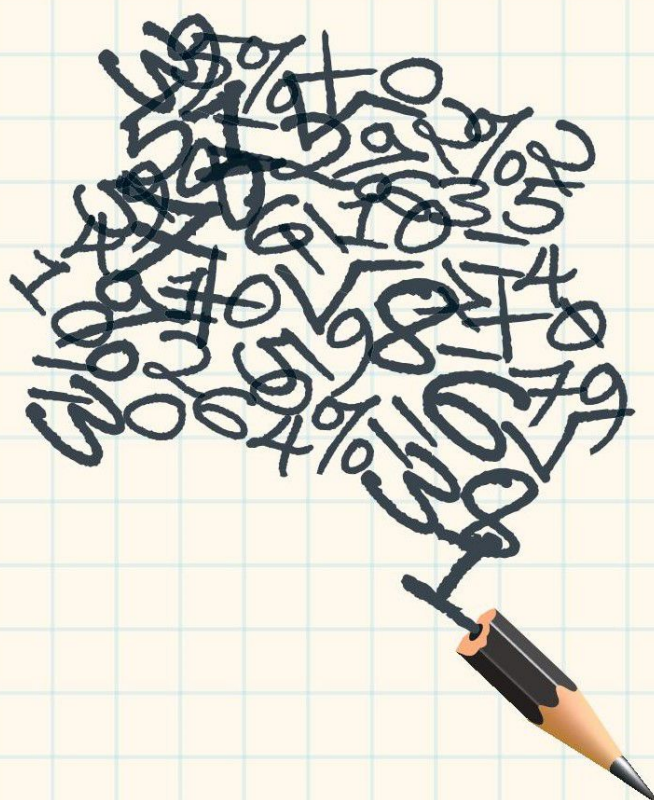


dr. Barbara Oakley

Odprta $\left(\frac{\text{glava}}{\text{za}} \right) =$
ŠTEVILKE



Kako blesteti pri matematiki
in naravoslovju
(tudi če si imel kdaj **cvek**)

Vida
založba

Odprta glava za številke

*Kako blesteti pri matematiki in naravoslovju
(tudi če si imel kdaj cvek)*

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

37.015.31:51

OAKLEY, Barbara A., 1955-

Odprta glava za številke : kako blesteti pri matematiki in naravoslovju
(tudi če si imel kdaj cvek) / Barbara Oakley ; [prevedla Katja Jenčič]. -
1. natis. - Ljubljana : Vida, 2022

Prevod dela: Mind for numbers

ISBN 978-961-95485-5-4

COBISS.SI-ID 103852291

Barbara Oakley

Odprta glava za številke

Kako blesteti pri matematiki in naravoslovju
(tudi če si imel kdaj cvek)

Prevedla: Katja Jenčič

Urednica: Valentina Smej Novak

Jezikovni pregled: Iza Lucija Korošec

Oblikovanje naslovnice in prelom: Andreja Jež

Izdala Založba Vida, d. o. o., Ljubljana, Slovenija

1. natis

1000 izvodov

Natisnjeno v Sloveniji.

Ljubljana, 2022

www.zalozbavida.si

Naslov izvirnika: MIND FOR NUMBERS, Barbara Oakley PhD

Ta prevod je izšel v dogovoru z TarcherPerigee, imprintom

Penguin Publishing Group, diviziji Penguin Random House LLC.

Copyright © 2014 Barbara Oakley

© za slovensko izdajo Založba Vida 2021

Vse pravice pridržane.

Odprta $\left(\frac{\mathbf{glava}}{\mathbf{za}}\right) =$
Š T E V I L K E

dr. Barbara Oakley

Vida
založba

Knjigo *Odprta glava za številke* posvečam dr. Richardu Felderju, ki je s svojo odličnostjo in strastjo prispeval k izboljšavam v poučevanju naravoslovja, matematike, inženirstva in tehnologije širom sveta. Moji lastni uspehi, tako kot uspehi drugih pedagogov, so zrasli iz njegovih plodnih pedagoških pristopov. *Il miglior maestro.*

Žakon srečnega naključja: sreča spremlja tiste, ki se lotijo.

Vsebina

PREDGOVOR	XIII
UVODNA BESEDA	XV
OPOMBA BRALCEM	XVII
1 Odprite vrata	1
2 Le počasi: <i>Žakaj je to, da se preveč trudimo, včasih del težave</i>	11
3 Učenje je ustvarjanje: <i>Nauki iz ponve Thomasa Edisona</i>	31
4 Skupkanje in izogibanje iluzijam kompetentnosti: <i>Cljuč do tega, da postanete »šepetalci enačbam«</i>	55
5 Kako preprečiti odlašanje: <i>Na pomoč pokličite svoje navade (»zombije«)</i>	89

6	Zombiji vsepovsod: <i>Pobrskejte globlje, da boste razumeli, zakaj odlašate</i>	99
7	Skupkajte, da ne zamrznete: <i>Več strokovnega znanja, manj tesnobe</i>	117
8	Orodja, nasveti in triki	131
9	Zombijevske odlašanje – povzetek	151
10	Izboljšajte spomin	163
11	Še več spominskih nasvetov	177
12	Naučite se ceniti svoj talent	193
13	Klesanje možganov	203

14	Kako s poezijo enačb razvijemo notranje oko	211
15	Renesančno učenje	225
16	Izognite se pretirani samozavesti: <i>Moč skupinskega dela</i>	237
17	Opravljanje testov	249
18	Izkoristite svoje danosti	263
	SKLEPNA BESEDA	275
	ZAHVALE	279
	OPOMBE	285
	VIRI	311
	SLIKE	333

Predgovor

Naši možgani imajo osupljive sposobnosti, ki pa jih nismo dobili z navodili za uporabo. Ta navodila za uporabo boste našli v knjigi *Odprta glava za številke*. Ne glede na to, ali ste novinec ali strokovnjak, boste v njej našli odlične nove načine, kako izboljšati svoje veščine in tehnike za učenje, zlasti v povezavi z matematiko in naravoslovjem.

Henri Poincaré je bil matematik iz 19. stoletja, ki je nekoč opisal, kako je strl težaven matematični problem, s katerim se je neuspešno intenzivno ukvarjal več tednov. Vzel si je dopust. Ko je na jugu Francije vstopal v avtobus, se mu je nenadoma utrnila rešitev problema, nepovabljena je prišla iz predela možganov, ki se je še najprej ukvarjal s problemom, medtem ko je užival na počitnicah. Vedel je, da ima pravo rešitev, čeprav je podrobnosti zapisal šele pozneje, ko se je vrnil v Pariz.

Kar je delovalo za Poincaréja, lahko deluje tudi za vas, kot v tej pronicljivi knjigi pojasni Barbara Oakley. Presenetljivo se naši možgani lahko z nekim problemom ukvarjajo celo med spanjem, ko se ničesar ne zavedamo. Toda to se zgodi samo, če se pred spanjem osredotočimo na to, da skušamo rešiti problem. Zjut-

raj pa nam pogosto na pamet pade svež uvid, ki nam problem pomaga rešiti. Intenziven trud pred počitnicami ali spanjem je pomemben, da pripravi naše možgane; drugače se bodo ukvarjali s kakšnim drugim problemom. V tem pogledu matematika in naravoslovje nista nič posebnega – možgani se enako marljivo kot z reševanjem matematičnih in naravoslovnih problemov ukvarjajo z reševanjem družbenih problemov, če v zadnjem času razmišljate o teh.

V tej osupljivi in aktualni knjigi, ki na učenje gleda kot na pustolovščino in ne na trdo delo, boste našli še veliko več uvidov in tehnik za učinkovito učenje. Ugotovili boste, ali se slepite ali dejansko obvladate snov; našli boste načine, kako ključne ideje zgotžite, da jih lažje ohranite v glavi. Če boste obvladali tu opisane preproste, praktične pristope, se boste učili učinkoviteje in doživljali manj frustracij. Ta čudoviti vodnik vam bo obogatil učenje in življenje.

– *Terrence J. Sejnowski, profesor,
Salkov inštitut za biološke študije*

Uvodna beseda

Ta knjiga lahko korenito spremeni vaš pogled na učenje in razumevanje. Naučili se boste *najpreprostejših*, *najučinkovitejših* in *najuspešnejših* tehnik za učenje, kar jih poznajo raziskovalci. In medtem se boste še zabavali.

Presenetljivo je, da številni učenci uporabljajo neučinkovite in neuspešne strategije. S tem namenom smo v mojem laboratoriju študente, ki študirajo na kolidžu, povprašali o njihovem učenju. Ugotovili smo, da najpogosteje uporabljajo strategijo *ponavljajočega se branja* – preprosto vedno znova prebirajo knjige ali zapiske. Skupaj z drugimi raziskovalci smo dognali, da je rezultat te pasivne in plitve strategije pogosto minimalno ali nikakršno učenje. Temu rečemo »jalov trud« – študenti se trudijo, a ne pridejo nikamor.

Pasivnemu ponovnemu branju se ne posvečamo zato, ker bi bili neumni ali leni. To počnemo zato, ker podležemo kognitivni iluziji. Ko vedno znova prebiramo gradivo, to postane domače in tekoče, kar pomeni, da ga naš um zlahka procesira. Hitro nas lahko zavede, da smo se nekaj dobro naučili, čeprav se nismo.

Ta knjiga vam bo predstavila številne iluzije o učenju in vam ponudila orodja, s katerimi jih boste premagali. Prav tako bo predstavila odlične nove tehnike, kot je vaja priklica, ki je lahko zelo učinkovita, da čas, ki ga posvetite učenju, kar najbolje »unovčite«. To je nadvse praktična, a tudi navdihujoča knjiga, ki vam bo pomagala jasno uvideti, zakaj so nekateri pristopi učinkovitejši od drugih.

Smo tik pred eksplozijo znanja o tem, kako se najučinkoviteje učiti. Ugotovili boste, da je *Odprta glava za številke* nepogrešljiv vodnik v tem novem svetu razumevanja.

— *Jeffrey D. Karpicke, izredni profesor psiholoških znanosti,*
Univerza Purdue

Opomba bralcem

Ljudje, ki se poklicno ukvarjajo z matematiko in naravoslovjem, pogosto porabijo leta in leta, da odkrijejo učinkovite metode učenja. Ko te metode enkrat doženejo – *odlično!* Nehote so prestali iniciacijske obrede, ki so potrebni za pridružitve skrivnostni družbi matematičnih in naravoslovnih strokovnjakov.

To knjigo sem napisala zato, da bi razkrila te preproste tehnike, ki jih lahko začnete uporabljati takoj. Tisto, za kar strokovnjaki potrebujejo leta, imate zdaj na dosegu roke.

Ne glede na vašo raven veščin v matematiki in naravoslovju, lahko z uporabo teh pristopov spremenite svoje mišljenje in tudi življenje. Če ste že strokovnjak, boste z brskanjem po miselnem podstrešju dobili zamisli, kako pojačati uspešno učenje, tudi nasvete za opravljanje testov ter uvide, ki vam bodo pomagali, da boste kar najbolje izkoristili čas za domače naloge in nize problemov. Če ste se znašli v težavah, boste v knjigi našli strukturirano zakladnico praktičnih tehnik, ki vas pospremito skozi tisto, kar potrebujete, da se spet vrnete na pravo pot. Če ste kdaj želeli v čemerkoli postati boljši, vam bo ta knjiga služila kot vodnik.

Knjiga je namenjena srednješolcem, ki imajo radi ure umetnosti in angleščine, matematiko pa sovražijo. Prav tako pa je namenjena študentom, ki že blestijo v matematiki, naravoslovju, tehničnih in poslovnih vedah, vendar slutijo, da obstajajo miselna orodja, ki jih lahko dodajo v svojo učno orodjarno. Namenjena je staršem, katerih otroci so pri matematiki skrenili s poti ali pa bi se radi povzpeli do matematičnih in naravoslovnih zvezd. Je tudi za izčrpanega redno zaposlenega delavca, ki ne zmore opraviti pomembnega strokovnega izpita, ali za nekoga, ki dela v popoldanski izmeni v supermarketu in sanja o tem, da bi postal zdravnik. Je tudi za vse večjo armado tistih, ki se šolajo doma. Pa za učitelje in profesorje – ne le matematike, naravoslovja, inženirstva in tehnologije, ampak tudi na področjih, kot so pedagogika, psihologija in poslovne vede. Je za upokojence, ki imajo končno čas, da usvojijo novo znanje o računalništvu ali fineše vrhunske kuharije. In je tudi za bralce vseh starosti, ki se radi naučijo nekaj malega o vsem. Skratka, to je knjiga za vas. Uživajte!

— dr. Barbara Oakley, članica Ameriškega inštituta za medicinski
in biološki inženiring, podpredsednica Inštituta
za elektroinženirje in inženirje elektronike,
Društva za inženiring v medicini in biologiji

1

Odprite vrata

Kakšna je možnost, da odprete hladilnik in v njem najdete zombija, ki plete nogavice? Približno takšna kot ta, da bo mehka in jezikom naklonjena duša, kot sem jaz, končala kot profesorica tehničnih ved.

Ko sem odraščala, sem *sovražila* matematiko in naravoslovje. V srednji šoli sem imela pri matematiki in naravoslovnih predmetih slabe ocene, trigonometrijo – dopolnilno trigonometrijo – pa sem se začela učiti šele pri šestindvajsetih.

Ko sem bila otrok, mi je delalo težavo že razbiranje navadne urne številčnice. Zakaj naj bi manjši kazalec kazal proti uri? Mar ne bi moral biti to veliki kazalec, saj je ura pomembnejša kot minuta? Ali ura kaže deset čez deset? Ali deset do dveh? Vedno sem bila zmedena. Še hujše težave kot z urami sem imela s televizorjem. V tistih časih, ko še ni bilo daljincev, nisem vedela niti tega, kateri gumb ga prižge. Televizijo sem gledala samo v družbi

brata ali sestre. Ne le, da sta znala prižgati televizor, celo kanal za program, ki smo ga želeli gledati, sta znala naravnati. Krasno.

Glede na svojo tehnično nesposobnost in to, da sem imela pri matematiki in naravoslovnih predmetih slabe ocene, sem lahko sklenila le, da nisem prav bistra. Vsaj ne na tak način. Takrat se tega nisem zavedala, ampak moja samopodoba, da sem tehnično, naravoslovno in matematično nesposobna, mi je krojila življenje. Izvor vsega tega so bile moje težave z matematiko. Na številke in enačbe sem začela gledati kot na nekaj, kar je primerljivo s smrtonosnimi boleznimi – nekaj, čemur se je treba za vsako ceno izogniti. Takrat nisem vedela, da obstajajo preprosti miselni triki, ki bi mi lahko razjasnili matematiko, triki, ki ne pomagajo samo ljudem, ki so slabi v matematiki, ampak tudi tistim, ki jim gre že dobro. Nisem razumela, da je moj način razmišljanja značilen za ljudi, ki so prepričani, da matematike in naravoslovja ne zmorejo. Zdaj vem, da je imela moja težava izvor v dveh izrazito različnih načinih gledanja na svet. Takrat sem znala izkoristiti samo en način za učenje – rezultat pa je bil, da sem bila gluha za glasbo matematike.

Matematika, kot jo po navadi poučujejo v ameriških šolskih sistemih, je lahko kot ljubeča mama. Logično in veličastno se vzpenja od seštevanja prek odštevanja do množenja in deljenja. Nato se zavihti proti nebesom matematične lepote. A matematika je lahko tudi zlobna mačeha. Skrajno neizprosna je, če se ti zgodi, da izpustiš kak korak tega logičnega zaporedja – in to se zlahka zgodi. Potrebuješ samo težavne družinske razmere, izgorelega učitelja ali to nesrečo, da si dlje časa odsoten zaradi bolezni – že dober teden v odločilnem času te lahko vrže iz tira.

Ali, kot v mojem primeru, temu botruje preprosto umanjkanje zanimanja ali očitnega talenta.

V sedmem razredu se je na mojo družino zgrnila nesreča. Oče je po težki poškodbi hrbta izgubil službo. Končali smo v nespodbudnem šolskem okolišu, kjer nas je muhast učitelj matematike silil, da smo se po več ur kuhali v vročini in se neumorno gulili seštevanje in množenje. To, da gospod Muhasti ni hotel ničesar razložiti, ni pomagalo. Zdelo se je, da uživa, ko dobivamo cveke.



Jaz pri desetih letih z backom Earlom. Rada sem imela živali, branje in sanjarjenje. Matematika in naravoslovje nista bila na mojem sporedu.

Ne le, da se mi je takrat matematika zdela nekoristna – prav sovražila sem jo. Kar pa zadeva naravoslovje – no, ni mi šlo. Pri mojem prvem kemijskem poskusu se je učitelj odločil, da bo dal meni in sošolcu, ki je bil moj laboratorijski partner, drugo snov kot preostanku razreda. Ko sva ponaredila rezultate v poskusu, da bi se ujemali z rezultati vseh drugih, se nama je posmehoval. Ko so moji dobronamerni starši videli, da imam slabe ocene, so mi naročili, naj grem k učitelju na govorilne ure in ga prosim za pomoč, kar se mi je zdela zelo slaba ideja. Navsezadnje matematika in naravoslovje nista za nobeno rabo. Vendar so bila božanstva šolskega predmetnika odločena, da bom morala pač pogolt-niti matematiko in naravoslovje. Moj način, kako jih premagati, je bil, da nisem hotela razumeti ničesar, kar so nas učili, in da sem na vsakem testu pogrnila. Moja taktika je bila nepremagljiva.

So me pa zanimale druge reči. Rada sem imela zgodovino, družboslovje in zlasti jezike. Na srečo sem imela po zaslugi teh predmetov boljši končni uspeh.

Takoj po srednji šoli sem vstopila v vojsko, ker so mi dejansko plačali, da sem se učila drugi jezik. Študij ruščine (jezik, ki sem ga izbrala po trenutnem navdihu) mi je šel tako dobro, da sem dobila štipendijo ROTC (Reserve Officers' Training Corps). Odšla sem na Univerzo Washington (Seattle) na dodiplomski študij slovanskih jezikov in književnosti, kjer sem diplomirala z odliko. Ruščina mi je tekla kot po maslu – moj naglas je bil tako dober, da so me včasih zamenjali za rojeno govorko. Veliko časa sem vložila v pridobivanje strokovnega znanja – boljša sem bila, bolj sem uživala v tem, kar sem počela. In bolj ko sem uživala, več časa sem temu posvetila. Uspeh je še okrepil mojo željo po urjenju, to pa je prineslo še več uspeha.

Toda zgodilo se je nekaj, česar si nikoli ne bi mogla zamisliti – bila sem imenovana za drugo poročnico v vezističnem korpusu

ameriške vojske. Nenadoma se je pričakovalo, da bom postala strokovnjakinja za radijske, kabelske in telefonske stikalne sisteme. Kakšen preobrat! Prišla sem od tega, da sem bila blažena od sreče, strokovnjakinja za jezikoslovje, ki je imela svojo usodo pod nadzorom, do tega, da so me vrgli v nov tehnološki svet, kjer sem bila trda kot hlod.

Ojoj!

Morala sem se vpisati na matematično usmerjeno izobraževanje iz elektronike (končala sem med najslabšimi v razredu), nato pa sem šla v Zahodno Nemčijo, kjer sem postala usmiljenja vredna vodja komunikacijskega voda. Videla sem, da potrebujejo častnike in podčastnike, ki so tehnično usposobljeni. Bili so prvovrstni reševalci problemov in njihovo delo je prav vsem pomagalo pri izpolnjevanju nalog.

Razmišljala sem o tem, kako napreduje moja kariera, in ugotovila, da sem sledila svoji notranji strasti, ne da bi bila obenem odprta za razvijanje novih. Posledica tega je bila, da sem se nehote popredalčkala. Če bom ostala v vojski, bom zaradi bornega tehničnega znanja vedno ostala drugorazredna državljanka.

Po drugi strani pa, če bom zapustila vojsko, kaj sploh lahko počnem z diplomo iz slovanskih jezikov in književnosti? Ni prav veliko služb za rusiste. V bistvu bi se potegovala za začetniške tajniške službe z milijoni drugih, ki imajo prav tako humanistično diplomu. Kakšen naivnež bi rekel, da sem se odlikovala tako pri študiju kot v vojski in da bom lahko našla veliko boljšo službo, ampak ta naivnež ne bi vedel, kako neizprosno je lahko trg dela.

Na srečo je obstajala še ena nenavadna možnost. Ena od velikih prednosti mojega služenja je bila, da mi je po zakonu o vojnih veteranih pripadalo nadomestilo za nadaljevanje šolanja. Kaj, če bi to podporo porabila za nekaj nepredstavljivega – prešolanje? Bi lahko reprogramirala svoje možgane in vzljubila matematiko, namesto da se je bojim? Se spremenila iz tehnofoba v tehnofrika?

Nisem še slišala, da bi kdo že kdaj storil kaj podobnega. No, vsekakor ne nekdo, ki bi se izvil iz takega brezna strahu, v kakršnem sem bila jaz. Moji osebnosti zagotovo ni bilo nič bolj tuje kot dejstvo, da bi obvladala matematiko in naravoslovje. Toda moji vojaški tovariši so mi pokazali konkretne koristi takega podviga.

To je postal moj izziv – izziv, ki se mu nisem mogla upreti.

Odločila sem se, da si prešolam možgane.

Ni bilo lahko. Prvi semestri so bili polni frustracij. Počutila sem se, kot da bi imela zavezane oči. Zdelo se je, da imajo mlajši študenti okrog mene naraven dar, da vidijo rešitve, medtem ko sem se jaz zaletavala v zid.

Ampak začela sem jih dohajati. Ugotovila sem, da je del moje izvirne težave v tem, da sem se trudila na napačen način – kot da bi poskušala dvigniti hlod, medtem ko stojim na njem. Začela sem zbirati drobne trike, pa ne le o tem, kako se učiti, ampak tudi, kdaj odnehati. Naučila sem se, da je ponotranjenje konceptov in tehnik lahko močno orodje. Prav tako sem se naučila, naj si ne naložim preveč naenkrat, ampak si moram dati dovolj časa za vaje, tudi če to pomeni, da bodo nekateri moji sošolci diplomirali pred mano.

Ko sem se postopoma *naučila, kako se učiti* matematiko in naravoslovje, je vse skupaj postalo lažje. Presenetilo me je, kako dobro mi je šlo in da sem vedno bolj uživala v tem, kar sem počela – tako kot pri učenju jezikov. Nekdanja gospodična Katastrofa pri matematiki je diplomirala iz elektrotehnike, potem pa končala še magistrski študij elektrotehnike in računalniškega inženiringa. Nazadnje sem doktorirala iz sistemkega inženiringa s širokim ozadjem, ki je vključevalo termodinamiko, elektromagnetiko, akustiko in fizikalno kemijo. Višje sem prilezla, boljše mi je šlo. Ko sem prišla do doktorskega študija, sem obveznosti opravljala kot

za šalo in z najvišjimi ocenami. (No, mogoče ne ravno kot za šalo. Za dobre ocene je bilo še vedno treba delati. Ampak delo, ki sem ga morala opraviti, je bilo jasno.)

Zdaj me je kot profesorico tehničnih ved začelo zanimati skrito delovanje možganov. Moje zanimanje se je porodilo iz dejstva, da je v jedru medicinskih podob, ki ponazarjajo delovanje možganov, inženiring. Zdaj jasneje vidim, kako in zakaj sem lahko spremenila svoje možgane. In vem, da lahko pomagam tudi *vam*, da se boste učili učinkoviteje ter brez frustracij in muk, ki sem jih doživljala jaz.¹ Kot raziskovalka, katere delo zajema tehniko, družbene vede in humanistiko, se zavedam, da je ustvarjalnost bistvena, ne le kot temelj umetnosti in literature, ampak tudi matematike in naravoslovja.

Če (še vedno) mislite, da niste naravno nadarjeni za matematiko in naravoslovje, boste morda presenečeni nad dejstvom, kako so naši **možgani zasnovani za to, da izvajajo izjemne miselne izračune**. To počnemo vsakič, ko ujamemo žogo ali pozibavamo telo v ritmu glasbe ali se z avtom izognemo luknji na cesti. Pogosto nezavedno izvajamo zapletene račune in rešujemo zapletene enačbe, pri čemer se ne zavedamo, da včasih že poznamo rešitev, ko se šele počasi prebijamo do nje.² Pravzaprav imamo vsi notranji občutek in iskrico za matematiko in naravoslovje. V bistvu moramo samo obvladati žargon in kulturo.

Pri pisanju te knjige sem se povezala z več sto vodilnimi svetovnimi profesorji matematike, fizike, kemije, biologije in strojništva, pa tudi pedagogike, psihologije, nevroznanosti in strok, kot so poslovne in zdravstvene vede. Vznemirljivo je bilo slišati, kako pogosto so ti strokovnjaki svetovnega slovesa uporabljali pristope, ki so opisani v knjigi, ko so se sami učili svoje stroke.

Prav te tehnike so strokovnjaki priporočali tudi svojim učencem – ker pa so se metode včasih zdele nelogične in celo nerazumne,

so profesorji težko izrazili njihovo preprosto bistvo. Tem metodom učenja in poučevanja se običajni učitelji posmehujejo, zato so bili zvezdniški pedagogi včasih v zadregi, ko so mi razkrivali svoje skrivnosti poučevanja in učenja, saj niso vedeli, da tudi veliko drugih vrhunskih profesorjev uporablja podobne pristope.

Ko so na enem mestu zbrani številni koristni uvidi, se zlahka naučiš in uporabiš praktične tehnike, ki so delno napaberkovane pri tej učiteljski in profesorski smetani. Te tehnike so dragocene, saj vam bodo pomagale, da se boste učili bolj poglobljeno in učinkovito v omejenih časovnih okvirih. Prav tako boste dobili uvide študentov in drugih učencev – ljudi, ki delijo vaše zadrege in razmisleke.

Zapomnite si, ta knjiga je tako za matematične navdušence kot za tiste, ki se matematike bojijo. Napisala sem jo za to, da bi vam olajšala učenje matematike in naravoslovja, ne glede na pretekle ocene pri teh predmetih oziroma kako dobri ali slabi mislite, da ste pri njih. Njen namen je razkriti vaše miselne procese, zato da lahko razumete, kako deluje um – pa tudi, kako vas um včasih pretenta, da verjamete, da se učite, pa se v resnici ne. V knjigi je tudi veliko vaj za razvijanje veščin, ki jih lahko neposredno uporabite za tisto, kar se prav zdaj učite. **Če vam gredo številke oziroma naravoslovje že dobro, vam lahko pristopi iz te knjige pomagajo, da vam bo šlo še boljše.** Pomagali vam bodo, da boste bolj uživali, da boste bolj ustvarjalni in da boste enačbe reševali z več elegance.

Če ste preprosto prepričani, da nimate prav nobenega smisla za številke ali naravoslovje, vas ta knjiga utegne spreobrniti. Morda težko verjamete, a obstaja upanje. Ko boste sledili konkretnim nasvetom, ki temeljijo na tem, kako se dejansko učimo, boste presenečeni, ko boste pri sebi opazili spremembe – spremembe, ki lahko omogočijo, da bodo v vas vzcve-

tele nove strasti. To, kar boste odkrili, vam bo pomagalo, da boste bolj učinkoviti in ustvarjalni, pa ne le pri matematiki in naravoslovju, ampak skoraj v vsem, kar počnete.

Pa začnimo!