

EDUCAÇÃO BASEADA EM EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS: RELAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

O livro *Neurociência e Educação: olhando para o futuro da aprendizagem*, publicado em 2022 pelo Departamento Nacional do SESI, é o resultado de ampla pesquisa sobre os achados das Neurociências que ajudam a compreender o processo de aprendizagem. Constitui-se de Introdução e sete capítulos, contendo 290 páginas, das quais 78 foram reservadas para catalogar as 840 “Referências”, de 51 países, nas quais as autoras se baseiam.

No capítulo 1, “Metodologia”, é relatado como o livro foi produzido, a partir de ampla pesquisa bibliográfica, constituindo-se como revisão da literatura nacional e internacional, realizada nas bases Portal de Periódicos da Capes, Google Acadêmico, SciELO e PubMed. A bibliografia selecionada contempla livros, capítulos de livros, teses, artigos de revisão e artigos originais, publicados entre os anos de 2010 e 2020.

O capítulo 2, “O que é Neurociência?”, apresenta um breve histórico das pesquisas que levaram ao surgimento do campo científico hoje nomeado como “Neurociências”, que agrupa áreas de conhecimento tão distintas quanto a Psicologia, a Física, a Neurologia e as Ciências da Computação, entre outras. Além dos conceitos básicos das Neurociências – por exemplo, neurônios e células da glia, circuitos neurais, impulso nervoso e sinapses –, o capítulo aborda as contribuições da área para outros campos de pesquisa, como Educação, Antropologia, Marketing, Economia etc. Esse capítulo traz, ainda, um breve histórico dos esforços de financiamento de pesquisas que permitiram a estruturação desse campo de conhecimento.

No capítulo 3, “Por que Neurociência e Educação?”, são abordadas as contribuições das pesquisas em Neurociência Cognitiva e Neurociência Educacional – realizadas na chamada

“Década do cérebro”, que se iniciou na década de 1990 – para a reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem e para superar os chamados “neuromitos”, como o de que estudar ouvindo Mozart torna as pessoas mais inteligentes, ou o de que usamos apenas 10% do nosso cérebro.

Segundo as autoras, as iniciativas de financiamento da OCDE, no Projeto “Ciências da Aprendizagem e Pesquisa sobre o Cérebro”, possibilitaram avanços consideráveis para o conhecimento científico da área. Nesse capítulo são exploradas algumas pontes entre Neurociência e Educação, apontando-se descobertas que dialogam com teorias de autores célebres como Piaget, Ausubel, Vigotski, Dewey e Wallon, que fazem parte do campo de conhecimento da Educação e da Psicologia do Desenvolvimento Humano.

O capítulo 4, “Aprendizagem nos torna humanos”, é dedicado a adentrar a relação intrínseca entre desenvolvimento cerebral e aprendizagem, entre o biológico e o social, explorando conceitos como *teoria da mente* e *neurônios espelho*. Partindo de assertivas como “o cérebro não nasce pronto e se desenvolve sempre”, “cada um tem um jeito singular de aprender” e “viver é interagir”, as autoras analisam o que as Neurociências nos possibilitam conhecer sobre o funcionamento cerebral durante a aprendizagem, e sobre o processo de interação social que nos permite

nos tornarmos humanos. Resultado da interação entre as características guiadas por nossa carga genética e as experiências que vivemos, a aprendizagem de cada ser humano é única.

No capítulo 5, “Como aprendemos?”, as autoras exploram a influência das emoções no processo de aprendizagem e aprofundam o conhecimento sobre como se dá o processo de aprendizagem no nosso sistema nervoso central. Nesse capítulo são elucidadas as relações entre estímulos sensoriais, atenção, emoção, motivação, aprendizagem e memória. A ativação do sistema límbico, circuito responsável pelos processos fisiológicos que nomeamos emoções (em particular, o da amígdala cerebral), influencia os processos de percepção, atenção, comportamentos motivados e memória, sem os quais não há aprendizagem. Considerando essas relações, as autoras esclarecem que, para que a aprendizagem seja efetiva, é necessário que os professores se dediquem a ajudar os alunos a construir uma autoimagem positiva, tornando o erro parte do processo educacional e estruturando situações de aprendizagem com gradação de nível de dificuldade, nas quais o sucesso seja alcançável, para que os alunos desenvolvam a sensação de autoeficácia e a motivação intrínseca. A influência da regulação da atenção – e das dificuldades de controlá-la, como ocorre no TDAH – é, também, abordada neste tópico, assim como

a influência da emoção nos processos atencionais. É explorada, ainda, a relação entre aprendizagem e memória, enfatizando o papel da repetição diversificada das experiências no reforço das sinapses (conexões entre neurônios). Mas, ao contrário do que o senso comum tem difundido, as autoras deixam claro que não se trata de basear o ensino em repetições mecânicas, mas sim, em aprendizagens que retomem o conhecimento estudado em sucessivas elaborações, com diferentes níveis de complexidade. São abordados conhecimentos técnicos sobre o funcionamento da memória de trabalho, os diferentes tipos de memória (implícita e explícita) e as estruturas envolvidas (hipocampo, cerebelo, núcleos da base), assim como as funções executivas (controle inibitório de comportamentos, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho), que são fundamentais para o desenvolvimento tanto das competências acadêmicas – como das chamadas “competências socioemocionais” (autorregulação de comportamentos, interações sociais) – e das habilidades de organização e gerenciamento de tempo.

O capítulo 6, “Princípios da Neurociência que podem potencializar a aprendizagem”, é dedicado a sistematizar os conhecimentos sobre o processo de aprendizagem que as Neurociências alcançaram até o momento e que podem ter impactos positivos, se adotados, no planejamento de inte-

rações mais eficazes em sala de aula. Cada princípio é explicado com base nos achados das pesquisas e é seguido por sugestões práticas de como ele pode guiar o planejamento dos processos de ensino-aprendizagem.

A aprendizagem modifica o cérebro, isto é, os processos de ensino-aprendizagem modificam as conexões cerebrais, produzindo memórias que se traduzem em conhecimentos, habilidades e atitudes.

A forma como cada um aprende é única, pois cada um processa as informações e estímulos de acordo com suas experiências e conhecimentos prévios, que são singulares. Podemos estabelecer aqui, embora as autoras não tenham como objetivo aprofundar essa relação, um paralelo com a teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel: só há aprendizagem quando se consegue mobilizar conhecimentos prévios, que funcionam como *subsunçores*, ou âncoras, que existem na memória de cada um e auxiliam a atribuir sentido ao novo conhecimento. As autoras exploram as descobertas de pesquisas científicas sobre aprendizagem matemática e técnicas de mapeamento com neuroimagens, estabelecendo uma relação com a teoria das Inteligências Múltiplas, de Howard Gardner – embora ressaltem que as bases neurais das distintas inteligências ainda não estão esclarecidas, mas salientando que há pesquisas em curso. Neste ca-

pítulo, as autoras abordam a interessante descoberta advinda de pesquisas de leitura com mapeamento cerebral, auxiliadas por recursos de *eye tracking*, de que ao lermos um texto, o cérebro filtra as informações recebidas, constituindo sentido em relação a elas. Portanto, cerca de 2/3 do que está escrito em um texto não é processado pelo leitor.

A interação social favorece a aprendizagem, pois aprendemos “com” o outro. Aqui, as autoras tangenciam a Neurociência Social, retomando o funcionamento da “Teoria da mente”, dos “Neurônios espelho” e do “Circuito da recompensa” do cérebro. Esse capítulo é um convite para pensarmos nos benefícios das Metodologias Ativas – mais bem exploradas no último capítulo –, que favorecem o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem. As autoras aprofundam sobre os benefícios das atividades colaborativas, tanto para a troca de conhecimentos como para o desenvolvimento de competências socioemocionais que favorecem a aprendizagem. Além de retomar a importância do *feedback*, as autoras citam um conjunto de pesquisas realizadas na Universidade Harvard – conhecidas como “Efeito Pigmeleão” (chamadas também de “profecias que se autorrealizam”) – por meio das quais foi demonstrada a influência das expectativas do professor sobre o sucesso ou o insucesso escolar dos alunos.

O uso da tecnologia influencia o processamento e o armazenamento das informações, tanto positiva quanto negativamente, segundo as pesquisas analisadas. São abordados os efeitos da exposição à tecnologia sobre o cérebro, que vão desde um impacto negativo sobre o processamento da leitura, até a melhora da cognição social, através de aprendizagens *on-line*.

A emoção orienta a aprendizagem. Essa é, sem dúvida, a mais importante descoberta das Neurociências para a sociedade ocidental, que aprendeu a cindir corpo e mente, espírito e matéria, razão e emoção! As pesquisas citadas demonstraram que não há aprendizagem sem emoção. Técnicas de neuroimagem revelam que circuitos e estruturas antes considerados restritos ao processamento das emoções (como a amígdala), e outros, restritos a atividades cognitivas (como o córtex pré-frontal), na realidade interagem de forma dinâmica em processos complexos, tais como a aprendizagem. As autoras exploram as relações entre emoção, autoimagem, motivação e aprendizagem; entre emoção e atenção; entre emoção e memória; e entre emoção e tomada de decisão. Elucidam, ainda, a relação entre o desenvolvimento do controle inibitório do comportamento e a motivação, sobretudo na adolescência, tratando também dos efeitos negativos do stress sobre a aprendizagem e da ansiedade despertada pela aprendizagem da Matemática.

A motivação coloca o cérebro em ação para a aprendizagem. Por essa razão, as autoras salientam a oportunidade de se fazer escolhas sobre o percurso de aprendizagem ativa – o “circuito da recompensa” – como forma de promover a motivação e favorecer a aprendizagem. São abordadas, também, pesquisas que demonstram o efeito da novidade e da curiosidade para o desenvolvimento da motivação intrínseca para a aprendizagem.

No tópico *A atenção é a porta de entrada para a aprendizagem*, as autoras ressaltam que a atenção é imprescindível para a formação de memórias, explorando as relações entre atividade física e movimento e a manutenção da atenção seletiva. Mas, ressaltam que a afirmação de que temos um tempo máximo de 10 a 15 minutos de atenção concentrada em uma única tarefa carece de evidências científicas. O fato é que, durante um tempo mais longo de exposição a um tema, momentos de distração são mais frequentes; mas a pesquisa científica não especifica um tempo determinado, pois muitos fatores interferem para a ampliação ou a redução da atenção.

O cérebro não é multitarefa, ao contrário do que é difundido no senso comum. Experimentos envolvendo testes de memória e a realização de mais de uma tarefa ao mesmo tempo demonstram os malefícios do comportamento multitarefa, tão comum

entre os jovens de hoje, que não conseguem largar o celular enquanto desempenham qualquer outra atividade (como estudar!). Esse é um grande desafio para os professores, salientam as autoras, mas há saídas: desde estabelecer “pausas tecnológicas” entre as tarefas, o que pode parecer contraintuitivo, uma vez que as escolas tendem a proibir o uso dos celulares durante as aulas, até ensinar os alunos a gerenciarem seu tempo, estabelecendo um *mapa de prioridades*.

Aprendizagem ativa requer elaboração e tempo para a consolidação na memória. Por isso, as autoras retomam a explicação sobre o funcionamento da memória de trabalho, demonstrando que aprender não é acumular estímulos, mas sim processá-los e transformá-los em conhecimentos e aprendizagens. Ou seja, a aprendizagem é um contínuo processo de elaboração e reelaboração das novas e velhas informações memorizadas. Neste capítulo, é enfatizada a importância do sono para a memória e da aprendizagem multissensorial para favorecer a elaboração mental. Esta é uma importante evidência científica, que vai na contramão do que ainda hoje se faz nas escolas que se baseiam em aulas expositivas, mobilizando apenas a audição e a visão, trabalhando de forma abstrata, com base unicamente em signos lidos ou escritos em lousa e papel, ou mesmo em dispositivos tecnológicos como tablets e notebooks. Salientando a impor-

tância dos conhecimentos prévios, Amaral e Guerra retomam a teoria de Ausubel, enfatizando o benefício de atividades com níveis crescentes de dificuldade para a elaboração mental, e citam a Taxonomia de Bloom como referencial para a gradação de níveis de complexidade. As autoras afirmam que currículos enciclopédicos, sobrecarregados de conteúdos, não permitem o tempo necessário para a exploração e a elaboração do conhecimento, levando as aprendizagens a se restringirem a um nível superficial de conhecimento. Amaral e Guerra sugerem a utilização de Metodologias Ativas para gerar engajamento cognitivo e emocional nos alunos, bem como para desenvolver a autonomia e o pensamento criativo e crítico. Com essa elaboração mais rigorosa, relacionando resultados de diferentes pesquisas, as autoras colocam em xeque a apropriação equivocada que muitas pessoas têm feito da descoberta neurocientífica de que a repetição favorece a memória. Muitos educadores e pesquisadores têm usado tal descoberta para tentar validar as práticas das pedagogias tecnicista e tradicional, baseadas na repetição mecânica de listas de exercícios, bem como em cópias exaustivas de longos textos.

A autorregulação e a metacognição potencializam a aprendizagem. Conforme Amaral e Guerra (2022,

p. 157), as pesquisas sobre metacognição e aprendizagem revelam que “a aprendizagem autorregulada é a aplicação da metacognição e da autorregulação à aprendizagem”. Nesse tópico, as autoras enfatizam a importância da análise do erro e de atividades cognitivas mais exigentes para o desenvolvimento cerebral. São explorados também o funcionamento das funções executivas na autorregulação e a relação intrínseca entre as áreas cerebrais responsáveis pelas competências cognitivas e pela regulação das emoções. Salientando a relação positiva entre aprendizagem autorregulada e desempenho acadêmico, as autoras sugerem que atividades que favoreçam a autonomia e a metacognição façam parte do processo de ensino-aprendizagem. Nesse princípio das Neurociências, baseiam-se os teóricos do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA)¹. O objetivo do DUA, de acordo com David Rose e colaboradores, é desenvolver estudantes altamente eficazes.

O princípio *Quando o corpo participa a aprendizagem é mais efetiva* aprofunda as relações entre atividade física e cognição, abordando a produção de *fatores neurotróficos*, envolvidos na neuroplasticidade, e neurotransmissores, como a dopamina, a serotonina e a noradrenalina. Amaral e Guerra (2022, p. 165) enfatizam os benefícios do movimento e do

¹ Eladio Sebastián-Heredero, Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), *Revista Brasileira de Educação Especial*, 2020.

envolvimento do corpo na aprendizagem, relacionando as descobertas das Neurociências com as teorias de John Dewey e Maria Montessori, para quem “o pensamento não existe isolado da ação”.

A criatividade reorganiza múltiplas conexões cerebrais e exercita o cérebro aprendiz, pois é um processo que envolve combinar e recombina informações já existentes, gerando novas ideias. Citando pesquisas que mapeiam o pensamento criativo com técnicas de neuroimagem, medidas de atividade cerebral e testes psicométricos, as autoras afirmam que a criatividade é o resultado da ação conjunta de distintas áreas e funções cerebrais, como memória, atenção e funções executivas. Portanto, trata-se de um neuromito a ideia de que a criatividade está especialmente relacionada ao hemisfério direito do cérebro, à divagação mental, aos sonhos e momentos de relaxamento, ao acaso ou a *insights*. Segundo Amaral e Guerra, a criatividade ativa todo o cérebro e recruta algumas áreas mais do que outras, dependendo da tarefa em execução, quer seja mais musical, visual ou científica, por exemplo. Isso derruba também o mito de que o hemisfério esquerdo é mais racional e lógico, enquanto o direito é mais emocional e criativo; na verdade, os hemisférios cerebrais funcionam de forma integrada. Além disso, as autoras diferenciam imaginação de criatividade e colocam as

interações sociais e o hábito de compartilhar ideias como um dos meios de promover o protagonismo e as interações entre os estudantes, auxiliando o desenvolvimento da criatividade. Ou seja, as pesquisas neurocientíficas validam os benefícios das Metodologias Ativas e nos encorajam a assumi-las como pressupostos de um planejamento para a aprendizagem eficaz.

Finalmente, no capítulo 7, “Olhando para o futuro da aprendizagem”, as autoras fazem um balanço das contribuições das pesquisas das áreas das Neurociências e da Educação para se repensar a escola. Reafirmando a defesa de vários autores de que é insustentável tentar educar estudantes do século XXI com práticas do século passado, as autoras identificam o que consideram 22 tendências para a Educação do futuro. Após sintetizar cada tendência, as autoras as organizam em um quadro que engloba três âmbitos: Organização do processo educativo, Habilidades e competências e Tecnologia.

Em Organização do processo educativo, aparecem tendências como: Novas arquiteturas educacionais, com diferentes estações de trabalho e de mobiliário que permitam maior interação do que a proporcionada por carteiras enfileiradas; Pedagogia inovadora, com recurso às Metodologias Ativas de aprendizagem, que preparam o estudante para os desafios contemporâneos e futu-

ros; Diversificação do currículo, compreendendo, como salienta o DUA (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020), que nem todos os estudantes aprendem as mesmas coisas ao mesmo tempo e da mesma forma; Mudança no papel do estudante como centro do processo de ensino-aprendizagem; Novo perfil do professor, que deixa de ser o fornecedor de conteúdos para ser o responsável por assegurar a aprendizagem; Ensino personalizado, com cada aluno construindo seu próprio caminho de aprendizagem; Interdisciplinaridade, com apelo às metodologias como STEAM, favorecendo o pensamento crítico e criativo; Interação social e aprendizagem em rede, pois ensino personalizado não é ensino individualizado, e a interação social favorece a aprendizagem; Avaliação diversificada, que acompanhe o redesenho do currículo e a inovação das metodologias.

No âmbito das Habilidades e competências, são citadas tendências como: Desenvolvimento de competências que garantam a aprendizagem ao longo da vida; Aprendizagem autodirigida, que favoreça a autonomia; Desenvolvimento de competências digitais, incluindo pensamento computacional, linguagem de programação e o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs); Desenvolvimento de habilidades socioemocionais, pois as emoções estão intrinsecamente relacionadas ao desenvolvimento cognitivo; Desen-

volvimento do pensamento crítico, para que os estudantes tenham autonomia para analisar e pensar sobre o que acontece ao seu redor, fazendo escolhas conscientes; Desenvolvimento da criatividade, não como algo adicional, mas como algo intrínseco ao processo educacional; Introdução à reflexão sobre ética e cidadania digital nos currículos, incluindo o desenvolvimento de habilidades de leitura profunda.

Nestes aspectos, embora se tangencie a necessidade de formação, destacando que a melhoria na remuneração, carreira e valorização social do professor permitiriam atrair para a função “pessoas mais qualificadas para ensinar” (2022, p. 195), as autoras não aprofundam, por não ser o objetivo do livro, questões centrais para a viabilidade de aulas mais bem planejadas, como o tempo de preparação de aulas, que a maioria das redes e escolas não estabelece como parte da jornada de trabalho. Sem tempo para formação, planejamento e trabalho entre pares, essas tendências continuarão restritas a poucos espaços “de excelência”, tanto nas redes públicas quanto nas escolas e redes privadas.

No âmbito das Tecnologias, as autoras apontam as seguintes tendências: 17. Ecossistemas educacionais, que envolvam aprendizagens on-line, redes sociais, experiências culturais e comunitárias, centros de pesquisa e museus interativos,

por exemplo; 18. Uso de Tecnologias Emergentes na sala de aula, como a robótica, a gamificação, a realidade virtual e aumentada e modelos multimídia 3D; 19. Kit didático digital, que inclui videoaulas, jogos educacionais, robótica, computação física, impressora 3D, ferramentas de programação e laboratórios virtuais e ferramentas de criação. Para isso, segundo as autoras, é necessário investir, também, em formação de professores.

A longo do livro as autoras (2022, p. 163-167) dedicam um tópico exclusivo para apresentar os resultados de pesquisas que evidenciam os benefícios do movimento e atividade física para a aprendizagem. Elas também relatam (2022, p. 148 e 166) os benefícios da aprendizagem multissensorial e do uso de materiais concretos, sugerem trazer o movimento para o contexto da aprendizagem através de atividades como dança, música, teatro e oficinas (2022, p. 166) e dedicam todo um tópico para salientar os malefícios, mais do que os benefícios, da tecnologia para o desenvolvimento cerebral (2022, p. 115-122). Entretanto, no capítulo 7, que funciona como uma conclusão, foca-se apenas em tendências de utilização das tecnologias digitais, que aparecem nos documentos escolhidos como referência. Acreditamos que tendências de educação “desplugada” precisam ser melhor estudadas e incentivadas, pois os dados apresentados no livro trazem sustentação científica para

iniciativas como o programa “Novo Olhar”, que o SESI-SP coloca em andamento neste momento, e que tem como uma de suas propostas o ensino da leitura e da escrita através de práticas teatrais dentro do projeto “Palavra em Cena”.

Finalizando, indicamos a leitura do livro para todos aqueles que buscam compreender o que é uma aprendizagem baseada em pesquisas científicas e que queiram compreender as contribuições que a área das Neurociências pode aportar para se pensar a Educação.

PALAVRAS-CHAVE Neurociências, Educação, Revisão.

AMARAL, Ana Luiza Neiva; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e Educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília: SESI/DN, 2022. 290 p. ISBN: 978-65-89559-39-9

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 26, n. 4, p. 733-768, out.-dez. 2020.