalecimento de funções executivas, práticas compatíveis com memória e aprendizagem, mediação docente e avaliação formativa, sempre sob o compromisso de combater neuromitos e evitar reducionismos que empobrecem a complexidade do ato educativo (Ansari, 2012).

2

2 NEUROCIÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO: FUNDAMENTOS ESSENCIAIS

2.1 O QUE É NEUROCIÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO: CONCEITOS E DELIMITAÇÕES

Neurociência do desenvolvimento pode ser compreendida como um campo interdisciplinar que investiga como o sistema nervoso se organiza e se transforma ao longo do ciclo vital, combinando níveis de análise que vão de processos celulares e de conectividade a funções cognitivas e socioemocionais, com foco particular nas janelas de mudanças típicas da infância e adolescência, o que ajuda a compreender por que certas aquisições são mais prováveis em determinados períodos sem, contudo, reduzir o aprender a um calendário rígido e invariável (Baker, 2025).

Uma delimitação importante para o diálogo com a educação é reconhecer que a neurociência do desenvolvimento produz evidências sobre mecanismos e trajetórias gerais, frequentemente a partir de amostras controladas e tarefas específicas, enquanto a escola lida

com objetivos normativos, currículos e relações, de modo que a tradução para práticas pedagógicas exige mediações conceituais e cautela para não transformar correlações em causalidades e nem confundir explicações mecanísticas com orientações didáticas prontas (Bruer, 1997).

Nesse sentido, a chamada “neuroeducação” é melhor entendida como um espaço de interlocução em que educadores, psicólogos e neurocientistas discutem como resultados de pesquisa podem informar perguntas pedagógicas relevantes, desde que se preserve uma postura crítica sobre o que os dados realmente sustentam e se evite o uso de terminologias neurobiológicas como argumento de autoridade que encerra o debate em vez de qualificá-lo (Ansari, 2012).

Outra delimitação necessária é diferenciar achados robustos, apoiados em revisões e meta-análises, de interpretações populares que extrapolam o escopo dos estudos, pois o prestígio social da linguagem do cérebro tende a amplificar afirmações simplificadas sobre “como aprender melhor”, e esse efeito pode ser intensificado por formações docentes de curta duração e por materiais de divulgação que não explicitam incertezas, vieses e limites metodológicos (Howard-Jones, 2014).

Por fim, definir neurociência do desenvolvimento aplicada à educação implica assumir que práticas pedagógicas precisam considerar o desenvolvimento como processo situado, no qual o cérebro é um componente de sistemas mais amplos que incluem família, cultura, instituições e políticas, e por isso a leitura educacional deve privilegiar princípios de adaptação, monitoramento e responsividade, e não “protocolos” que prometem resultados garantidos para qualquer turma (Bruer, 1997).

2.2 NEURODESENVOLVIMENTO AO LONGO DA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA

O neurodesenvolvimento na infância envolve mudanças graduais na eficiência de redes neurais associadas à atenção, memória e linguagem, ao mesmo tempo em que experiências de alfabetização e escolarização podem reorganizar circuitos perceptivos e linguísticos, sugerindo que a escola não apenas “aproveita” o desenvolvimento, mas também participa ativamente de sua modelagem por meio de práticas culturais como leitura, escrita e uso sistemático de símbolos (Dehaene, 2010).

À medida que crianças avançam na escolarização, observa-se maior integração funcional entre sistemas que sustentam controle cognitivo, planejamento e monitoramento de erros,

capacidades diretamente relacionadas à autonomia para estudar, resolver problemas e sustentar esforço, o que reforça a importância de propostas didáticas que combinem instrução explícita com oportunidades graduais de autorregulação, sem supor que a maturação, por si só, assegura tais competências (Diamond, 2013).

Na adolescência, mudanças na plasticidade e na sensibilidade a recompensas e ao contexto social podem tornar o aprender especialmente responsivo a experiências significativas, pertencimento e feedback, o que sugere que tarefas desafiadoras podem produzir ganhos quando acompanhadas de suporte e de ambientes que reduzam humilhação, ameaça social e estigmas de desempenho, frequentemente presentes em práticas avaliativas punitivas (Baker, 2025).

Ainda na adolescência, a aprendizagem escolar ocorre em um período de intensificação de demandas emocionais e sociais, de maior exposição a estressores e de alterações de rotina, incluindo sono irregular, fatores que podem modular memória de trabalho e controle atencional, o que torna pedagogicamente relevante planejar cargas de trabalho, prazos e formatos de avaliação que respeitem limites de autorregulação e reduzam a sobrecarga crônica (Tsai, 2021).

Desse modo, tratar neurodesenvolvimento ao longo da infância e adolescência como base para práticas pedagógicas exige substituir a ideia de “fase” como rótulo fixo por uma compreensão de trajetórias e variações individuais, em que a escola atua como contexto de oportunidades, e por isso intervenções devem ser planejadas com metas realistas e sensíveis ao nível de desenvolvimento, em vez de expectativas uniformes para todos (Diamond, 2013).

2.3 PLASTICIDADE NEURAL E APRENDIZAGEM: IMPLICAÇÕES EDUCATIVAS

Plasticidade neural refere-se à capacidade do sistema nervoso de modificar sua organização funcional e estrutural em resposta a experiências, e, em termos educacionais, isso significa que aprendizagem não é simples “armazenamento” de conteúdos, mas reconfiguração de redes que se fortalecem com prática, revisão e uso significativo, o que sustenta estratégias de ensino que valorizem repetição espaçada, elaboração e feedback informativo (Baker, 2025).

Uma implicação central é que plasticidade não é ilimitada nem indiferente ao contexto, pois experiências de ameaça, estresse crônico e privação podem alterar mecanismos neuroendócrinos e, por vias indiretas, impactar memória, atenção e regulação emocional, motivo pelo qual práticas escolares precisam considerar clima de sala, previsibilidade e segurança psicológica como condições para que a plasticidade se converta em aprendizagem efetiva (Lupien, 2009).

Além disso, plasticidade envolve eficiência e especialização, de modo que certos aprendizados culturais, como leitura, podem “reciclar” circuitos visuais e linguísticos, reorganizando o reconhecimento de padrões e a integração entre visão e linguagem, o que reforça a importância de instruções sistemáticas e progressivas que respeitem pré-requisitos e reduzam lacunas cumulativas (Dehaene, 2010).

Outro ponto relevante é que plasticidade é mais bem compreendida como “abertura à experiência” combinada com necessidade de estabilização, o que implica que inovar didaticamente não significa saturar alunos com estímulos variados, mas estruturar experiências que alternem exploração e consolidação, permitindo que o que foi aprendido seja recuperado em diferentes contextos e se torne flexível, e não frágil e dependente de pistas específicas (Baker, 2025).

Nesse passo, falar de plasticidade e aprendizagem na escola exige combater leituras deterministas que classificam estudantes como “sem potencial” por dificuldades iniciais, pois a literatura sobre desenvolvimento reforça a possibilidade de mudança quando há intervenções consistentes e contextos de suporte, sendo pedagogicamente mais produtivo focar em progressos graduais, metas observáveis e oportunidades repetidas de êxito acadêmico (Bruer, 1997).

2.4 FUNÇÕES EXECUTIVAS (INIBIÇÃO, MEMÓRIA DE TRABALHO, FLEXIBILIDADE) E DESEMPENHO ESCOLAR

Funções executivas são um conjunto de capacidades de controle cognitivo que permitem inibir respostas impulsivas, manter e manipular informações relevantes na memória de trabalho e alternar estratégias com flexibilidade, sendo consideradas centrais para o desempenho escolar porque sustentam comportamentos como planejar tarefas, resistir a distrações, monitorar compreensão e persistir diante de desafios (Diamond, 2013).

Evidências de revisão e meta-análise indicam associação consistente entre funções executivas e rendimento acadêmico, especialmente em áreas que exigem resolução de problemas, leitura compreensiva e matemática, o que sugere que dificuldades escolares podem envolver não apenas domínio de conteúdo, mas também limitações em controle atencional e memória de trabalho, com implicações para o desenho de atividades e apoios em sala (Cortés Pascual, 2019).

Do ponto de vista do desenvolvimento, essas capacidades não emergem de uma vez, mas se refinam com maturação e experiência, o que torna inadequado exigir autonomia executiva plena de crianças pequenas sem suportes, e, por isso, rotinas, instruções claras, modelagem de estratégias e redução de carga cognitiva extrínseca funcionam como “andaimagens” que permitem aprender enquanto o controle executivo ainda está em formação (Diamond, 2013).

Além disso, o funcionamento executivo é sensível a estados afetivos e a condições fisiológicas, de modo que estresse, ansiedade e ameaça podem competir por recursos de memória de trabalho, reduzindo eficiência em tarefas acadêmicas, o que torna relevante adotar práticas de sala que reduzam exposição a humilhação, pressão excessiva e imprevisibilidade, especialmente em momentos de avaliação (Tsai, 2021).

Assim, quando a escola integra a noção de funções executivas ao planejamento pedagógico, ela amplia o repertório para interpretar comportamentos como desatenção, esquecimento e dificuldade de organização, evitando moralizar tais comportamentos como “falta de vontade”, e passa a construir intervenções que ajustem demandas, ensinem estratégias e criem contextos em que o aluno consiga exercer controle gradual sobre o próprio aprender (Cortés Pascual, 2019).

2.5 EMOÇÃO, MOTIVAÇÃO E APRENDIZAGEM: BASES NEUROBIOLÓGICAS DO ENGAJAMENTO

6

A aprendizagem escolar depende de processos afetivos e sociais que modulam atenção, memória e tomada de decisão, de modo que emoção e motivação não são “adições” ao cognitivo, mas componentes que orientam o que o estudante considera relevante, o quanto persiste e como interpreta feedback e desafios, o que torna a pedagogia do engajamento inseparável da compreensão do desenvolvimento socioemocional (Immordino-Yang, 2007).

Em termos neurobiológicos, estados afetivos influenciam a consolidação e a recuperação de informações, e experiências de pertencimento e significado tendem a ampliar investimento cognitivo, enquanto estados de ameaça e vergonha podem estreitar foco e induzir evitação, o que implica que ambientes de aprendizagem precisam combinar exigência acadêmica com relações que sustentem segurança para errar e aprender com o erro (Immordino-Yang, 2007).

Além disso, o estresse, quando intenso e prolongado, pode impactar circuitos e sistemas fisiológicos relacionados a atenção e memória, afetando desempenho acadêmico e bem-estar, o que orienta práticas escolares que reconheçam sinais de sobrecarga, reorganizem demandas e

adotem estratégias de regulação emocional como parte do currículo oculto do aprender, e não como tema periférico (Lupien, 2009).

Na adolescência, a sensibilidade ao contexto social e à valência emocional das experiências pode aumentar o poder motivacional de tarefas conectadas a propósitos e identidades, sugerindo que propostas pedagógicas devem favorecer projetos, autoria e relevância social do conhecimento, desde que essas propostas sejam acompanhadas de estrutura e critérios claros, evitando que a liberdade se converta em desorganização e frustração (Baker, 2025).

Desta feita, integrar emoção e motivação ao ensino não significa substituir conteúdo por “dinâmicas”, mas reconhecer que o engajamento emerge quando expectativas, desafios e suporte se equilibram, de modo que a mediação docente, o feedback e o clima relacional são variáveis pedagógicas tão concretas quanto o material didático, porque modulam a disponibilidade do estudante para aprender (Immordino-Yang, 2007).

3 DESENVOLVIMENTO, CONTEXTO E EXPERIÊNCIA: INTERFACES COM A EDUCAÇÃO

3.1 INTERAÇÃO ENTRE MATURAÇÃO BIOLÓGICA E AMBIENTE SOCIOCULTURAL

O desenvolvimento humano resulta da interação contínua entre maturação biológica e experiência, o que significa que trajetórias cognitivas e socioemocionais não podem ser explicadas por “um fator” isolado, pois o cérebro se desenvolve em ambientes que oferecem oportunidades, linguagem, rotinas e expectativas, e é exatamente por isso que a escola, como instituição sociocultural, participa da construção das competências que depois são avaliadas como “aptidões” individuais (Bauer, 1997).

Uma consequência educacional dessa interação é que desigualdades de contexto podem se traduzir em diferenças de exposição a práticas letradas, suporte de autorregulação e experiências de segurança, as quais, por sua vez, modulam recursos cognitivos disponíveis para aprender, sugerindo que políticas pedagógicas de equidade precisam ir além da “mesma aula para todos” e incluir suportes diferenciados de acesso e permanência (Howard-Jones, 2014).

Em fases de maior plasticidade, o contexto pode ter impacto ainda mais pronunciado, porque experiências sociais, demandas acadêmicas e qualidade de relações podem orientar quais competências serão praticadas e consolidadas, de modo que intervenções escolares bem

desenhadas podem funcionar como fator protetivo e promotor de desenvolvimento, especialmente quando articulam expectativas altas com suporte consistente (Baker, 2025).

No entanto, a noção de contexto não deve ser usada para desresponsabilizar práticas de ensino, pois ambientes escolares também podem produzir estressores previsíveis, como punições, comparações públicas e avaliações ameaçadoras, e tais estressores podem afetar memória de trabalho e controle cognitivo, reduzindo desempenho e reforçando ciclos de fracasso, o que demanda revisão crítica do cotidiano pedagógico (Tsai, 2021).

Assim, discutir maturação e ambiente sociocultural como interface com a educação exige uma postura que reconheça limites e possibilidades, evitando tanto o determinismo biológico quanto o voluntarismo pedagógico, pois o mais consistente é entender o desenvolvimento como processo probabilístico, em que intervenções estruturadas podem deslocar trajetórias sem prometer resultados idênticos para todos (Bruer, 1997).

3.2 LINGUAGEM, ATENÇÃO E MEMÓRIA NO PROCESSO DE ESCOLARIZAÇÃO

A escolarização depende intensamente de linguagem, tanto como objeto de ensino quanto como meio de aprender outras áreas, e pesquisas sobre leitura sugerem que a alfabetização reorganiza redes neurais que integram percepção visual e processamento linguístico, o que reforça a importância de práticas didáticas que garantam instrução sistemática e oportunidades de uso contextualizado da leitura e escrita ao longo do currículo (Dehaene, 2010).

A atenção, por sua vez, não é um recurso infinito, mas um sistema de seleção que se desenvolve e que pode ser treinado por meio de rotinas, clareza de objetivos e redução de distrações irrelevantes, de modo que o professor, ao estruturar tarefas com passos explícitos e sinais de relevância, atua como regulador externo que ajuda estudantes a sustentar foco até que consigam internalizar estratégias de controle (Diamond, 2013).

No que se refere à memória, a aprendizagem escolar envolve tanto manter informações ativas por curto período quanto consolidar conhecimentos em longo prazo, e isso implica que atividades que sobrecarregam a memória de trabalho com instruções complexas, múltiplas exigências simultâneas e pouca orientação podem gerar desempenho inferior mesmo quando há potencial de compreensão, o que recomenda simplificar a carga extrínseca e sequenciar demandas (Tsai, 2021).

Além disso, emoção e significado influenciam o que é lembrado e como é recuperado, de modo que conteúdos conectados a narrativas, perguntas autênticas e contextos socialmente relevantes podem favorecer engajamento e persistência, desde que não se confunda “relevância” com entretenimento permanente, pois o esforço cognitivo segue sendo necessário para aprender de modo profundo (Immordino-Yang, 2007).

Assim, linguagem, atenção e memória se articulam na prática cotidiana quando estudantes precisam compreender instruções, monitorar o próprio entendimento e revisar estratégias, e essa articulação depende de funções executivas, o que sugere que ensinar procedimentos metacognitivos, como checagem de compreensão e autoexplicação, não é um “extra”, mas parte da infraestrutura do aprender (Diamond, 2013).

3.3 SONO, ALIMENTAÇÃO, ESTRESSE E REGULAÇÃO EMOCIONAL: EFEITOS NO APRENDER

Sono é um fator amplamente associado a desempenho escolar, e evidências de revisão meta-analítica indicam que qualidade e duração do sono, bem como sonolência diurna, se relacionam com resultados acadêmicos, sugerindo que rotinas escolares, carga de tarefas e horários precisam considerar o impacto de privação de sono em atenção, memória e regulação emocional, especialmente em adolescentes (Dewald, 2010).

9

No campo da alimentação, estudos sobre café da manhã indicam relações entre composição da refeição e desempenho cognitivo em crianças e adolescentes, o que reforça que políticas de alimentação escolar e educação alimentar podem contribuir para condições mais estáveis de atenção e energia ao longo do turno, sem transformar nutrição em explicação única para dificuldades de aprendizagem (Adolphus, 2016).

O estresse, quando frequente e intenso, atua como modulador do funcionamento cognitivo e emocional, podendo afetar desempenho por vias fisiológicas e comportamentais, o que torna relevante que a escola reconheça a presença de estressores externos e internos e implemente práticas de regulação, apoio e previsibilidade que reduzam carga alostática e evitem cronificação (Lupien, 2009).

Em termos de memória de trabalho, abordagens multisistêmicas indicam que estressores podem prejudicar a capacidade de manter e manipular informações, com implicações diretas para leitura, escrita e resolução de problemas, sugerindo que estratégias pedagógicas de

simplificação de instruções, pausas planejadas e apoio emocional podem funcionar como compensações contextuais em períodos de maior vulnerabilidade (Tsai, 2021).

Assim, sono, alimentação, estresse e regulação emocional devem ser considerados como condições de possibilidade do aprender, não como justificativas para baixar expectativas, mas como dimensões que orientam decisões didáticas e institucionais, incluindo comunicação com famílias, organização de avaliações e criação de rotinas de sala que estabilizem o cotidiano e favoreçam autorregulação (Dewald, 2010).

3.4 DESENVOLVIMENTO SOCIOEMOCIONAL E RELAÇÕES NA SALA DE AULA

O desenvolvimento socioemocional envolve aprender a reconhecer emoções, regular impulsos, interpretar intenções e construir vínculos, e essas competências influenciam diretamente a participação em atividades escolares, a persistência diante do erro e a capacidade de cooperar, o que sugere que sala de aula é também um espaço de aprendizagem afetiva e moral, e não apenas de conteúdos formais (Immordino-Yang, 2007).

Relações de confiança com o professor podem reduzir ameaça percebida e ampliar disposição para assumir riscos cognitivos, como tentar resolver um problema difícil ou expor dúvidas, e essa disposição é crucial para aprendizagem significativa, pois, sem segurança, muitos estudantes recorrem a estratégias de evitação que preservam autoestima no curto prazo, mas limitam desenvolvimento acadêmico no longo prazo (Immordino-Yang, 2007).

Ao mesmo tempo, experiências de estresse social, como humilhação, bullying e comparações públicas, podem intensificar respostas de ameaça e reduzir recursos cognitivos, o que reforça a necessidade de práticas de convivência, intervenção institucional e mediação docente que protejam estudantes de ambientes de hostilidade que comprometem tanto bem-estar quanto desempenho (Lupien, 2009).

Do ponto de vista do controle cognitivo, relações em sala também modulam demandas executivas, porque ambientes caóticos e imprevisíveis exigem maior esforço de inibição e atenção sustentada, o que pode gerar fadiga e aumentar conflitos comportamentais, sugerindo que gestão de sala com rotinas claras e combinados consistentes é uma prática neurocompatível no sentido de reduzir sobrecarga (Diamond, 2013).

Logo, compreender o socioemocional como interface com a educação implica tratar engajamento, pertencimento e sentido como variáveis pedagógicas observáveis, que podem ser promovidas por metodologias colaborativas, feedback respeitoso e oportunidades de

participação, desde que se mantenha o rigor acadêmico e se evite substituir ensino por práticas genéricas de “motivação” sem objetivos cognitivos claros (Immordino-Yang, 2007).

4 EVIDÊNCIAS E LIMITES: O QUE A NEUROCIÊNCIA PODE E NÃO PODE AFIRMAR SOBRE ENSINO

4.1 O QUE CONTA COMO EVIDÊNCIA: ESTUDOS, CORRELAÇÕES E CAUTELAS INTERPRETATIVAS

No diálogo entre neurociência e educação, evidência deve ser entendida como resultado produzido por métodos transparentes, replicáveis e adequados à pergunta, o que inclui reconhecer diferenças entre estudos correlacionais, experimentos, revisões sistemáticas e meta-análises, evitando tomar imagens cerebrais ou termos técnicos como garantias automáticas de validade pedagógica (Ansari, 2012).

Correlação entre uma medida neurocognitiva e desempenho escolar pode indicar associação relevante, mas não determina direção causal, nem exclui a possibilidade de fatores de contexto explicarem parte da relação, de modo que a interpretação educacional precisa considerar variáveis de confusão e limites de generalização, sobretudo quando estudos usam amostras pequenas ou tarefas que não representam práticas escolares reais (Bruer, 1997).

Além disso, efeitos médios relatados em pesquisas não implicam que toda intervenção 11
funcionará para toda turma, porque heterogeneidade de estudantes, qualidade de implementação e contexto institucional modulam resultados, o que exige que a escola trate achados científicos como orientadores de hipóteses pedagógicas a serem testadas e avaliadas localmente, e não como garantias universais (Ansari, 2012).

Uma cautela adicional é que muitos resultados em neurociência descrevem mecanismos em condições específicas e controladas, enquanto a sala de aula envolve múltiplas tarefas simultâneas, emoções, ruído e interação social, de modo que a transposição direta tende a falhar, reforçando a necessidade de mediações por pesquisas educacionais e por critérios didáticos consistentes (Bruer, 1997).

Dentro deste contexto, o que conta como evidência para a prática pedagógica deveria incluir não apenas indicadores de desempenho imediato, mas também efeitos em longo prazo, bem-estar e equidade, porque intervenções que elevam notas no curto prazo podem aumentar estresse e reduzir motivação, sendo mais responsável adotar critérios amplos de sucesso que considerem desenvolvimento integral (Howard-Jones, 2014).

4.2 “NEUROMITOS” NA EDUCAÇÃO (EX.: ESTILOS DE APRENDIZAGEM, “HEMISFÉRIOS”, ETC.)

Neuromitos são crenças difundidas sobre cérebro e aprendizagem que não encontram suporte empírico robusto, mas persistem por serem intuitivas, simplificadoras e frequentemente reforçadas por materiais de formação e mercado educacional, e sua persistência é problemática porque orienta decisões pedagógicas com base em premissas falsas e pode desviar recursos de práticas com maior probabilidade de eficácia (Howard-Jones, 2014).

Um exemplo central é a noção de “estilos de aprendizagem” como base para personalizar ensino por modalidade preferida, pois análises críticas apontam que a popularidade do conceito excede as evidências, e que não há sustentação consistente para a ideia de que ensinar de acordo com um estilo supostamente fixo melhora aprendizagem, sugerindo que a personalização deve se apoiar em diagnóstico de conhecimentos e estratégias, e não em rótulos (Pashler, 2008).

Outro mito recorrente é a interpretação simplificada de “hemisférios” como determinantes de perfis de aprendizagem, que reduz a complexidade da integração inter-hemisférica e sustenta práticas de “ativação” de um lado do cérebro por exercícios não validados, o que pode criar um verniz científico para metodologias frágeis e deslocar atenção de processos efetivos, como instrução clara e prática deliberada (Howard-Jones, 2014).

12

Revisões sistemáticas sobre neuromitos em contextos educacionais sugerem que a adesão a essas crenças pode coexistir com conhecimento geral de neurociência, indicando que informação isolada não basta, sendo necessário desenvolver letramento científico, análise crítica de evidências e capacidade de identificar extrapolações indevidas, especialmente em programas de formação continuada (Torrijos-Muelas, 2021).

Assim, combater neuromitos requer estratégias institucionais, como critérios para adoção de programas, discussão coletiva de evidências e cultura de avaliação de resultados, além de linguagem acessível que diferencie metáforas úteis de afirmações factuais, para que a escola preserve autonomia crítica e não terceirize decisões pedagógicas a discursos neurocêtricos de apelo comercial (Torrijos-Muelas, 2021).

4.3 RISCOS DE REDUCCIONISMO BIOLÓGICO E DE “PEDAGOGIA NEURO-CENTRADA”

O reduccionismo biológico ocorre quando se atribui ao cérebro a explicação suficiente para fenômenos educacionais complexos, desconsiderando que ensino envolve valores, cultura,

linguagem e relações, e esse risco se intensifica quando se toma uma descrição neural como fundamento normativo do que “deve” ser feito na escola, sem debate pedagógico, ético e político (Bruer, 1997).

Uma pedagogia neuro-centrada tende a transformar conceitos como plasticidade e funções executivas em slogans, convertendo variabilidade humana em “déficits” individuais e naturalizando desigualdades como se fossem apenas diferenças cerebrais, o que pode reduzir responsabilidade institucional e obscurecer condições materiais de aprendizagem, como tempo, recursos, formação docente e clima escolar (Ansari, 2012).

Além disso, intervenções orientadas por uma leitura estreita do neurodesenvolvimento podem ignorar que estresse, ameaça social e insegurança impactam o funcionamento cognitivo, e, ao não considerar esses mediadores, programas podem falhar e ainda culpabilizar estudantes, reforçando estigmas, o que exige que qualquer aplicação seja acompanhada de análise das condições de vida e do ambiente escolar (Lupien, 2009).

Há também o risco de sobrevalorizar treinamentos cognitivos como solução universal, quando evidências sugerem que efeitos dependem do tipo de intervenção, da transferência para tarefas acadêmicas e da qualidade de implementação, de modo que o uso acrítico de programas pode substituir práticas pedagógicas fundamentais, como ensino de conteúdo, feedback e construção de significado, por exercícios repetitivos desconectados do currículo (Birtwistle, 2025).

Portanto, uma postura crítica frente ao neurocentrismo implica recolocar a pedagogia no centro da decisão escolar, tratando a neurociência como fonte de perguntas e parâmetros, e não como instância soberana, o que favorece intervenções que respeitam contextos, valorizam a mediação docente e preservam a complexidade da aprendizagem como prática cultural e relacional (Bruer, 1997).

4.4 PRINCÍPIOS DE TRADUÇÃO RESPONSÁVEL: DA CIÊNCIA AO PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO

Uma tradução responsável da ciência para a escola começa por identificar qual problema pedagógico se deseja enfrentar, evitando o movimento inverso, em que se busca um achado neurocientífico para justificar uma prática já escolhida, pois esse caminho favorece cherry-picking e retórica de autoridade, em vez de decisão baseada em objetivos educacionais claros e evidências adequadas (Ansari, 2012).

Outro princípio é priorizar evidências de síntese, como revisões sistemáticas e meta-análises, e interpretar resultados considerando magnitude de efeito, incerteza e limites, o que reduz risco de adotar modismos, e também orienta o professor a planejar mudanças graduais e avaliáveis, em lugar de reformas abruptas sustentadas por promessas vagas (Howard-Jones, 2014).

A tradução também deve considerar mecanismos plausíveis e condições de implementação, reconhecendo que a sala de aula envolve tempo limitado, heterogeneidade e currículo, de modo que intervenções devem ser integradas ao ensino, e não adicionadas como camadas extras que aumentam carga de trabalho e estresse, especialmente quando o objetivo é fortalecer autorregulação e funções executivas (Diamond, 2013).

Além disso, é necessário incluir uma dimensão ética, porque intervenções podem produzir efeitos colaterais, como estigmatização, aumento de ansiedade ou exclusão, e por isso a avaliação de sucesso precisa incorporar bem-estar e equidade, garantindo que práticas “baseadas em evidências” não sejam usadas para justificar controle excessivo ou padronização que desconsidera diferenças de trajetória (Bruer, 1997).

5 NEUROCIÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO APLICADA ÀS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

14

5.1 PLANEJAMENTO DIDÁTICO BASEADO EM DESENVOLVIMENTO: ADEQUAÇÃO POR FAIXA ETÁRIA

Planejar com base no desenvolvimento significa ajustar complexidade de tarefas, tempo de atenção esperado, nível de abstração e necessidade de suporte conforme a etapa de escolarização, evitando tanto subestimar quanto superestimar capacidades, e reconhecendo que crianças pequenas precisam de instruções mais concretas e rotinas estáveis, enquanto adolescentes podem se beneficiar de maior autonomia quando há estrutura e critérios transparentes (Diamond, 2013).

No ensino fundamental inicial, práticas que organizam o ambiente, sequenciam atividades e reduzem distrações tendem a favorecer autorregulação em formação, e isso inclui objetivos claros, exemplos modelados e tarefas com passos graduais, pois a exigência executiva deve ser calibrada para que o esforço cognitivo se concentre no conteúdo, e não em administrar confusão operacional (Diamond, 2013).

Em processos de alfabetização e consolidação da leitura, o planejamento deve garantir sistematicidade e progressão, dado que aprender a ler envolve reorganizações em redes corticais relacionadas à visão e linguagem, de modo que atividades precisam combinar decodificação, fluência e compreensão, oferecendo prática suficiente e feedback para reduzir acúmulo de lacunas que mais tarde dificultam acesso a todos os componentes curriculares (Dehaene, 2010).

Na adolescência, o planejamento pode explorar maior sensibilidade a contexto e significado, favorecendo projetos, resolução de problemas e tarefas com relevância social, mas sem renunciar a andaimes que sustentem gestão do tempo, divisão de etapas e critérios de qualidade, pois a plasticidade do período pode amplificar ganhos quando o ambiente oferece desafios realistas e suporte para persistência (Baker, 2025).

5.2 ESTRATÉGIAS PARA PROMOVER ATENÇÃO E AUTORREGULAÇÃO EM SALA

A promoção de atenção em sala depende menos de estímulos chamativos e mais de estrutura didática que deixe claro o que é relevante, reduzindo carga cognitiva extrínseca e ajudando estudantes a orientar esforço, o que inclui antecipação de objetivos, instruções curtas e sequenciadas, checagens de compreensão e transições previsíveis que diminuem dispersão e conflitos (Diamond, 2013).

Autorregulação pode ser ensinada por meio de rotinas e estratégias explícitas, como planejamento de estudo, autoavaliação de entendimento e uso de listas de verificação, de modo que o aluno aprenda a monitorar comportamento e progresso, e essa aprendizagem é gradual, exigindo repetição e feedback, em vez de cobranças genéricas do tipo “preste atenção”, que pouco informam sobre como fazer (Diamond, 2013).

Como estresse pode consumir recursos atencionais e enfraquecer controle cognitivo, estratégias de regulação em sala devem incluir práticas de previsibilidade, linguagem respeitosa e manejo de conflito que evite escaladas, especialmente em turmas com alta vulnerabilidade, pois reduzir ameaça percebida não é “ser permissivo”, mas criar condição para que o estudante consiga sustentar foco e recuperar-se após erros (Lupien, 2009).

Em atividades mais longas, o professor pode alternar momentos de exposição, prática guiada e prática independente, inserindo pausas breves e retomadas que favoreçam manutenção do objetivo, e esse tipo de organização funciona como suporte externo para funções executivas, reduzindo esquecimento de instruções e facilitando que a atenção volte ao conteúdo após distrações inevitáveis (Diamond, 2013).

Desta feita, promover atenção e autorregulação implica alinhar gestão de sala, currículo e avaliação, pois ambientes em que avaliações são imprevisíveis e punitivas tendem a aumentar ansiedade e ruminação, prejudicando memória de trabalho, o que recomenda transparência de critérios, devolutivas formativas e oportunidades de melhoria como parte da rotina pedagógica (Tsai, 2021).

5.3 INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS PARA FORTALECER FUNÇÕES EXECUTIVAS

Intervenções para fortalecer funções executivas na escola podem ser incorporadas ao currículo por meio de tarefas que exijam planejamento, monitoramento e flexibilidade, como resolução de problemas com múltiplas etapas, debates com regras de turno e projetos com metas intermediárias, desde que o professor explicita estratégias e ofereça suporte, porque apenas “colocar o aluno para fazer” não garante desenvolvimento executivo (Diamond, 2013).

Evidências de meta-análise sobre treinamentos cognitivos em crianças sugerem que efeitos existem, mas variam conforme desenho e transferência para tarefas acadêmicas, o que orienta a escolher intervenções integradas a conteúdos escolares e a evitar programas isolados e repetitivos que prometem ganhos generalizados sem conexão com práticas reais de leitura, escrita e matemática (Birtwistle, 2025).

16

Uma aplicação didática concreta é reduzir carga de memória de trabalho quando o objetivo é aprender um conceito novo, oferecendo exemplos resolvidos, organizadores visuais e etapas explícitas, para então elevar gradualmente autonomia, pois isso permite que a criança use recursos executivos para compreender e aplicar, e não para adivinhar procedimentos, o que melhora aprendizagem e diminui frustração (Diamond, 2013).

Além disso, revisões sobre a relação entre funções executivas e desempenho acadêmico sugerem que fortalecer controle cognitivo pode contribuir para ganhos escolares, especialmente quando associado a práticas de sala que ensinam autorregulação, como definição de metas, autoexplicação e revisão guiada, o que reforça a ideia de que intervenções executivas devem ser pedagógicas e não apenas “cognitivas” em sentido estreito (Cortés Pascual, 2019).

Assim sendo, a escola deve considerar que funções executivas são sensíveis a estressores, e em estudantes sob pressão crônica pode ser necessário combinar intervenções cognitivas com apoio socioemocional e ajustes de demanda, porque, se o ambiente mantém ameaça elevada, o

treino tende a ser menos eficaz, e o aluno pode interpretar dificuldades como incapacidade pessoal, reforçando desistência (Lupien, 2009).

5.4 PRÁTICAS DE ENSINO COMPATÍVEIS COM MEMÓRIA E APRENDIZAGEM (ESPACIALIZAÇÃO, REVISÃO, FEEDBACK)

Ensino compatível com memória implica reconhecer que aprender exige reativar conteúdos ao longo do tempo, e por isso a revisão espaçada e a retomada planejada em diferentes momentos do bimestre tendem a favorecer consolidação, especialmente quando a revisão inclui recuperação ativa e não apenas releitura, o que pode ser organizado por pequenas questões, resumos guiados e exercícios cumulativos (Bruer, 1997).

No caso da leitura, práticas consistentes de decodificação, fluência e compreensão, com progressão de dificuldade, favorecem reorganizações funcionais que sustentam reconhecimento rápido de palavras e integração com significado, de modo que o professor pode planejar sequências didáticas que alternem treino específico e uso de textos reais, garantindo prática suficiente para automatização sem perder dimensão interpretativa (Dehaene, 2010).

Feedback, quando informativo e orientado a processo, ajuda o estudante a ajustar estratégias, e isso é especialmente relevante para funções executivas porque devolutivas claras favorecem monitoramento e planejamento, enquanto feedback apenas avaliativo, sem indicação do que melhorar, pode aumentar ansiedade e reduzir persistência, sobretudo em alunos com história de fracasso escolar (Diamond, 2013).

A organização espacial e temporal das atividades, incluindo quadros de rotina, mapas conceituais e divisão de tarefas em etapas, pode reduzir sobrecarga de memória de trabalho e favorecer atenção, pois o aluno passa a contar com pistas externas que liberam recursos para compreensão, o que é particularmente útil em turmas heterogêneas em que parte dos estudantes ainda está desenvolvendo habilidades de autorregulação (Tsai, 2021).

Logo, práticas compatíveis com aprendizagem exigem equilíbrio entre desafio e suporte, de modo que a escola evite tanto a repetição mecânica quanto a complexidade precoce, e adote um ciclo em que apresentação, prática guiada, prática independente e revisão sejam articuladas com critérios claros, porque a consolidação depende de oportunidade de errar, receber feedback e tentar novamente em condições de segurança (Immordino-Yang, 2007).

5.5 MEDIAÇÃO DOCENTE, VÍNCULO E SEGURANÇA EMOCIONAL COMO CONDIÇÃO PARA APRENDER

A mediação docente é componente central do aprender porque o professor organiza significado, regula o clima de interação e traduz expectativas acadêmicas em experiências possíveis, e essa mediação produz efeitos tanto cognitivos quanto afetivos, pois vínculo e sensação de pertença aumentam disponibilidade para assumir riscos intelectuais, pedir ajuda e persistir diante de erros, o que torna a relação pedagógica uma variável estruturante (Immordino-Yang, 2007).

Segurança emocional em sala não é ausência de exigência, mas presença de previsibilidade, respeito e justiça, de modo que o aluno compreenda critérios, saiba como melhorar e não tema humilhação pública, e esse ambiente reduz respostas de ameaça que competem com recursos cognitivos, permitindo que atenção e memória de trabalho sejam direcionadas ao conteúdo e não à autoproteção (Lupien, 2009).

Além disso, a adolescência é um período em que aprendizagem é fortemente sensível ao contexto social, e por isso a mediação docente precisa considerar dinâmicas de grupo, status e comparação, propondo atividades que valorizem cooperação e autoria, e oferecendo feedback que reconheça esforço e estratégia, sem reforçar rótulos de capacidade fixa que desmotivam e aumentam evitação (Baker, 2025).

Quando o professor estrutura interações com turnos de fala, escuta e validação de dúvidas, ele também treina componentes executivos, pois estudantes precisam inibir impulsos, manter foco na fala do outro e adaptar respostas, e esse treino ocorre de modo situado e significativo, ao contrário de exercícios descontextualizados, reforçando o caráter pedagógico da autorregulação (Diamond, 2013).

Assim, o vínculo e mediação docente sustentam a persistência necessária para práticas de revisão e consolidação, porque estudantes aprendem melhor quando confiam que o esforço terá retorno e que o erro será tratado como parte do processo, e essa confiança se constrói por consistência diária, devolutivas formativas e oportunidades reais de recomeçar, e não por discursos motivacionais genéricos (Immordino-Yang, 2007).

5.6 AVALIAÇÃO FORMATIVA E NEURODESENVOLVIMENTO: COMO AVALIAR SEM INTENSIFICAR ESTRESSE

Avaliar de modo formativo implica produzir informações úteis para orientar ensino e aprendizagem, com devolutivas que indiquem o que já foi consolidado e o que precisa de ajuste, e essa lógica é compatível com o desenvolvimento porque reconhece que competências se constroem por aproximações sucessivas, evitando que uma única prova funcione como veredito definitivo sobre capacidade (Ansari, 2012).

Como estresse pode afetar memória de trabalho e desempenho, formatos avaliativos imprevisíveis, altamente punitivos ou baseados em exposição pública de erros podem produzir resultados que refletem ansiedade mais do que aprendizagem, o que recomenda transparência de critérios, simulações, rubricas e oportunidades de revisão, especialmente para estudantes com vulnerabilidades e histórico de fracasso (Tsai, 2021).

A avaliação também pode ser desenhada para reduzir carga cognitiva extrínseca, oferecendo instruções claras, exemplos de resposta esperada e divisão em etapas, o que permite que o aluno demonstre conhecimento do conteúdo sem ser penalizado por confusão procedimental, e, ao mesmo tempo, favorece desenvolvimento executivo ao tornar explícito como planejar e monitorar uma tarefa avaliativa (Diamond, 2013).

19

Além disso, práticas avaliativas precisam considerar rotinas de sono e condições do cotidiano escolar, pois privação de sono se associa a pior desempenho acadêmico, o que sugere cuidado com calendários que concentram muitas provas, com tarefas excessivas em períodos de maior demanda e com horários que intensificam sonolência, sobretudo em adolescentes (Dewald, 2010).

6 CONCLUSÃO

A neurociência do desenvolvimento contribui para a educação ao oferecer descrições e explicações sobre trajetórias de mudança em atenção, memória, linguagem, funções executivas e engajamento, mas sua utilidade pedagógica depende de uma tradução responsável que preserve limites de inferência e trate achados como parâmetros para formular hipóteses e orientar decisões didáticas, e não como justificativas deterministas ou promessas universais de eficácia.

Ao longo do texto, argumentou-se que práticas pedagógicas compatíveis com desenvolvimento incluem planejamento sensível à faixa etária, suporte à autorregulação, intervenções integradas ao currículo para fortalecer funções executivas, uso consistente de

revisão e feedback, valorização do vínculo e desenho avaliativo formativo que não amplifique ameaça, reconhecendo que fatores como estresse, sono e alimentação modulam disponibilidade para aprender e precisam ser considerados em políticas e rotinas escolares.

O avanço do campo exige combater neuromitos e reduzir o apelo de soluções neurocêtricas simplificadas, fortalecendo letramento científico na formação docente e promovendo culturas escolares que avaliem intervenções de forma crítica e contextualizada, pois, quando ciência e pedagogia dialogam com rigor e prudência, torna-se possível qualificar o ensino sem empobrecer a complexidade humana que sustenta a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ADOLPHUS, Katie; LAWTON, Clare L.; CHAMP, Claire L.; DYE, Louise. The Effects of Breakfast and Breakfast Composition on Cognition in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*, v. 7, n. 3, p. 590S–612S, 2016. DOI: 10.3945/an.115.010256.
- ANSARI, Daniel; DE SMEDT, Bert; GRABNER, Roland H. Neuroeducation – A Critical Overview of An Emerging Field. *Neuroethics*, v. 5, p. 105–117, 2012. DOI: 10.1007/s12152-011-91193.
- BAKER, Amanda E.; GALVÁN, Adriana; FULIGNI, Andrew J. The connecting brain in context: How adolescent plasticity supports learning and development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, v. 71, art. 101486, 2025. DOI: 10.1016/j.dcn.2024.101486.
- BIRTWISTLE, Efsun; CHERNIKOVA, Olga; WÜNSCH, Miriam; NIKLAS, Frank. Training of Executive Functions in Children: A meta-analysis of cognitive training interventions. *SAGE Open*, v. 15, n. 1, 2025. DOI: 10.1177/21582440241311060.
- BRUER, John T. Education and the Brain: A Bridge Too Far. *Educational Researcher*, v. 26, n. 8, p. 4–16, 1997.
- CORTÉS PASCUAL, Alejandra; MOYANO MUÑOZ, Nieves; QUÍLEZ ROBRES, Alberto. The Relationship Between Executive Functions and Academic Performance in Primary Education: Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, v. 10, art. 1582, 2019. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01582.
- DEHAENE, Stanislas et al. How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. *Science*, v. 330, n. 6009, p. 1359–1364, 2010. DOI: 10.1126/science.1194140.
- DEWALD, Julia F.; MEIJER, Anne M.; OORT, Frans J.; KERKHOF, Gerard A.; BÖGELS, Susan M. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, v. 14, n. 3, p. 179–189, 2010. DOI: 10.1016/j.smr.2009.10.004.
- DIAMOND, Adele. Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, v. 64, p. 135–168, 2013. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.

HOWARD-JONES, Paul A. Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 15, p. 817–824, 2014. DOI: 10.1038/nrn3817.

IMMORDINO-YANG, Mary Helen; DAMASIO, Antonio. We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Mind, Brain, and Education*, v. 1, n. 1, p. 3–10, 2007. DOI: 10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x.

LUPIEN, Sonia J.; McEWEN, Bruce S.; GUNNAR, Megan R.; HEIM, Christine. Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 10, p. 434–445, 2009. DOI: 10.1038/nrn2639.

PASHLER, Harold; McDANIEL, Mark; ROHRER, Doug; BJORK, Robert. Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, v. 9, n. 3, p. 105–119, 2008. DOI: 10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x.

TORRIJOS-MUELAS, Marta; GONZÁLEZ-VÍLLORA, Sixto; BODOQUE-OSMA, Ana Rosa. The Persistence of Neuromyths in the Educational Settings: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, v. 11, art. 591923, 2021. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.591923.

TSAI, Nancy; MUKHOPADHYAY, Shreya; QUAS, Jodi A. Stress and working memory in children and adolescents: Insights from a multisystem approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, v. 209, art. 105176, 2021. DOI: 10.1016/j.jecp.2021.105176.