

BARBARA OAKLEY, BETH ROGOWSKY,  
TERRENCE J. SEJNOWSKI

Cel mai bun  
ghid pentru  
învățare



# Un alt fel de a învăța

Neuroștiința  
în slujba educației



# 1



## Formarea memoriei: felul în care elevii se păcălesc închipuindu-și că învață

Katina începe să plângă când se uită la nota primită. Deja știi de ce mai are puțin și-i dau lacrimile: de-abia a trecut examenul. „Nu știu de ce mi se șterge orice informație când trebuie să susțin un test. Înțeleg totul când sunt în clasă sau acasă. Doar că atunci când văd foaia, mă blochez. Cred că am anxietate de test. Sau poate că nu mă pricep la matematică. Mama spune că sunt ca ea: stau prost la matematică“, afirmă Katina.

Judecând după toate aparențele, Katina este o elevă bună. Evident, testele au exclus provocări precum cititul sau tulburări care au legătură cu matematica. Și Katina face tot posibilul să se concentreze la ceea ce se predă. Duce la bun sfârșit tema, chiar dacă nu întotdeauna destul de bine. De asemenea, realizează proiecte de lucru manual nemaipomenite și are mulți prieteni. Cu alte cuvinte, este creativă și genul de persoană în preajma căroră elevilor le place să fie.

Nu doar Katina are bătaii de cap cu matematica<sup>1</sup>, Ben are aceeași problemă. Și Federico are probleme cu scrisul, Jared cu limba spaniolă, iar Alex cu înțelegerea tabelului periodic. De fapt, poate deja o treime din clasa ta se confruntă cu o mentalitate de tipul „Eu nu pot“,

când la o materie, când la alta. Îți faci griji, pentru că atunci când vine vorba despre testele naționale, Katina și alți colegi ca ea din clasă vor trage în jos media generală pe școală. Atât media generală a școlii, cât și moralul tuturor din școală vor fi pe o pantă descendentă, precum și moralul *tău*.

Ce se întâmplă? Îi poți ajuta pe Katina, pe Jared și pe ceilalți să-și îmbunătățească abilitatea de a învăța cu succes la materiile la care aparent stau prost?

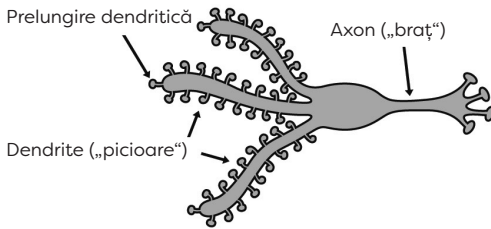
## Învățarea creează conexiuni în memoria de lungă durată

Pentru a înțelege mai bine, să facem un pas înapoi și să aruncăm o privire la piatra de temelie a creierului – celula biologică numită *neuron*. Fiecare om are aproape 86 de miliarde de neuroni. Sunt o mulțime de neuroni pentru toți – chiar și cei mai dificili elevi au o mulțime de neuroni! De fiecare dată când tu sau elevii tăi învățați un lucru nou, un concept sau o procedură, se creează noi conexiuni între mici perechi de neuroni.

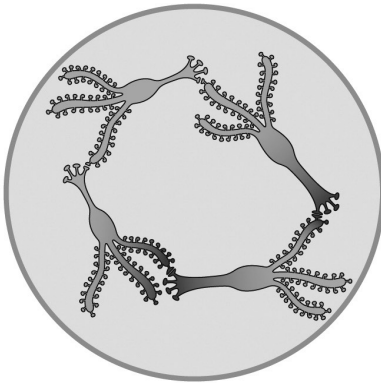
Dacă te uiți la părțile principale ale neuronului, acestea sunt simple. Au picioare, care se numesc *dendrite*. Picioarele au o mulțime de *țepi*, aproape ca aceia ai unui cactus (teoretic, aceștia poartă denumirea de *prelungiri dendritice*). Și au un braț care se numește *axon*.

Când elevii își îndreaptă atenția asupra învățatului, *începe* procesul de realizare a noilor conexiuni între neuroni. Aceste conexiuni încep să se formeze fie că elevii stau în fața ta, în clasă, citesc o carte acasă sau încearcă prima lor aruncare la baschet, fie că descifrează dedesubturile unui nou joc pe computer. Cu alte cuvinte, își încurajează axonii (brațele neuronale) să se întindă și aproape să atingă prelungirile dendritice.

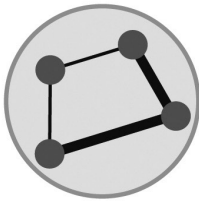
Odată ce un neuron implicat în procesul de învățare ajunge suficient de aproape de un neuron învecinat, un semnal țâșnește de-a lungul breșei înguste (numită *sinapsă*) dintre cei doi neuroni. În timp ce trece de la un neuron la altul, acel semnal reprezintă gândurile noastre: baza procesului de învățare.



Părțile principale ale neuronului sunt ușor de înțeles: au picioare cu țepi și un axon. În acest desen, am mărit foarte mult anumite trăsături ale neuronului pentru a vedea mai clar axonul, dendritele și prelungirile dendritice.



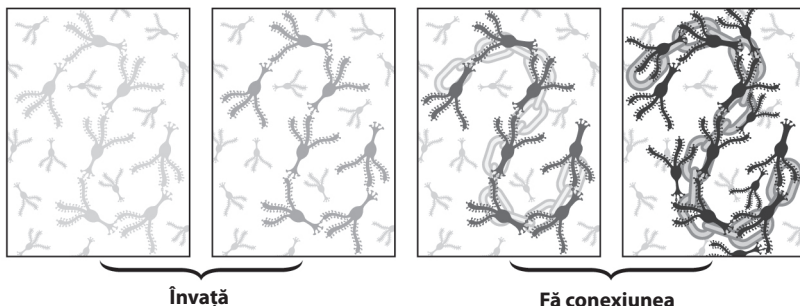
Când elevii învață ceva, se formează legături între neuroni. Prelungirea unui neuron vine în contact cu axonul altui neuron.



Un set de neuroni conectați poate fi înfățișat simplificat ca un set de puncte conectate. Conexiunile mai puternice sunt descrise cu ajutorul liniilor îngroșate, iar conexiunile mai slabe cu ajutorul liniilor mai puțin îngroșate. Este desenat un cerc umbrit în jurul perechii de legături. Acest cerc, cu „neuroni puncte” și legăturile acestora, reprezintă un nou concept învățat sau o idee.

## Învăță și fă conexiunea!

Pe măsură ce elevii învață, neuronii fac conexiuni între ei și devin mai puternici. Numim acest proces *învăță și fă conexiunea*. Acest concept își are originea în cel de *învățare hebbiană*, un proces prin care neuronii care acționează împreună se conectează aproape simultan.<sup>2</sup> (Donald Hebb, psiholog canadian, a fost cel care a descris pentru prima dată acest proces.) Cu alte cuvinte, când o anumită pereche de neuroni începe să concluzeze mai des, devine ca un cor bine antrenat. De fapt, „a cânta împreună“ reprezintă felul în care neuronii formează o succesiune de conexiuni unul cu celălalt, așa cum apare în ilustrația de pe pagina anterioară.<sup>3</sup>



**Învăță și fă conexiunea:** în prima imagine din stânga, cu titlul *învăță*, îți poți face o idee despre felul în care neuronii încep să se găsească unul pe celălalt, pe măsură ce elevul face cunoștință cu un nou concept; de exemplu, în timpul unei perioade scurte de explicații oferite de către un profesor sau în timp ce citește un manual sau se uită la un videoclip. Conexiunile sunt realizate pe măsură ce elevul urmărește și pune în practică informația (a doua imagine). În timp ce elevul folosește noua idee, metodă sau concept, conexiunile se consolidează în memoria de lungă durată și formează baza competenței (a treia imagine). Totuși, mai mult antrenament în moduri complet noi poate extinde procesul de învățare către arii noi (a patra imagine), lucru care le permite neuronilor să se conecteze cu alți neuroni care stau la baza unor concepte înrudite.

Ca să-ți faci o idee despre felul în care neuronii realizează conexiunea între ei, privește grupul de imagini de pe pagina anterioară, intitulat „Învăță și fă conexiunea“. Când un elev începe să învețe ceva, neuronii încep să se găsească între ei și să facă conexiunile, așa cum vezi în prima și în a doua imagine. Numim această situație etapa de *învățare*. (Neuronii propriu-zisi sunt dispuși într-o structură mult mai complexă în *cortexul cerebral*, noua arie a creierului din punct de vedere evolutiv care ne ajută în ceea ce privește procesul amplu de gândire. Dar aici o să păstrăm lucrurile simple, cu schema noastră neuronală.)

Pe măsură ce își consolidează procesul de învățare, eleva își creează conexiuni mai puternice, așa cum este descris în a treia imagine. Aici ea atinge nivelul de competență necesar. Pe măsură ce exersează metoda de învățare în contexte inedite și pline de dificultăți, își consolidează legăturile de bază și le extinde chiar mai departe, așa cum este ilustrat în a patra imagine. Numim acest proces de întărire și de prelungire a neuronilor etapa *fă conexiunea*. Această interconectare neuronală mai extinsă este simbolizată de conexiuni mai extinse, cu mai multe perechi de neuroni care stau la baza acestor conexiuni.

Uneori, oamenii cred că au un spațiu limitat pentru amintirile de lungă durată. Acest lucru nu este adevărat. Capacitatea creierului de a stoca informația pare că este în jur de un catralion de biți. (Un catralion înseamnă 1 urmat de 15 zerouri – poți să te gândești ca la numărul de dolari pe care îi dețin un milion de miliardari.)

Acest lucru înseamnă că în creier poate fi stocată mai multă informație decât numărul firelor de nisip de pe plajele și deșerturile din lume.

Problema oamenilor cu memoria nu o reprezintă cantitatea de informație, ci stocarea acesteia sau scoaterea din memorie. Seamănă puțin cu a avea un abonament la un streaming care poate să redea un număr aproape infinit de melodii. În această situație, adevărata dificultate este să ajungi la melodia care îți place. Sunt în jur de  $10^9$  secunde într-o viață și  $10^{14}$  sinapse în creier, așa că ne permitem să alocăm  $10^5$  sinapse/secundă în timp ce descoperim lumea înconjurătoare.

Tipurile de conexiuni neuronale despre care vorbim formează memoria de lungă durată. Să pui în funcțiune aceste conexiuni poate fi muncă grea. Gândește-te la asta! Prelungirea dendritică a unui neuron trebuie să țâșnească brusc, iar axonul unui alt neuron trebuie să facă o bună conexiune cu acea prelungire.<sup>4</sup> Și nu este ca și cum neuronii trebuie să se conecteze doar într-un singur loc. Împreună, mănunchiuri de neuroni trebuie să formeze zeci, sute de mii, uneori chiar milioane de asemenea conexiuni, chiar și atunci când elevul învață ceva relativ simplu – de exemplu, cum să spună un cuvânt într-o limbă străină sau cum să rezolve o înmulțire ușoară precum  $5 \times 5$ .

Dar iată care este problema. Atunci când învață, Katina și Jared nu formează conexiuni în memoria de lungă durată. În schimb, ei plasează informația într-un loc complet diferit – un raft de stocare temporară denumit *memoria de lucru*. Te poți gândi la memoria de lucru ca la un raft ușor înclinat, care nu susține lucrurile cum trebuie. Când așezi mingi pe el (bucăți de informație), se rostogolesc imediat ce le-ai dat drumul.

Dar înainte să aprofundăm acest subiect, respectiv memoria, să facem un mic sondaj – o preevaluare\* a informațiilor pe care urmează să le explorăm.

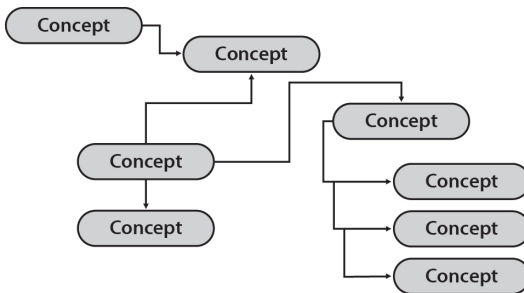
---

\* Preevaluările includ acele metode pe care profesorii le folosesc înainte de predare pentru a aduna informații despre cunoștințele, mentalitatea și pasiunile elevilor. Rezultatele sunt deseori folosite ca punct de plecare pentru redactarea metodei de predare, permițându-le profesorilor să identifice punctele forte și pe cele slabe, să evite surplusul de comunicare și să facă predarea relevantă. În plus, sunt folosite pentru a stabili punctul de plecare și a determina evoluția elevilor.



**Bifează unul** dintre următoarele răspunsuri pentru a indica ce metodă s-a stabilit de către cercetători că te ajută să înveți mai eficient.

- Recitirea
- Sublinierea
- Aducerea aminte (exercițiul recuperării informației)
- Crearea unei hărți conceptuale ca în exemplul de mai jos



(Verifică nota de subsol pentru a afla răspunsul.)

## Memoria de lungă durată versus memoria de lucru

Acea „rostogolire a mingilor“ la care ne-am referit anterior ne conduce la o explorare aprofundată a diferenței dintre memoria de lungă durată și memoria de lucru.\*\*

\* Aducerea aminte (exercițiul recuperării informației) este o metodă mai bună decât celelalte abordări (Karpicke și Blunt, 2011).

\*\* Te poți întreba de ce se numește *memorie de lucru* în loc de *memorie de scurtă durată*. De fapt, memoria de scurtă durată include doar ce reții temporar – ca atunci când te uiți la o propoziție scurtă și o poți vizualiza cu ochii minții sau o poți auzi cu „urechea minții“. Memoria de lucru include memoria de scurtă durată, precum și abilitatea de a păstra informația și de a o prelucra. Așadar, de exemplu, dacă ai fi nevoit



*Memoria de lungă durată* este literalmente ce spune numele – deține informația pe care suntem capabili să o stocăm și să ne-o aducem aminte după săptămâni, luni sau chiar ani.<sup>5</sup> Așa cum am văzut anterior, te poți gândi la memoria de lungă durată ca la un set de conexiuni neuronale pe care elevii și le-au dezvoltat când au învățat lecția foarte bine. Așa cum am menționat anterior, conexiunile neuronale se adună în neocortex – pânza subțire de țesut neuronal care trece peste crestele și șanțurile adânci ale creierului.<sup>6</sup> Când se consolidează conexiunile procesului de învățare pe termen lung prin diferite exerciții, capacitatea de învățare este, în linii mari, într-o formă bună.<sup>7</sup> (Prin exerciții *diferite* înțelegem că nu se exersează cu aceeași informație. De exemplu, nu vrei să pierzi vremea testându-ți aptitudinile cu liste de cuvinte noi într-o limbă străină. În plus, vrei să folosești acele cuvinte noi în diferite propoziții și contexte diferite.)

Dar *memoria de lucru* – acel tipar care reține gândurile temporar – este diferită de memoria de lungă durată. Decât să fie asociată cu perechi de conexiuni care sălășluiesc fericite în neocortex, memoria de lucru seamănă mai degrabă cu o caracatiță care aruncă mingi. Aceste mingi reprezintă gândurile care sar neîncetat din față în spatele creierului, câtă vreme deții ideile în memoria de lucru.<sup>8</sup> O memorie de lucru medie poate să dețină până la patru „mingi” înainte ca ideile să alunece din minte, așa cum poți observa la „caracatița cu patru brațe” de la pagina 19. (Din întâmplare, acestor caracatițe ale elevilor nu le pot crește mai multe brațe. Dar cu cât aceștia exersează mai mult informația primită, cu atât mai mari devin mingile de informații. Mai multe despre asta, în curând.)

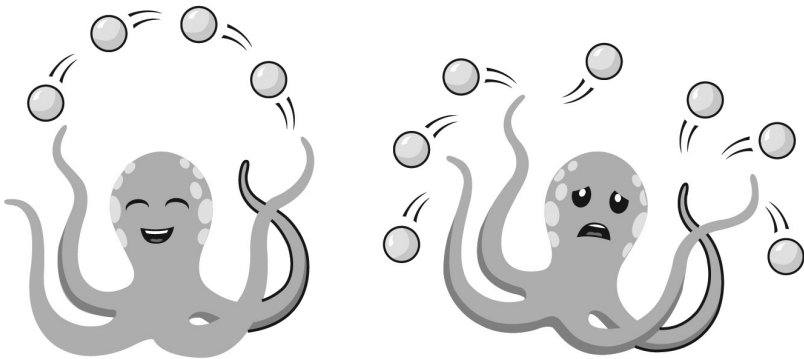
Pentru moment, ar trebui să știi un lucru ciudat despre memoria de lucru. Ori de câte ori caracatița este distrasă de la aruncatul sau prinsul mingilor, ele pot dispărea. Acest lucru ne conduce la unul dintre

---

să spui propoziția invers, ai continua să o păstrezi în memoria de scurtă durată, din moment ce o prelucrai în memoria de lucru pentru a o spune invers.

cele mai fascinante aspecte ale memoriei de lucru – abilitatea vicleană de a-i păcăli pe elevi să creadă că au depozitat, în mod sigur, ceva în memoria de lungă durată. De exemplu, un elev se poate uita la o listă care conține cuvinte noi și să-și spună: *Mă descurc!* Elevul are cuvintele în minte – câtă vreme privește acea listă.

Probleme asemănătoare apar când o elevă aruncă o privire la soluția unei probleme dificile de matematică. *Nu este nevoie să-mi pierd vremea încercând să-mi dau seama de una singură, s-ar putea gândi.* Și deține răspunsul, cel puțin parțial, în minte – dar este doar temporar. Elevii descoperă fenomenul de evaporare a informației când susțin un test („Devin neliniștit la test“ reprezintă uneori codul pentru „Mă apucă panica în momentul în care ajung la memoria de lungă durată și nu este nimic acolo“.)



Majoritatea oamenilor pot ține în jur de patru informații în memoria de lucru. Dar dacă sunt distrași sau dacă încearcă să rețină mai multe deodată, gândurile pot să cadă în afară.

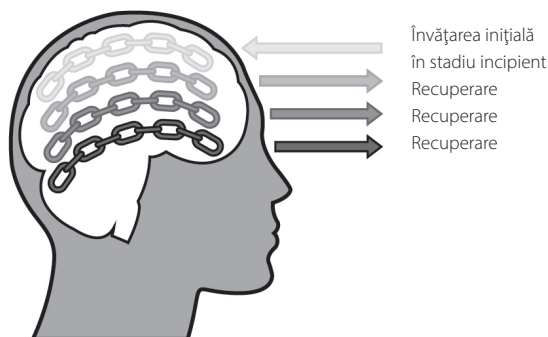
Acest fel de „prieten fals“ al memoriei de lucru este motivul pentru care elevii recurg la recitarea lecțiilor și la subliniat. Ce ar putea fi mai comod și mai util decât să arunci încă o privire peste lecție, subliniind pentru a scoate informația importantă în evidență?<sup>9</sup>

Dar trecerea informației în memoria de lungă durată poate fi un proces dificil. O să explorăm această temă foarte importantă mai în detaliu în capitolul 3. Totuși, ideea de bază este că *exercițiul recuperării* informației este una dintre cele mai bune tehnici pentru a consolida o nouă informație în memoria de lungă durată.<sup>10</sup> Exercițiul recuperării presupune să începi să înveți din propria minte, în loc să te uiți la răspuns. Exemple bune ale exercițiului recuperării includ folosirea cartonașelor cu imagini sau pur și simplu să iei privirea de pe foaie pentru a vedea dacă poți recupera ideea sau ideile principale de pe acea pagină.

Așa cum o să vedem, exercițiul recuperării este departe de a fi o tehnică de memorare lipsită de sens – ajută și la formarea înțelegerii conceptuale. Însă elevii au deseori nevoie să fie învățați să folosească această tehnică. Le este greu să-și dea seama de unii singuri că această tehnică, aparent dificilă, este benefică.<sup>11</sup>

#### Exercițiul recuperării

este una dintre cele mai bune metode de a-ți consolida conexiunile neuronale ale memoriei de lungă durată.



## Memoria de lucru: maestrul șiretlicurilor

Tot acest proces duce la singurul nostru punct crucial: în ciuda diferitelor procese implicate, rareori elevii își dau seama dacă dețin informația

*Procesul predării, bazat pe intuiție  
și experiență, primește acum  
un fundament științific.*

**Steven Pinker,**  
profesor de psihologie, Harvard University



Cum învățăm? Cum reținem informații pe termen lung? Ce se petrece în creierul nostru atunci când rezolvăm un exercițiu de matematică? La aceste întrebări și la multe altele referitoare la procesul învățării, educație și pedagogie răspund autorii volumului de față. Încă de la început, cititorii sunt avertizați că mare parte dintre vechile lor opinii privitoare la aceste subiecte vor fi contrazise pe baza noilor descoperiri. Dacă elevii sau copiii învață mai încet, este, în același timp, posibil să învețe mai temeinic și, dacă perseverează, pot chiar să întrecă niște copii supradotați. Brainstormingul ar putea fi depășit – dar există și alte soluții. Pauzele mici și dese... chiar s-ar putea să fie cheia marilor succese, în vreme ce puțin stres ar fi cu adevărat benefic. Iată doar câteva dintre ideile non-intuitive din această carte revoluționară, din care vei afla tot ce trebuie să știi pentru a deveni un profesor al viitorului: de la cum să folosești lumina pentru cursurile video online până la cum să-i faci și pe cei mai îndărătnici elevi să se îndrăgostească de materia pe care o predai.

