

JACÓBSEN, R. T.; GABRIEL, R. Resenha de *How we learn – why brains learn better than any machine... For now*. *ReVEL*, vol. 19, n. 36, 2021. [www.revel.inf.br]

RESENHA DE
HOW WE LEARN – WHY BRAINS LEARN BETTER THAN ANY
MACHINE... FOR NOW

Rafael Tatsch Jacóbsen¹

Rosângela Gabriel²

rafaeltjacobsen@gmail.com

rgabriel@unisc.br

Nesta obra, Stanislas Dehaene, diretor do NeuroSpin – Centro de Imageamento Cerebral em Saclay, França, e professor de psicologia experimental no Collège de France, tenta responder perguntas relevantes, apresentando o estado da arte das pesquisas sobre a ciência da aprendizagem, de maneira didática e radicalmente multidisciplinar, baseando-se em descobertas científicas recentes da neurociência, mas também da inteligência artificial e da educação: Aprender depende de circuitos específicos? O que faz esses circuitos perderem sua plasticidade ao longo dos anos? A plasticidade pode ser reaberta? Quais as regras que a governam? Como o cérebro pode ser tão eficaz desde o nascimento e durante a juventude de uma criança? Quais algoritmos permitem que nossos circuitos cerebrais formem uma representação do mundo? Compreendê-los nos ajudaria a aprender melhor e mais rápido? Poderíamos tirar inspiração deles para construir máquinas mais eficientes, inteligências artificiais que acabariam por nos imitar ou até nos superar?

Stanislas Dehaene começa seu livro *How we learn – Why brains learn better than any machine... for now* lembrando que, em 2009, uma criança extraordinária o

¹ Doutorando em Letras na UNISC - Universidade de Santa Cruz do Sul. Bolsista Capes.

² Doutora em Letras, professora e pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Letras da UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul. Bolsista Produtividade em Pesquisa CNPq.

forçou a revisar suas ideias sobre aprendizagem. Felipe tinha sido baleado na coluna aos quatro anos e ficou tetraplégico e cego. O menino falava sem erros e com um extenso vocabulário. Dehaene ouviu que o garoto sempre fora apaixonado por línguas e que nunca perdia a oportunidade de enriquecer seu vocabulário trilingue (Felipe fala português, inglês e espanhol). Em poucos meses, Felipe aprendeu a ditar histórias para um assistente e, depois, começou ele mesmo a escrevê-las com o uso de um teclado especial conectado a um computador e a uma placa de som. Conhecer o relato desse garoto persuadiu Dehaene a olhar mais de perto o que é, provavelmente, o maior talento do nosso cérebro: a habilidade de aprender.

Stanislas questiona como Felipe e ele podem compartilhar dos mesmos pensamentos, dadas suas experiências sensoriais diferentes. O caso de Felipe não é o único: Helen Keller (1880-1968) e Marie Heurtin (1885-1921), ambas nascidas cegas, entretanto, após anos de isolamento, aprenderam a língua dos sinais e se tornaram brilhantes pensadoras e escritoras, e Emmanuel Giroux, cego desde os onze anos, tornou-se um matemático de primeira. O autor comenta que a plasticidade cerebral quase parece temperamental: às vezes supera dificuldades enormes e, outras vezes, deixa crianças e adultos que são altamente motivados e inteligentes com deficiências debilitantes.

Dehaene cita que gerações inteiras devem morrer, devido à falta de adequada adaptação, antes que uma favorável mutação possa aumentar a chance de sobrevivência da espécie. A habilidade de aprender, por outro lado, é ser capaz de adaptar-se às condições imprevisíveis o mais rápido possível. Não somos simplesmente *Homo sapiens*, mas *Homo docens* - a espécie que ensina a si mesma. A maioria do que nós conhecemos do mundo não nos foi dado por nossos genes: tivemos que aprender com nosso ambiente ou com aqueles que nos rodeiam. Na raiz de todas as realizações humanas está um segredo: a extraordinária habilidade de nosso cérebro de formular hipóteses e selecionar aquelas que se adaptam ao nosso ambiente. Aprender é o trunfo da nossa espécie. Em nosso cérebro, bilhões de parâmetros estão livres para se adaptarem ao ambiente, à linguagem, à cultura, aos pais e à comida... E porque nós possuímos uma habilidade única para a linguagem e para a matemática, nosso dispositivo de aprendizagem é capaz de navegar vários espaços de hipóteses que se recombinaem em potencialmente infinitos conjuntos – mesmo se eles estiverem baseados em fixas e invariáveis combinações herdadas da nossa evolução.

Dehaene afirma que a pedagogia é um privilégio exclusivo de nossa espécie: nenhum outro animal ensina ativamente sua prole, reservando tempo específico para monitorar seu progresso, dificuldades e erros. A invenção da escola, uma instituição que sistematiza a educação informal presente em todas as sociedades humanas, tem aumentado nosso potencial cerebral. Descobrimos que podemos tirar vantagem da plasticidade exuberante do cérebro infantil para incutir nele uma quantidade máxima de informações e talento. A educação é o principal acelerador do nosso cérebro. Não é difícil justificar sua presença nos lugares mais altos dos gastos governamentais: sem ela, nossos circuitos corticais continuariam como diamantes brutos. O autor afirma que a memória de curta duração de uma pessoa letrada e o número de sílabas que ela consegue repetir é quase o dobro do que um adulto que nunca frequentou a escola e continuou iletrado. O QI aumenta vários pontos para cada ano adicional de educação e literacia.

How we learn está dividido em três partes³. Na primeira, o autor conceitua “O que é aprendizagem” em dois capítulos. No primeiro, “Sete definições de aprendizagem” (no original, *Seven Definitions of Learning*), Dehaene declara que aprender é formar um modelo do mundo exterior, que nosso cérebro tem adquirido milhares de modelos internos do mundo exterior e que ele constantemente projeta hipóteses e frames interpretativos desse mundo. O poder da aprendizagem está em sua habilidade de se ajustar ao mundo exterior e corrigir erros. Aprender é ter êxito em inserir novo conhecimento em uma rede existente. Nesse capítulo, vemos que os bebês já possuem circuitos cerebrais organizados, cheios de limites inatos, e que apenas parâmetros específicos, que variam imprevisivelmente, são posteriormente adquiridos. No capítulo dois, “Por que nosso cérebro aprende melhor do que as máquinas atuais” (*Why our brain learns better than current machines*), o autor afirma que, no cérebro humano, aprender quase sempre significa tornar o conhecimento explícito, para que possa ser reutilizado, re combinado e explicado aos outros. Nesse capítulo, aprendemos sobre como o vocabulário novo é aprendido e como a intenção do humano é facilitar o aprendizado de novas palavras por bebês.

A segunda parte do livro, “Como nosso cérebro aprende” (*How our brain learns*), é composta de quatro capítulos. No capítulo três, “O conhecimento invisível dos bebês” (*Babies’ Invisible Knowledge*), vemos que os bebês são como pequenos cientistas: possuem intuições precoces sobre aritmética, física e psicologia. Em

³ As traduções são de responsabilidade dos autores da resenha.

experimentos, os bebês se surpreendem quando objetos e imagens desaparecem ou deturpam as leis da física. Na seção “O sentido numérico” (*The Number Sense*), vemos que os bebês percebem os números dentro de poucas horas de vida e que seus cérebros contém “neurônios para números”. Bebês muito antes de pronunciarem suas primeiras palavras manipulam probabilidades e as combinam em sofisticados silogismos. Por volta dos dez meses, começam a atribuir personalidades às pessoas e conseguem perceber quais são bem-intencionadas, quais intencionalmente fazem mal e alguém que o faz por acidente, ou alguém que se recusa a ajudar outra pessoa ou que não tem a oportunidade de ajudar. Bebês também já conseguem perceber faces desde o útero materno. A linguagem falada se desenvolve tão facilmente quanto a percepção de faces. Embora não nasçam com um léxico plenamente desenvolvido, possuem uma incrível capacidade de adquiri-lo em tempo recorde. Dehaene afirma que Noam Chomsky, por isso, provavelmente estava certo em postular que nossa espécie nasce com um *language acquisition device*, um sistema especializado que é automaticamente desencadeado nos primeiros anos de vida.

No capítulo quatro, “O nascimento de um cérebro” (*The birth of a brain*), Dehaene afirma que, se pudéssemos dissecar o cérebro de um recém-nascido, deveríamos observar, ao nascer e, talvez, até mesmo antes, estruturas neuronais bem organizadas correspondentes a cada um dos domínios do conhecimento. Até cerca de vinte anos atrás, o cérebro de um recém-nascido era terra desconhecida. Foi apenas com o advento de sofisticados métodos de imageamento por ressonância magnética (MRI) que finalmente conseguimos visualizar a precoce organização do cérebro humano e descobrimos que, de acordo com nossas expectativas, praticamente todos os circuitos do cérebro adulto estão já presentes no de um bebê recém-nascido. Ghislaine Dehaene-Lambertz, Stanislas Dehaene e Lucie Hertz-Pannier foram os primeiros cientistas a usar MRI funcional em bebês de dois meses. De fato, eles observaram que aos dois meses após o nascimento, quando bebês escutavam frases em sua língua nativa, ativavam as mesmas regiões do cérebro que os adultos. Aos dois meses, os bebês ainda não entendem as frases que ouvem, pois eles ainda têm que aprender palavras e regras gramaticais. Entretanto, em seus cérebros, a informação linguística é canalizada para circuitos altamente especializados, similares aos dos adultos.

No capítulo cinco, “A contribuição do ambiente” (*Nurture’s share*), Dehaene apresenta a definição de neurônios, axônios, dendritos, neurotransmissores, além dos

tipos de memórias, como a memória de trabalho, a memória episódica, a memória procedural e a memória semântica. Nosso cérebro extrai a informação presente nas experiências, generaliza-as e integra-as à vasta biblioteca de conhecimento de mundo engramada nas estruturas cerebrais. Nesse capítulo, vemos que com aprendizagem e reforço, as sinapses ficam mais fortes, como uma fábrica que aumenta sua produtividade: recruta mais neurotransmissores no lado pré-sináptico e mais moléculas receptoras no lado pós-sináptico. O autor afirma que os neurônios não são os únicos jogadores do jogo da aprendizagem. À medida que a aprendizagem progride, o ambiente também muda, incluindo as células da glia, que alimentam e curam os neurônios e, até mesmo, a rede vascular de veias e artérias que provêm oxigênio, glicose e nutrientes. As sinapses são processos materiais que requerem inputs nutricionais e energéticos específicos e algumas semanas de privação de nutrientes podem levar até mesmo a déficits permanentes.

Em seguida, Dehaene menciona que os cientistas falam de período sensível em vez de período crítico: a capacidade para aprender encolhe, mas nunca realmente chega a zero. Felizmente, esse “período sensível” se refere à gramática e à fonologia. Para a aquisição de vocabulário e significados de novas palavras, nosso cérebro adulto continua a exibir um certo nível de plasticidade infantil ao longo de toda a vida, embora a razão biológica por que os circuitos lexicais não sofram de um período sensível seja atualmente desconhecida. Entretanto, a maior parte do aprendizado não acontece antes dos três anos. Nossos cérebros continuam flexíveis por muitos anos. Depois do período da primeira infância, a plasticidade neural diminui, mas nunca desaparece. Enfraquece lentamente ao longo do tempo, começando com as áreas sensoriais periféricas, mas as áreas corticais de alto nível mantêm seu potencial de adaptação por toda nossa vida. É por isso que intervenções educacionais, às vezes, promovem milagres, especialmente quando rápidas e intensas.

No capítulo seis, “Recicle seu cérebro” (*Recycle your brain*), Dehaene descreve os iletrados e aponta que são incapazes de reconhecer letras, têm dificuldades de reconhecer formas e distinguir imagens espelhadas, prestar atenção a uma parte de um rosto e memorizar e distinguir palavras faladas. Dehaene formulou a hipótese da reciclagem neuronal, na qual todo aprendizado novo depende da readaptação da arquitetura neuronal pré-existente, cujas propriedades esse aprendizado recicla. A educação deve, por isso, adaptar-se dentro dos limites inerentes aos nossos circuitos neurais, tirando vantagem de sua diversidade, bem

como do estendido período de plasticidade neuronal que é característico de nossa espécie. A reciclagem neuronal ocorre dentro do cérebro de um indivíduo e em um quadro temporal mais curto do que a evolução Darwiniana, em questão de dias a anos. Reciclar um circuito cerebral significa reorientar sua função sem modificação genética, meramente por meio da aprendizagem e da educação.

Nesse capítulo, também aprendemos que há neurônios especializados no aprendizado da matemática, no reconhecimento de faces e no aprendizado da leitura. A aquisição da literacia envolve a emergência de uma região no córtex visual que Dehaene e seu colega, Laurent Cohen, denominaram “área da forma visual das palavras” (*Visual Word Form Area*). Essa região concentra o conhecimento das letras e é considerada a “caixa das letras” de nosso cérebro. Essas regiões são pouco ativadas em iletrados, porque as letras não conseguem ser reconhecidas. Se apresentarmos uma sequência de palavras escritas para um adulto que tenha aprendido a ler, as áreas ativadas incluem a área da “caixa das letras”, no córtex occípito-temporal esquerdo, bem como as clássicas regiões associadas à compreensão da linguagem. Nessa seção, é destacada também a importância da escolarização, da estimulação cultural e educacional e de um ambiente rico em diferentes aprendizagens para a formação da criança.

Na parte três do livro, “Os quatro pilares da aprendizagem” (*The four pillars of learning*), o autor cita a atenção, o engajamento ativo, o *feedback* de erros e a consolidação como os quatro pilares para a aprendizagem. No capítulo sete, “Atenção” (*Attention*), aprendemos que, nas ciências cognitivas, a atenção se refere a todos os mecanismos pelos quais o cérebro seleciona a informação, amplifica, canaliza e aprofunda seu processamento. A atenção resolve o problema da “saturação de informação”. É por isso que uma pirâmide de mecanismos de atenção, organizados como um filtro gigante, realiza uma triagem seletiva. Em cada estágio, nosso cérebro decide quanta importância deveria atribuir a tais *inputs* e aloca recursos somente para a informação que considera mais essencial. Dirigir a atenção é escolher, filtrar e selecionar: é por isso que os cientistas cognitivos falam de “atenção seletiva”.

No capítulo oito, “Engajamento ativo” (*Active engagement*), Dehaene afirma que, para aprender, nosso cérebro precisa primeiro formar um modelo mental hipotético do mundo exterior, o qual então se projeta sobre seu ambiente e põe à prova suas previsões, comparando com o que recebe de seus sentidos. A motivação é essencial: nós aprendemos bem se tivermos um objetivo claro e estivermos

plenamente comprometidos a alcançá-lo. O cérebro aprende eficazmente se estiver atento, focado e ativo em gerar modelos mentais. Para melhor digerir novos conceitos, estudantes ativos constantemente parafraseiam-nos em suas próprias palavras e pensamentos. Estudantes passivos ou distraídos não se beneficiarão de qualquer lição, porque seus cérebros não atualizam seus modelos mentais do mundo. Quando o aprendizado está relacionado a propriedades cognitivas de alto nível, tais como a memória explícita dos significados das palavras em vez de sua mera forma, esse aprendizado parece ocorrer se o aprendiz presta atenção, pensa, prevê e propõe hipóteses correndo o risco de cometer erros. Sem atenção, esforço e profunda reflexão, a lição desaparece sem deixar muitos traços no cérebro.

Em relação à prática pedagógica, o autor afirma que palestras tradicionais, nas quais os alunos ficam passivos enquanto o professor prega por cinquenta minutos, não são eficazes. Comparadas a métodos de ensino que promovam engajamento ativo, palestras sistematicamente produzem performances baixas. Não há um único método milagroso, mas uma variedade de abordagens que forcem os estudantes a pensarem por si próprios, tais como atividades práticas, discussões nas quais todos participem, trabalhos em pequenos grupos, ou professores que interrompem suas aulas para fazer perguntas difíceis e que deixam os alunos pensarem sobre por um tempo. Todas as soluções que forcem os estudantes a abandonarem o conforto da passividade são eficazes.

Dehaene cita a supremacia do ensino explícito por parte do professor em detrimento dos métodos de descoberta por parte do aluno e o pior efeito da aprendizagem por descoberta: ela deixa os estudantes com a ilusão de que dominaram um certo tópico, sem nunca dar-lhes meios de acessar os profundos conceitos da disciplina, ou seja, por mais que seja crucial para os alunos estarem motivados, ativos e engajados, isso não significa que devam ser deixados com seus próprios recursos. Além disso, o autor aborda o papel da curiosidade na aprendizagem e da metacognição.

No capítulo nove, “Resposta ao erro” (*Error feedback*), Dehaene aponta que os erros sempre desaparecem contanto que recebamos feedback que nos diga como melhorar. Ele aponta o estudo de dois pesquisadores americanos, Robert Rescorla e Allan Wagner, que formularam a seguinte hipótese: o cérebro aprende apenas se percebe uma lacuna entre o que prevê e o que recebe. Nenhum aprendizado é possível sem um sinal de erro e acrescentam: “Os organismos apenas aprendem quando

eventos violam suas expectativas”; além disso, a “previsão de erro” mede o grau de surpresa associado a cada estímulo. O cérebro então usa esse sinal de surpresa para corrigir sua representação interna: o modelo interno muda em proporção direta à força do estímulo e o valor da previsão de erro. Essa regra garante que a próxima previsão seja mais próxima da realidade. A aprendizagem ocorre se o cérebro seleciona os *inputs* sensoriais apropriados (atenção), usa-os para produzir uma previsão (engajamento ativo), e avalia a precisão da previsão (*feedback* do erro).

Dehaene afirma que *feedback* não pode ser confundido com punição e cita o depoimento do bem-sucedido escritor francês Daniel Pennac: “eu não via qualquer futuro para mim, e eu não tinha nenhuma possível representação de mim mesmo como um adulto. Não porque eu não queria nada, mas porque eu pensava que eu era incapaz de qualquer coisa”. Pennac flertou com o suicídio, mas, finalmente, conseguiu superar essa representação de si. Entretanto, nem todas as crianças possuem tal resiliência. Outro tópico abordado é o papel da revisão após a aprendizagem. A repetição tem outros benefícios para o cérebro: automatiza nossas operações mentais até que se tornem conscientes.

O último pilar da aprendizagem que precisa ser examinado, a consolidação, intitula o último capítulo (*Consolidation*). O autor exemplifica por meio da leitura que - inicialmente lenta, consciente e de processamento sofrível - passa a ser, após sua consolidação, rápida, inconsciente e com expertise automática. Automatizar a leitura significa estabelecer um restrito e especializado circuito para o eficiente processamento das sequências de letras que regularmente encontramos. O que é verdadeiro para a leitura também se aplica para outras áreas da aprendizagem. A consolidação é essencial porque torna os recursos de nosso cérebro disponíveis para outros propósitos e porque não podemos alcançar os mais altos níveis da pirâmide educacional sem primeiro consolidar suas fundações. O sono tem um importante papel na consolidação: enquanto dormimos, nosso cérebro continua ativo: ele processa um algoritmo específico que retoma os importantes eventos registrados durante o dia anterior e gradualmente os transfere para um compartimento mais eficiente da nossa memória.

Na conclusão, “Reconciliando educação com neurociência” (*Reconciling Education with Neuroscience*), Dehaene reafirma algumas premissas: a aprendizagem não ocorre passivamente, cometer erros é parte do aprendizado, o sono não é apenas um período de descanso, as máquinas ainda não se comparam ao

cérebro humano. O autor reforça treze ideias para implementar melhorias na aprendizagem: 1. não subestimar as crianças; 2. tirar vantagem dos períodos sensíveis do cérebro; 3. enriquecer o ambiente, 4. abandonar a ideia de que todas as crianças são diferentes; 5. prestar atenção à atenção; 6. manter as crianças ativas, curiosas, engajadas e autônomas; 7. tornar cada dia escolar agradável; 8. encorajar esforços; 9. ajudar estudantes a aprofundar seu raciocínio; 10. estabelecer objetivos de aprendizagem claros; 11. aceitar e corrigir erros 12. praticar regularmente; e, por último, 13. deixar os estudantes dormirem.

Em *How we learn*, Dehaene nos apresenta um universo de pesquisas e, com uma linguagem fluida, de fácil compreensão e repleta de exemplos advindos da história da humanidade, deixa-nos uma importante mensagem sobre o papel da educação em conjunto com as ciências, escolas, professores e famílias, para o benefício da formação sociocultural de nossas crianças.

DEHAENE, Stanislas. *How we learn – Why brains learn better than any machine... for now*. Viking, 2020.