

*Benedict Carey*

**KAKO SE UČIMO**

*Presenetljiva resnica o tem,  
kdaj, kje in zakaj se to zgodi*



*Benedict Carey*

# KAKO SE UČIMO

*Presenetljiva resnica o tem,  
kdaj, kje in zakaj se to zgodi*

*Prevedla: Miriam Drev*



UMco

---

Ljubljana, 2016

**Benedict Carey**  
**KAKO SE UČIMO**  
**Presenetljiva resnica o tem, kdaj, kje in zakaj se to zgodi**  
**HOW WE LEARN**  
**The Surprising Truth About When, Where and Why It Happens**

Copyright © 2014 Benedict Carey. All rights reserved.

© za Slovenijo UMco, d. d., 2016. Vse pravice pridržane.

*Prevod: Miriam Drev*

*Izdajatelj in založnik: UMco d. d.*  
Zbirka Preobrazba

*Urednik: Samo Rugelj*  
*Pomočnica urednika: Renate Rugelj*  
*Jezikovni pregled: Mira Turk Škraba*  
*Oblikovanje ovitka in postavitev: Aleš Cimprič*  
*Izdelava kazala: Neža Poznič*  
*Tisk: Primitus d. o. o.*  
*Naklada: 500 izvodov, 1. natis*  
Ljubljana, 2016

Izdajo knjige je podprla:

**sij** | skupina

Brez pisnega dovoljenja založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnem koli obsegu ali postopku, skupaj s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorski in sorodnih pravicah.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

159.953.5

CAREY, Benedict

Kako se učimo : presenetljiva resnica o tem, kdaj, kje in zakaj se to zgodi / Benedict Carey ; prevedla Miriam Drev. - 1. natis. - Ljubljana : UMco, 2016. - (Zbirka Preobrazba)

Prevod dela: How we learn

ISBN 978-961-6954-49-5

282934528

**UMco d. d.**, Leskoškova 12, 1000 Ljubljana  
tel.: 01/ 520 18 39, e-pošta: bukla-urednistvo@umco.si, www.bukla.si

Mojim staršem



## Vsebina



**Uvod: Razširimo meje** 9

### **Prvi del: Osnovna teorija**

1. **Zgodbar** 21  
Biologija spomina
2. **Moč pozabljanja** 43  
Nova teorija učenja

### **Drugi del: Zapomnitev**

3. **Prelamljanje z dobrimi navadami** 69  
Učinek konteksta na učenje
4. **Uvajanje predaha** 93  
Prednosti delitve učnega časa na odmerke
5. **Skrita vrednost neznanja** 111  
Številne razsežnosti testiranja

## **Tretji del: Reševanje težkih nalog**

- |  |     |
|--|-----|
| <b>6. Dobra stran motenj</b>                       | 141 |
| Vloga inkubacijske dobe pri reševanju težkih nalog |     |
| <b>7. Odnehati, preden ste pri koncu</b>           | 169 |
| Zbirajoči se darovi pronicanja                     |     |
| <b>8. Vaje z mešano snovjo</b>                     | 191 |
| Prepletanje kot pripomoček za razumevanje          |     |

## **Četrty del: Trkanje na nezavedno**

- |                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>9. Učenje brez razmišljanja</b> | 221 |
| Vpreči zaznavno razlikovanje       |     |
| <b>10. Zaspíš, pridobiš</b>        | 245 |
| Utrjevalna vloga spanca            |     |

**Sklep: Tuhtajoči možgani** 267

Zahvale 279

Opombe 287

Imensko in stvarno kazalo 289



## Uvod



# Razširimo meje

**B**il sem piflar.

Takšen vzdevek so uporabljali nekoč za dečka, ki se je potil nad podrobnostmi in delal izvlečke. Stremuha, častihlepneža, marljivega kot čebela – *take baže fantiča* –, in še zdaj, skoraj štirideset let pozneje, ga jasno vidim pred sabo, kako se sklanja nad učbenik in pripira oči pod ceneno namizno svetilko.

Jasno ga vidim tudi zjutraj, ko je pokonci že ob petih in se uči; obiskuje drugi letnik srednje šole, v želodcu ga črviči, ker si ne zna do konca razjasniti – česa? Kvadratne enačbe? Pogovjev za zgodovinski nakup ozemlja države Louisiane? Zakona o posojilu in najemu, izreka o povprečni vrednosti, Eliotove rabe ironije kot metafore za ... kaj, hudiča?

Ni pomembno.

Tisti predmetnik mi je že zdavnaj izpuhtel iz glave. Spominjam se samo svoje groze. Čas me priganja, učne snovi je

preveč in nekatere reči najbrž presegajo mojo pamet. Toda še nekaj drugega je, neki nizkofrekvenčni signal, podoben kapljanju iz pipe v stranišču spodaj v pritličju, ki ga zaznam šele čez nekaj časa: dvom. Glodajoči občutek, da sem zataval s poti, medtem ko se nadarjeni dijaki bližajo cilju, ne da bi po-točili kapljo znoja. Kot marsikdo drugi sem tudi sam odrasel v prepričanju, da je učenje v vseh pogledih samodisciplina, trdo, samotno plezanje po gladki skalnati površini znanja do kraja, kjer živijo ljudje bistre glave. Bolj kot da bi me spodbujala zve-davost ali čudenje, me je gnal strah, da ne bi padel.

Zaradi tega strahu sem bil kot učenec precej čuden patron. Za svojo sestro in oba bratca sem veljal za popolneža, resnega starejšega brata, ki je večinoma dobival odlične ocene. Za svo-je vrstnike pa sem bil nevidna pojava, preveč negotov v svoje znanje, da bi si upal z besedo na dan. Za to razcepljeno osebnost ne krivim svojega mladega jaza, svojih staršev ali učitel-jev. Zakaj le? Edina taktika, ki jo je kdor koli od nas poznal za poglobljanje znanja – da se ženeš kot krvosledni pes –, do neke mere učinkuje; trud je prvo in edino, kar ti bo pomagalo, da boš uspešno zaključil šolanje.

Ampak saj sem takrat že ravnal po tej taktiki; potreboval sem nekaj več, nekaj drugega – in slutil, da to zagotovo obstaja.

Prvi namig, da imam prav, so mi dali drugi dijaki, tisti dva ali trije fantje, ki so pri algebrī ali pa pri zgodovini znali – le kako? – ohraniti mirno kri, zmožnost, da so dali od sebe naj-boljše, ne da bi spominjali na preganjane živali. Kakor da bi jim nekdo zagotovil, da ni nujno takoj razumeti vse, da jim bo sčasoma postalo bolj jasno in da je njihova sumničavost dra-gocen pripomoček sam po sebi. Pravi preobrat pa sem doživel pozneje, ko sem se ubadal z vpisovanjem na kolidž. Kolidž je bil seveda vseskozi moj želeni cilj, vendar mi ga ni uspelo do-seči; ponesrečilo se mi je. Odposlal sem ducat prošenj in pov-sod so me zavrnil. Kljub letom garanja nazadnje nisem imel

pokazati drugega kot šop ovojnica in eno samo mesto na čakalni listi – za kolidž, ki sem ga zatem obiskoval leto dni, nato pa sem se izpisal.

Kaj je šlo narobe?

Nisem imel pojma. Previsoko sem meril, nisem dovolj briljiral, na sprejemnih izpitih nisem dosegel dovolj točk. Saj je vseeno. Preveč me je zaposloval občutek zavrženosti, da bi premislil, kaj. Ne, hujši občutek od zavrženosti. Počutil sem se kot bedak. Bilo je, kakor da bi se zapletel v zanko kakšne goljufive sekte za samoizpopolnjevanje ter plačal članarino guruju, ki jo je vtaknil v žep in izginil. Tako sem torej po opustitvi študija spremenil svoj pristop. Zrahljal sem prijem. Nehal sem sprintati. Razširil sem svoje meje, če povzamem po Thoreauju. Pravzaprav ni šlo za kdo ve kakšno imenitno strategijo – bil sem najstnik in nisem videl več kot meter pred svojim nosom –, bolj za preprost nagon, da sem dvignil glavo in se razgledal naokrog.

Izmoledoval sem si vstop na koloradsko univerzo, ko sem vpisnemu formularju priložil pismo s prošnjo. Bili so preprostejši časi; to je državna fakulteta in sprejeli so me brez pretiranega dopisovanja. V Boulderju sem se nato prepustil sprotnemu dogajanju. Veliko sem hodil na izlete, malce smučal, si čez mero privoščil vsega po vrsti. Spal sem, kadar sem pač lahko, podremal, kadar je nanoslo, vmes tu in tam študiral ter temu primešal krepke odmerke večinoma dovoljenih dejavnosti, po katerih upravičeno slovijo veliki kolidži. Ne rečem, da sem diplomiral iz džina s tonikom; nikoli nisem prekinil študija – ampak dovolil sem, da je študij postal *del* mojega življenja namesto njegov osrednji smisel. Nekje v tem klobčiču primerne in neprimerne početja sem se prelevil v študenta – ne v kakršnega koli, temveč v študenta, ki se ni pretirano obremenjeval z matematiko in fiziko ter je bil pripravljen tvegati, da se mu pri nekaterih zelo zahtevnih predmetih zalomi.

Sprememba ni bila nenadna ali dramatična. Niso zadoneli zvonovi, ni se oglasilo angelsko petje. Zgodilo se je postopoma, kakor je običajno pri teh rečeh. Leta pozneje sem na kolidž gledal podobno kot menda še marsikdo: kljub svojemu vetrnjaškemu življenju in slabim razvadam sem se dokaj dobro odrezal. Nikdar pa se nisem pomudil ob vprašanju, ali so bile tiste razvade res slabe.

\* \* \*

Kmalu po letu 2000 sem se začel ukvarjati z vedo o učenju in spominu, ko sem poročal najprej za *Los Angeles Times* in pozneje za *The New York Times*. Ta téma – zlasti vprašanje, kako se možgani najučinkoviteje učijo – ni bila moja osrednja stroka. Večinoma sem se posvečal širšim področjem, povezanim z vedenjem, kot sta psihiatrija in biologija možganov. Kljub temu sem se vedno znova vračal k učenju, predvsem zato, ker je šlo za tako neotipljivo zadevo. Posvečali so se ji resni znanstveniki, ki so raziskovali, kako na učenje in spomin učinkujejo navidezno dokaj neznatne reči. Glasba iz ozadja. Prizorišče študija – kje se zabubiš v knjigo. Premori za videoigre. Dajte no, imajo te stvari res kakšno vlogo, ko napoči čas, da se izkažeš pri izpitih?

In če jo imajo, zakaj je tako?

Vsaka ugotovitev je imela razlago in za vsako razlago se je zdelo, da je o možganih povedala nekaj, kar ni bilo samo-umevno. Bolj ko sem se poglobljajal, bolj čudne so bile ugotovitve. Motnje lahko pomagajo pri učenju. Dremanje prav tako. Opustitev dela, preden je projekt končan: stvar ni tako slaba, kajti ne povsem opravljeno delo se veliko dlje ohrani v spominu kakor tisto, ki smo ga dokončali. Opravljen test iz predmeta, *preden* vemo kar koli o njem, izboljša poznejše učenje. Nekaj pri teh ugotovitvah mi ni dalo miru. Sprva se ne zdijo povsem prepričljive, vendar jih je vredno preizkusiti – zato ker

so drobne, lahke, izvedljive. Ni pravega izgovora, da bi jih človek odrinil. Kadar se zadnja leta lotim novega načrta, naj gre za delo ali razvedrilo, se ob misli, da bi osvežil kakšno svojo davno zanemarjeno veččino – recimo igranje klasične kitare ali španščino –, vsakič začnem spraševati:

»Ali ne obstaja boljša metoda?«

»Ne bi rajši poskusil z ...?«

In to sem tudi storil. Po eksperimentiranju z več tehnikami, opisanimi v raziskavah, se je vame prikradel neki znan občutek, in ni trajalo dolgo, da sem odkril, od kod izvira: s kolidža. Moj razpuščeni, priložnostni pristop k učenju v Koloradu sicer res ni povsem natančno ustrezal najnovejšim načelom kognitivne vede – v stvarnem svetu nobena stvar ni brezhibna. Toda ritem, v kakršnem so študijski predmeti in tehnike pronicali v moje vsakdanje življenje, v pogovor, bežne misli in celo sanje, se je zdel podoben.

Ta povezava je bila osebna in zaradi nje sem začel vedo o učenju pojmovati kot celoto, namesto da bi v njej videl seznam domislic za samopomoč. Že takrat sem sprevidel, da so ideje – tehnike – veljavne vsaka zase. Teže pa jih je bilo povezati med sabo. Ampak nekako se vendarle morajo ujemati, in sčasoma sem ugotovil, da je to mogoče, samo če jih prepoznaš kot presenetljive poteze osnovnega sistema samega – živih, delujočih možganov. Drugače povedano, skupna spoznanja sodobne znanosti o učenju nam ponujajo veliko več kot le recept, kako se učinkoviteje učiti. Opisujejo način življenja. Brž ko sem to dojel, sem na svojo izkušnjo s kolidža lahko pogledal z drugimi očmi. V redu, svoj študij sem jemal z lažje plati, hkrati pa sem tudi dopustil, da so v moje neakademsko življenje vsebine pritekale drugače kot v prejšnjih časih. In prav takrat, ko možgani sobivajo s preštudiranim gradivom, se šele razkrijejo prednosti in slabosti, omejitve in velikanske zmožnosti možganov kot učnega mehanizma.

Možgani niso podobni mišici, vsaj ne v preprostem smislu. So nekaj popolnoma drugega – občutljivi na razpoloženje, na časovno usklajevanje, na cirkadialne dnevne ritme, kot tudi na umestitev, okolje. Zaznavajo veliko več, kot se sploh zavedamo, in ob obuditvi prej naučenega podatka ali spomina temu pogosto dodajo pred tem še neopažene podrobnosti. Trdo delajo ponoči, med spanjem, ko iščejo skrite povezave in globlji smisel dnevnih dogodkov. Pomen jim je veliko ljubši od brezcilnosti, nesmisel pa jih žali. Tudi ukazov ne marajo preveč, saj pozabljajo dragocene podatke, ki jih potrebujemo za izpit, medtem ko se kdo ve zakaj spominjajo obsežnih prizorov iz filma *Boter* ali pa, na katero mesto se je leta 1986 uvrstila bejzbolska ekipa Boston Red Sox.

Če so možgani stroj za učenje, so vsekakor čudaški stroj, ki teče najbolj gladko, kadar izkoristimo njegove muhe.

\*\*\*

V zadnjih nekaj desetletjih so raziskovalci odkrili in preizkusili številne tehnike, ki poglobljajo učenje – tehnike, ki jih ljudje zunaj znanstvenih krogov večinoma ne poznajo. Ti pristopi niso obrazci za ostrenje bistrumnosti, ki bi zahtevali računalniško programsko opremo, razne naprave ali zdravstvena dopolnila. Prav tako ne temeljijo na neki veličastni filozofiji učenja, ki naj bi povečala dosežke vseh učencev v razredu (tega doslej ni dosegel nihče, vsaj ne zanesljivo). Nasprotno, pri vseh gre za drobne predelave, spremembe študija ali vadbe, ki jih lahko vpeljemo v svoje življenje posamič, v tem trenutku. Najtrši oreh bo morda prav to, da se v nas zbudi zaupanje v njihov učinek. Primorani bomo začasno malce utišati svojo nejevero, kajti ta raziskava oporeka vsem dosedanjim razlagam o tem, kako najbolje pristopiti k učenju.

Pomislite na zveličavni nasvet, da je treba poiskati »miren kotiček« in si v njem ustvariti posvečen študijski prostor. Stvar se zdi več kot samoumevna. Laže se zberemo, če nas ne moti hrup, s sedenjem za vedno isto pisalno mizo pa damo možganom znamenje, da *je napočil čas za delo*. In vendar smo pri delu učinkovitejši, kot ugotavljajo znanstveniki, če neprestano spreminjamo svoje študijske rutine, svoj »posvečeni kotiček« pa zamenjamo za različne druge lokacije. Drugače povedano, oklepanje učnih rutin nas upočasni.

Po neki drugi splošni domnevi velja, da je za izmojstritev v neki večini – denimo zapomnitvi dolgega odlomka ali glasbene lestvice – najbolje, da posvetimo določen časovni sklop vztrajnemu ponavljanju te snovi. Spet napačno. Raziskave kažejo, da možgani učinkoviteje dojemajo vzorce, kadar jim ponudimo vrečko z mešanimi, medsebojno povezanimi nalogami, namesto da jih na silo pitamo samo z eno – ne glede na učenčevo starost ali učno področje, pa naj gre za italijanske stavke ali kemijske vezi. Ne morem si kaj, da ne bi znova pomislil na svoje burno, razdrobljeno življenje v kolidžu, ko sem prebedel vse noči in predremal nešteto popoldnevov, dobrovoljno kljubujoč vsem urnikom. Nočem reči, da tovrsten razpuščeni življenjski slog iz človeka vedno naredi mojstra. Trdim pa, da vključevanje učenja v take ali drugačne poljubne življenjske zahteve lahko v številnih okoliščinah izboljša spomin – in da nekaj, kar je na pogled tratenje časa ali vdajanje zabavi, pogosto nikakor ni samo to.

Veda o učenju – če navedem le en primer – meče drugačno luč na naraščajoči preplah zaradi motenj in naše zasvojenosti z digitalnimi mediji. Oglašja se strah, da se Emily in Josh, s slušalkami v ušesih, ki ju sporočila, tviti in facebook vlečejo na deset koncev in krajev, ne moreta dovolj dobro zbrati, da bi utrdila naučene podatke. Celu huje, vse to razdrobljeno razmišljanje bo sčasoma nekako oslabilo njune možganske

sposobnosti za prihodnje učenje. To je zabloda. Moteča razvedrila seveda lahko ovirajo nekatere vrste učenja, zlasti takrat, ko je zanj potrebna zatopljenost ali neprekinjena pozornost – recimo, kadar beremo zgodbo ali poslušamo predavanje –, in takrat, ko nam klepet na družbenih omrežjih krade čas za študij. Toda zdaj vemo, da nam utegne biti v pomoč, če se na kratko posvetimo nečemu drugemu, kadar smo obtičali pred težko matematično nalogo ali pa imamo ustvarjalno blokado in potrebujemo sprostitev.

Če povzamem, ne obstajata pravi ali napačni pristop k učenju, pač pa obstajajo različne taktike, od katerih je vsaka po svoje primerna za učenje določenih vrst podatkov. Dober lovec past prilagodi plenu.

\* \* \*

Na teh straneh se ne nameravam pretvarjati, da je veda o učenju izpopolnjena do zadnje pike. Ni, in s tega področja dobivamo kopico novih zamisli, zaradi katerih slika postaja še bolj zapletena. Disleksija izboljšuje spoznanja o vzorcih. Dvojezični otroci so boljši učenci. Strah pred matematiko je možganska motnja. Igre so najboljši učni pripomoček. Učenje glasbe krepi dar za znanost. Toda marsikaj od tega so šumi iz ozadja, šuštenje listov v krošnji. Cilj te knjige je orisati drevesno deblo, temeljno teorijo in tista odkritja, ki jih natančen pregled ni omajal – in s katerimi je mogoče izboljšati učenje.

Knjiga se nadgrajuje v štirih delih in tako rekoč od dna proti vrhu. Začne se z uvodom v znanstvena spoznanja o tem, kako se možganske celice oblikujejo in ohranjajo nove podatke. Obvladovanje te osnovne biologije nas bo oskrbelo s pronicljivo naravoslovno analogijo za tako imenovani kognitivni temelj učenja. Kognitivna znanost je za stopničko više od biologije in pojasnjuje – kar je za nas najpomembnejše –, kako so med



seboj povezani pomnenje, pozabljanje in učenje. Ti dve poglavji postavljata teoretični temelj za vse tisto, kar sledi.

V drugem delu so podrobno navedene tehnike, ki krepijo naš spominski zapis, bodisi da si poskušamo zapomniti arabske črke, periodni sistem elementov ali pa glavne udeležence v žametni revoluciji. Vsebuje pripomočke za *pomnenje*. Tretji del se osredinja na tehnike *razumevanja*, kakršne potrebujemo, da rešimo zahtevna matematična in znanstvena vprašanja, kot tudi, da se prebijemo skozi dolge, zapletene naloge, na primer referate, delovne predstavitve, načrte in pisne sestavke. Spoznavanje, kako delujejo ti pristopi ali vsaj kako delujejo po mnenju znanstvenikov, nam bo pomagalo, da si jih bomo vtisnili v spomin in se z več kritične presoje odločili, ali nam lahko kakor koli praktično koristijo danes, v našem vsakodnevem življenju. V četrtem delu knjige raziskujemo dva načina, kako pritegniti k sodelovanju naše nezavedno, da bo okrepilo pred tem opisane tehnike. Sam to pojmem kot tisti del zgodbe, ki vsebuje »učenje brez razmišljanja« in ga je spodbudno slišati ter pripovedovati o njem.

Zaklad na koncu te mavrice ni nujno popolnost. Popolnost je lepa težnja in pot do uspeha za tiste, ki imajo primerne gene, zagon, srečo in poznanstva, da zadenejo na tej loteriji. Toda streljanje v tako meglen cilj človeka spravlja v nevarnost, da časti ideal – in zgreši tarčo. Ne, ta knjiga je posvečena nečemu, kar je skromnejše in hkrati veličastnejše: kako eksotične ugotovitve novih predmetov vključiti v vsakdanje življenje, da nam bodo zlezle pod kožo. Kako doseči, da bi se učenje bolj zlilo z življenjem in bilo v manjši meri sitna, od njega ločena naloga. Da bi se nam posrečilo, se bomo zakopali v najnovejše znanstvene izsledke in potegnili na dan potrebne pripomočke, k čemur bomo pristopili brez morečih ali utesnjujočih občutkov. Poleg tega bomo pokazali, da nam nekatere od reči, o katerih so nam vtepali v glavo, da so naši najhujši sovražniki – lenoba, nevednost, motnje –, lahko tudi koristijo.



**Prvi del**

.....

**Osnovna teorija**



## Prvo poglavje



# Zgodbar

## Biologija spomina

Veda o učenju je v bistvu proučevanje umske mišice, ki opravlja to delo – živih možganov –, in tega, kako obvladuje tokove prizorov, zvokov in vonjev vsakodnevnega življenja. Čudež je že, da to možgani sploh zmorejo. Da to počnejo neprestano, pa presega vse predstave.

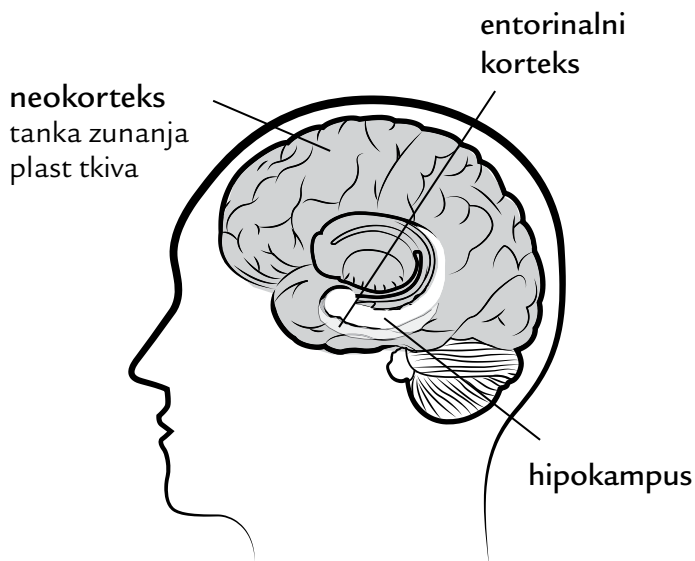
Pomislite na valove podatkov, ki jih preplavljajo v slehernem budnem trenutku: piskanje čajnika, vrvež v predavalnici, zbodljaj bolečine v hrbtu, vonj po dimu. Nato dodajte zahteve tipično prekrivajočih se nalog – recimo med pripravo kosila, medtem ko nadzorujete svojega malčka, tu in tam odgovorite na službeno elektronsko pošto in dvignete telefon, da bi si s prijateljem izmenjali novice.

Noro.

Stroj, ki zmore vse to opraviti hkrati, je več kot zapleten. Pravi kotel raznih dejavnosti je. V njem brenči kakor v roječem panju.

Poglejmo nekaj števil. Povprečni človeški možgani vsebujejo sto milijard nevronov, celic, iz katerih je sestavljena njihova siva snov. Večina teh celic se povezuje s tisoči drugih nevronov in tako oblikuje vesoljstvo prepletenih omrežij, ki se med seboj sporazumevajo v nenehnem tihem električnem viharju z zmogljivostjo milijona gigabajtov, če se izrazim digitalno. To bi zadostovalo za shranitev treh milijonov televizijskih šovov. Ta biološki mehanizem brenči celo »med počitkom«, ko topo strmimo v ptičjo krmilnico ali pa se prepuščamo sanjarjenju o otoku svojih sanj, in takrat porablja približno devetdeset odstotkov energije, potrebne za reševanje križanke. Nekateri predeli možganov so izredno dejavni tudi med spanjem.

Možgani so temen, večinoma brezobličen planet, in v pomoč nam je, če imamo pri roki zemljevid. Za začetek bo zadoščal preprost prikaz. Risba spodaj kaže več področij, ki so osrednja za učenje: entorinalni korteks, ki deluje kakor nekakšen filter za vstopajoče podatke, hipokampus, imenovan tudi Amonov



rog, v katerem se začne oblikovati spomin, in neokorteks, v katerem so shranjeni zavestni spomini, potem ko so označeni za hrambo.

Ta shema je več kot poenostavljena. Okvirno kaže, kako delujejo možgani. Možgani imajo režnje, specializirane sestavne dele, ki si delijo opravila. Entorinalni korteks opravlja eno nalogo, hipokampus pa neko drugo. Desna polobla opravlja drugačne funkcije od leve. Obstajajo tudi opredeljena senzorična področja, ki predelujejo, kar vidimo, slišimo in občutimo. Vsako opravlja svoje delo, skupaj pa tvorijo skladno celoto, nenehno dopolnjujoče se poročilo o preteklosti, sedanjosti in morebitni prihodnosti.

V nekem smislu so možganski režnji primerljivi s specialisti v filmski ekipi. Direktor fotografije uokvirja kadre, se s kameero približuje in oddaljuje od objektov, shranjuje posnetke enega dneva. Zvočni inženir snema zvoke, se poigrava z jakostmi, izloča hrup, posnet v ozadju. Tu so uredniki in pisci, grafik, oblikovalec scenske opreme, skladatelj, ki skrbi za zvočno podlago, za občutek – čustveno vsebino, tam je tudi nekdo, ki vodi knjige, ureja račune, podatke in denar. In tu je režiser, ki odloči, kam uvrstiti posamične dele, in preplete vse sestavine v prepričljivo zgodbo. Seveda ne v kakršno koli zgodbo, temveč v takšno, ki najboljše razloži »material«, pretakajoč se skozi čutila. Možgani razlagajo prizore v trenutkih po tistem, ko so se zgodili, vstavljajo sodbe, smisel in sprotne bežne povezave. Poleg tega jih pozneje obnovijo – *kaj natančno je moj šef mislil s tisto pripombo?* –, pri čemer skrbno preiščejo izvirne dnevne posnetke, da bi videli, kako in kam se prilegajo v film kot celoto.

To je življenjska zgodba – naš lastni, zasebni dokumentarni film –, filmska »ekipa« pa nam pride prav kot prisposoba, oživljajoča tisto, kar se dogaja v zakulisju. Kako se oblikuje spomin. Kako ga priključimo. Zakaj se zdi, da sčasoma obledi,

se spremeni ali pa se izostri. Pove tudi, kako bi lahko sami uravnavali vsak korak, obogatili, poživali in bolje osvetlili podrobnosti.

Ne pozabite, režiser tega dokumentarca ni nekdo, ki je pravkar diplomiral na akademiji za film, ali pa holivudski princ s spremstvom. To ste vi.

\* \* \*

Preden zabredem v biologijo možganov, želim nekaj malega povedati o prisposodobah. Te so že po definiciji netočne. Prisposodbe v enaki meri zakrivajo kot razkrivajo. Pogosto so tudi sebično naravnane,\* izoblikovane tako, da ustrezajo neki želeni koristi; podobno kot teorija o »kemični neuravnoteženosti« pri depresiji podpira uporabo antidepressivov. (Nihče ne ve, kaj povzroča depresijo ali pa, zakaj zdravila učinkujejo, kakor pač učinkujejo.)

Sprejemljivo, gledano v celoti. Naša prisposodba o filmski ekipi je ohlapna, to se ve – ampak, milo rečeno, enako velja za znanstveno razlago biologije spomina. Še najbolje storimo, če dramatično opišemo, kaj je pri učenju najpomembnejše, in filmska ekipa je kar primerna podoba.

Da bi videli, kako, pa se napotimo po sledi nekega določenega spomina v svojih možganih.

Izberimo si kakšnega zanimivega, ne ravno, kaj je glavno mesto Ohia ali prijateljeva telefonska številka ali ime igralca, ki je upodobil Froda. Ne, naj bo to prvi dan v srednji šoli. Omahljivi koraki proti avli, porogljiva navzočnost starejših dijakov, kovinsko treskanje vrat pri garderobnih omaricah. Vsakemu, ki je prekoračil štirinajsto, je od tistega dne ostala v spominu kakšna drobnarija, običajno pa kar cel videoposnetek.

---

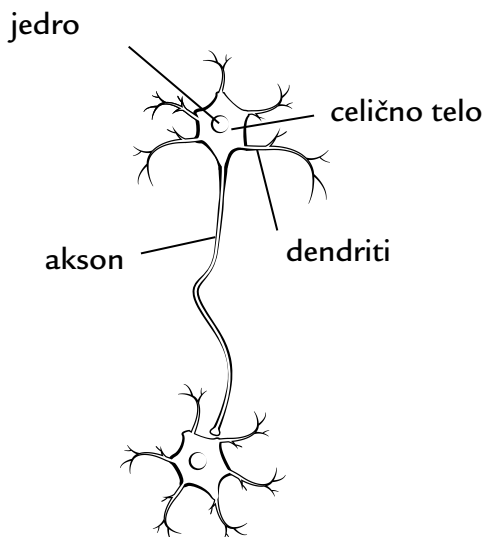
\* Sebična naravnost je upravičena.



V možganih obstaja spomin kot mreža med seboj povezanih celic. Te celice se aktivirajo – ali »prižgejo« – skupaj, kakor veriga luči, ki v blagovnici osvetlijo božično izložbo. Ko se vklopijo modre lučke, se prikaže slika sani; ko so na vrsti rdeče, pa snežinka. Zelo podobno tudi naša nevronska omrežja tvorijo vzorce, ki jih možgani razbirajo kot podobe, misli in občutja.

Celice, ki se povezujejo, da bi izoblikovale ta omrežja, imenujemo nevroni. Nevron je v bistvu biološko stikalo. Sprejema signale z enega konca in – ko se »preklopi« ali prižge – pošlje signal ven na drugem koncu, nevronom, s katerimi je povezan.

Nevronska omrežje, ki tvori neki določen spomin, ni nključna zbirka. Vsebuje veliko enakih celic, ki so vzplapolale, ko se je neki spomin oblikoval prvič – ko smo prvič slišali tisti kovinski žvenket garderobnih omaric. Tako je, kakor da bi bile te celice povezane v skupinsko pričo tistega doživetja. Povezave med celicami, imenovane sinapse, se ob ponavljajoči rabi odebelijo, s čimer omogočijo hitrejši prenos signalov.



Intuitivno dojeto, je to dokaj smiselno; marsikatero doživetje, ki se nam je vtisnilo v spomin, občutimo, kakor da ga podoživljamo v duhu. Toda znanstveniki so šele leta 2008 neposredno izsledili, kako se v posameznikovih možganskih celicah oblikuje in vzpostavi spomin. V nekem poskusu so zdravniki na Kalifornijski univerzi v Los Angelesu vpletli kakor vlakno tanke elektrode globoko v možgane trinajsterice ljudi z epilepsijo, ki so čakali na operacijo.

To je rutinski postopek. Epilepsije ne razumemo najbolje; drobceni orkani električne aktivnosti, ki povzročijo krče, po vsem sodeč treščijo kot z jasnega. Te nevihte pogosto izvirajo iz iste možganske soseščine pri vseh ljudeh, vendar se kraj razlikuje od človeka do človeka. Kirurgi lahko odstranijo te male epicentre dejavnosti, vendar jih morajo najprej najti s pomočjo opazovanja in zapisovanja epileptičnega napada. Ekipa z univerze UCLA je obdobje čakanja izkoristila za to, da je poiskala odgovor na eno od osnovnih vprašanj.

Vsak bolnik si je ogledal več pet do deset sekund trajajočih videoposnetkov iz znanih nanizank, kot sta *Seinfeld* in *Simpsonovi*, posnetke slavnih oseb, kot je Elvis, ali znanih krajevnih znamenitosti. Po kratkem premoru so raziskovalci prosili vsakega posebej, naj si v spomin brez zaporedja priključim čim več videov in jih glasno navede, kakor mu pridejo na misel. Računalnik je zaznal, da se je med začetnim ogledom videov prižgalo približno sto nevronov. Vzorec vžiga je bil drugačen pri vsakem videoposnetku; nekateri nevroni so se vžgali srdito, drugi pa so ostali mirni. Ko si je neki bolnik pozneje priklical v spomin enega od posnetkov, na katerem je bil, recimo Homer Simpson, so možgani pokazali natančno enak vzorec, kakršen je bil izhodiščni, kakor da bi ponovno predvajali prvotno doživetje.

»Osupljivo je biti priča temu v enem samem poskusu; pojav je močan in vedeli smo, da smo prisluhnili na pravem kraju,«

mi je povedal vodilni avtor raziskave Itzhak Fried, profesor nevrokirurgije na UCLI in telavivski univerzi.

Tu se je poskus končal in ni razvidno, kaj se je sčasoma zgodilo s spominom na tiste kratke posnetke. Če si je nekdo ogledal na stotine epizod o Simpsonovih, potem petsekundni posnetek o Homerju najbrž ni prav dolgo ostal na površju. Lahko pa bi. Če je neka prvina vašega sodelovanja pri poskusu še posebno bila v oči – recimo, pogled na moškega v beli halji, ki brklja po žicah, štrlečih iz vaših izpostavljenih možganov, Homer pa se medtem krohota – potem najbrž ta spomin zlahka prikličete na površje kadar koli v svojem življenju.

Moj prvi dan na srednji šoli je bil septembra 1974. Še vedno vidim pred sabo obraz učitelja, h kateremu sem pristopil v avli, ko je šolski zvonec pozvonil k prvi uri. Bil sem izgubljen, v avli je vladal živžav, mene pa je preganjala misel, da bom mogoče pozen, mogoče bom kaj zamudil. Še vedno vidim snope prašne jutranje svetlobe v avli, grde stene v odtenku petroleja, nekega starejšega fanta, ki si je pri svoji omarici vtaknil v žep zavojček winstonk. Zaneslo me je proti učitelju in glasneje, kot sem nameraval, sem rekel: »Oprostite.« Obstal je, se ozrl navzdol v moj urnik – prijaznega obraza, z očali s kovinskim okvirjem, štrnastih rdečih las.

»Lahko greš kar z mano,« je rekel, rahlo namuznjen. »V mojem razredu si.«

Rešen.

Na to nisem pomislil več kot petintrideset let, in vendar je spet tu. Dogodek se mi ni le povrnil v spomin, temveč je bogato posejan s podrobnostmi in se nenehno dopolnjuje, dlje ko se življam v tisti trenutek: tu je občutek, kako mi je nahrbtnik zdrsnil z ramena, ko sem učitelju pomolil svoj urnik, nato moja oklevajoča hoja, saj nisem hotel iti vstric z njim. Capljal sem nekaj korakov za njim.

Znanstveniki tovrstno časovno potovanje imenujejo *epizodični* ali avtobiografski spomin, in jasno je, zakaj. Deloma vsebuje isto čutno teksturo kot izvorno doživetje, in isto pripovedno strukturo. Pri glavnem mestu Ohia ali prijateljevi telefonski številki se nam ne godi tako; ne spomnimo se natančno, kdaj ali kje smo se ju naučili. Takšne reči raziskovalci označujejo za *semantične* spomine, ki niso zasidrani v pripovedne prizore, temveč v mrežo asociacij. Ime ohijskega glavnega mesta Columbus nemara priključuje sliko našega obiska v njem, obraz nekega prijatelja, ki se je preselil tja, osnovnošolsko uganko: »Kaj je okroglo z obeh strani in visoko na sredini?« To omrežje je podatkovno, ne scenično. Kljub temu se »vključi«, ko možgani iz spomina potegnejo »Columbus«.

Na svetu, polnem čudes, mora biti to na ožjem seznamu; neki molekularni knjižni znak ohranja ta nevronska omrežja dostopna za vse življenje in nas tako rekoč oskrbuje z našo preteklostjo, našo identiteto.

Znanstveniki še ne vedo, kako takšen knjižni znak pravzaprav deluje. Ne da se ga primerjati z digitalno povezavo na računalniškem zaslonu. Nevralna omrežja se nenehno spreminjajo; tisto, ki se je izoblikovalo davnega leta 1974, je izrazito drugačno od omrežja, ki ga imam zdaj. Izgubil sem nekaj detajlov in barv ter ga v pogledu nazaj nedvomno tudi nekoliko preuredil, morda pa precej.

S tem je podobno kot s strašljivo pustolovščino poleti pri tabornikih, v osmem razredu, ko jo opisuješ naslednje dopoldne, in nato znova čez šest let, na kolidžu. Poznejši spis je nekaj čisto drugega. Spremenil si se ti sam, tvoji možgani prav tako, biologija te spremembe pa je ovita v skrivnost in obarvana z osebno izkušnjo. Prizor sam po sebi – vsebina – kljub temu ostaja v temelju nedotaknjen, in znanstvenikom se zares že svita, kje prejkone biva ta spomin in tudi zakaj. Je pa to tudi nenavadno pomirjujoče. Če imamo občutek, da je prvi dan v

srednji šoli prav tule, tik pod površjem, gre za posrečeno besedno igro. Kajti v nekem smislu je res natančno tam.

\* \* \*

Večji del dvajsetega stoletja so bili znanstveniki prepričani, da so spomini razpršeni, razporejeni po tistih možganskih predelih, ki pospešujejo razmišljanje, podobno kot sadno meso pri pomaranči. Prvič, nevroni so skoraj enaki drug drugemu, in drugič, lahko da se »vžgejo« ali pa tudi ne. Za oblikovanje spomina se ni zdel bistven noben posamičen možganski predel.

Znanstveniki so že od devetnajstega stoletja naprej vedeli, da so *nekateri* sposobnosti osredinjene v določenih predelih možganov. Vendar je šlo po vsem sodeč za izjeme. V štiridesetih letih dvajsetega stoletja je nevroznanstvenik Karl Lashley pokazal, da so bile podgane, ki so se naučile prebijanja skozi blodnjak, razmeroma neprizadete, ko so jim na več mestih v možganih kirurško povzročili poškodbe. Če bi obstajalo eno samo spominsko središče, bi vsaj eden od teh vrezov moral povzročiti resne motnje. Lashley je iz tega sklepal, da je prav vsak predel razmišljajočih možganov zmožen vzdrževati spomin; če je bilo poškodovano eno območje, je drugo lahko prevzelo delo opešanega.

V petdesetih letih prejšnjega stoletja je ta teorija začela izgubljati veljavo. Raziskovalci možganov so ugotavljali, da so razvijajoče se živčne celice – tako rekoč nevronski dojenčki – kodirane tako, da se zbirajo na določenih mestih v možganih, kakor da bi jim bila tam vnaprej dodeljena služba. »Vidna celica si, pojdi v zadnji del možganov!« »Ti tamle pa si gibalni nevron, mahni jo naravnost v gibalni predel!« To odkritje je spodkopalo hipotezo o »medsebojno zamenljivih delih«.

Knockout je sledil, ko je angleška psihologinja Brenda Milner spoznala Henryja Molaisona, moškega iz Hartforda v